

УДК 622.794

Л.Т. ВЕРТОЛА, канд. техн. наук,

С.Ф. АБРАМЮК

(Україна, Луганськ, ГП ГПКІОО "Гіпромашуглеобогашення")

ВНЕДРЕНИЕ ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ УГОЛЬНОГО ШЛАМА УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Для обезвоживания угольного шлама взамен осадительно-фильтрующих центрифуг и ленточных вакуум-фильтров (производимых и применяемых в Украине и России), создана центрифуга ЦфШнГ-1,00-ВМ (ФГШ-1000), у которой производительность по обезвоженному осадку 25–30 т/ч и его влажность 10–15%.

По сравнению с осадительно-фильтрующими центрифугами и ленточными вакуум-фильтрами, выполняющими аналогичную операцию, указанная центрифуга имеет меньшие габариты и вес, а также обеспечивает более низкую влажность осадка.

При определении технического уровня анализу были подвергнуты сведения по обезвоживающему оборудованию, в первую очередь, по центрифугам.

Из патентно-информационных изданий известно, что для обезвоживания различных мелкозернистых материалов применяются осадительные и фильтрующие центрифуги с большим многообразием типоразмеров и конструктивных исполнений. Если осадительные центрифуги применяются в основном для обезвоживания сильноразбавленных суспензий с малым содержанием твердой фазы, то фильтрующие центрифуги рассчитаны на их использование при обезвоживании сравнительно крупных материалов. Исходя из этого, каждому назначению соответствует и конструктивное исполнение машины. Кроме этого, в последнее время большое внимание уделяется зарубежными фирмами вопросам защиты центрифуг от износа. С этой целью используются как конструктивные решения узлов и деталей, соприкасающихся с обрабатываемым материалом, так и применение износостойких материалов типа карбид вольфрама, карбид кремния, минералокерамика на основе глинозема. На сегодня качество обезвоживания различных продуктов – на одном из первых мест. В частности, предлагаются новые конструкции обезвоживающих установок для обработки продуктов обогащения. Так, фирмы "Си-Эм-АЙ" и "Вемко" (США), "Зибтехник" (Германия) рекомендуют различные технологические схемы обезвоживания шлама крупностью 3–0 мм с помощью фильтрующих центрифуг.

В Украине для обезвоживания шлама использовались осадительные центрифуги НОГШ-1320Ф, ленточные вакуум-фильтры, у которых на этой

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

операції ряд недостатків:

- 1) висока вологість осадка, що потребує додаткової сушки;
- 2) великі затрати на обслуговування і ремонт;
- 3) в результаті шламівання центрифуг при подачі живлення з вмістом твердого речовини понад 300 г/л відбувається перевантаження і вихід редуктора з ладу.

Більш ефективних центрифуг для обезводження шламів в українській практиці немає. Тому в якості українського аналога може бути прийнята центрифуга НОГШ-1320Ф.

Серед зарубіжних машин, здатних обезводжувати шлам, – три зразки центрифуг:

- ЕВВ-36 фірми "Сі-Ем-Ай" (США);
- Н-900 фірми "Вемко" (США);
- Н-1000 фірми "Зіботехнік" (Німеччина).

З цих зразків безпосередньо для обезводження шлама застосовуються центрифуги ЕВВ-36 і Н-900, які і можуть бути використані в якості аналога.

В результаті порівняльного аналізу техніко-економічних показників встановлено, що найкращим зарубіжним аналогом є центрифуга ЕВВ-36 фірми "Сі-Ем-Ай" (США).

Для прийому пробного зразка центрифуги ЦфШнГ-1,00-ВМ (ФГШ-1000) була призначена міжвідомча комісія. Промислові випробування і подальша експлуатація впродовж кількох років виявили такі якості машини:

- 1.) Забезпечує продуктивність 25–30 т/ч по обезвоженому осадку.
- 2.) Вологість осадка становить 10–15%.
- 3.) Унос твердого речовини з фугатом – 120–150 г/л.
- 4.) Обезводжує "сильнорозбавлений" високовологий до 40–60% продукт в порівнянні з існуючими обезводжуючими апаратами.
- 5.) Порівняно з зарубіжним аналогом має в 1,14 рази більшу продуктивність, в 1,15 рази меншу удільну енергоємність і в 1,28 рази меншу масу.

Узагальнений показник оцінки відповідності оцінюваного виробу найкращим світовим досягненням за формулою

$$\hat{E}_{\text{до}} = \frac{I}{n} \sum_{i=1}^n g_i = \frac{1,14 + 0,92 + 1,15 + 1,17 + 1,28}{5} = 1,13.$$

Виконана оцінка технічного рівня показала, що узагальнений показник ступеня відповідності об'єкта розробки світовому рівню має значення більше одиниці.

Використовуючи групу аналогів зарубіжних фірм, виконано розрахунок

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

основных показателей перспективного образца.

Промышленность стран СНГ (кроме Украины) не выпускает фильтрующих центрифуг для обезвоживания угольных шламов.

В конструкции названной выше центрифуги впервые использовано авторское свидетельство СССР №1168293 от 20.10.82. Центрифуга обладает патентной чистотой по США, Франции, Германии. Годовой экономический эффект от производства и использования одной такой машины составляет 1816100 грн.

Описание и сравнительная оценка существующих типов обезвоживающего оборудования

Как свидетельствует анализ работы обогатительных фабрик и углеобогатительных цехов коксохимических заводов Украины, основным источником шламообразования в водно-шламовых схемах – крупнозернистый шлам 0,5–3 мм, который составляет 20–40% от количества исходного угля. Шлам, циркулируя в вводно-шламовой схеме, ухудшает процесс обогащения, повышает зольность шихты, идущей на коксование. Повышенная, либо непостоянная влага шихты, поступающей на коксохимические заводы, существенно влияет на качество кокса и технологию его коксования. Отрицательно сказывается поставка влажного угля и на работе энергетических агрегатов. Основными носителями влаги в шихте являются мелкий концентрат, шлам и флотоконцентрат.

В настоящее время скопилось около 116 млн т шламов зольностью 45–65% и без дополнительной обработки их невозможно использовать в энергетике. Следует также учитывать и воздействие на окружающую среду вредных выбросов от сжигания на электростанциях высокозольного и высокосернистого угля.

Следовательно, на обогатительных фабриках и в углеподготовительных цехах злободневна проблема – как выделить и убрать повышенную влагу из шлама.

В последние три года ряд углеперерабатывающих предприятий подтвердили возможность применения шламов класса 0–1(3) мм в качестве исходного продукта для переработки и получения топлива зольностью до 20%, которое пригодно для применения на теплоэлектростанциях. Однако эти методы обладают существенным недостатком, поскольку в процессе обогащения влажность угля значительно увеличивается, а это, конечно же, негативный показатель при оценке его качества. Достаточно отметить, что повышение влажности на 1% при коксовании приводит к снижению производительности коксовых печей на 5%, к уменьшению их срока службы на 6%, а производительность коксования увеличивается на 3%.

В этой связи целесообразно создание специализированных фильтрующих

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

центрифуг для обезвоживання мелкозернистого шлама, отличающихся высокой износостойкостью и повышенными гидрофобными свойствами.

В решении проблемы дальнейшего снижения влажности шлама важная роль отводится созданию принципиально нового типа обезвоживающего оборудования, по технико-экономическим показателям значительно превосходящее существующее. Большую роль играют также вопросы научно-обоснованного выбора конструктивных параметров центрифуг для обезвоживання шлама, исследование их работы, разработка методов технологического расчета и построение математической модели процесса отделения влаги при центрифугировании, а также математической модели движения материала в роторе центрифуги. Успешное решение этих задач позволило повысить технологическую эффективность центрифугального обезвоживання и вместе с тем улучшить технико-экономические показатели, всего процесса отделения влаги от шлама. Кроме содержания тонких зерен, на процесс обезвоживання шлама в большей или меньшей степени влияют другие факторы, которым отнести производительность и выход твердого осадка. В свою очередь эти факторы можно разделить на три группы:

- сырьевые, т.е. тип угля, его распределение по крупности, а также вид, содержание и распределение в нем минерального вещества;

- параметры оборудования (фильтров, центрифуг): конструкция, форма, типоразмеры, эксплуатационное состояние (износ, загрязнение), фильтроткань, или сетчатая рабочая поверхность (материал, вид ткани, размер щели сита), непрерывный или периодический режим работы;

- определяющие производственные условия, такие как содержание твердого в питании для исходного материала, разрежение (фильтр) или показатель фактора разделения (для центрифуг), частота вращения фильтрующей поверхности, глубина погружения, размеры зон обезвоживання и отсасывания или соответственно продолжительность обезвоживання, качество воды (показатель рН, содержание соли, температура), вид и расход реагентов, а также удельная пропускная способность.

Для обезвоживання шлама в основном применяются ленточные вакуум-фильтры, реже пульсирующие, осадительные или осадительно-фильтрующие центрифуги. Все эти аппараты позволяют получать влагу в пределах 28–35% на вакуум-фильтрах и 25–32 – на центрифугах. В то же время существующие кондиции по влаге, например для коксовой шихты, составляют 5–6%, что достигается благодаря термической сушке части смеси мелкого концентрата, шлама и всего флотоконцентрата. Но, как известно, сушка – дорогой процесс, требующий значительных капитальных и эксплуатационных затрат на каждый процент влаги, испаренной из материала. Поэтому усовершенствование способов снижения влажности угля дешевыми механическими средствами уделяется большое внимание. Для обезвоживання

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

угольного шлама крупністю 3–0 мм за рубежом використовуються пульсуючі або шнекові фільтруючі центрифуги "Контурбекс" фірми "Зибтехнік" (Німеччина). В Україні широке застосування знаходить шнекова центрифуга ЦфШнГ-1,00-ВМ, розроблена в Гіпромашуглеобогаченні.

Конусність ротора, кількість заходів шнека, а також відносна швидкість обертання шнека і ротора дозволяють пристосувати центрифугу до будь-яких умов експлуатації, що робить її універсальною. При значній центробіжній силі (в сотні разів перевищує силу тяжкості) положення осі ротора (вертикальне або горизонтальне) практично не впливає на процес обезводження. Однак у вертикальних машин осадок вивантажується по всьому діаметру корпусу (до 2 м) і при подачі його на конвеєр вимагається бункер відповідних розмірів, а у горизонтальних машин осадок викидається з вузької камери (ширина до 400 мм). Але головне те, що у горизонтальної машини сборочні одиниці (привід, редуктор з шестнями, камери фільтрата і осадка, загрузочне пристрій, шнек і ротор) легкодоступні; відсутня централізована система мастила, так як масло заливається безпосередньо в корпус редуктора; тому вона зручніша для технічного обслуговування, ніж вертикальна.

В Гіпромашуглеобогаченні проведені дослідження по опрацюванні динамічного режиму і конструктивних елементів на моделі центрифуги, встановленої на ЦОФ "Красноліманська". По існуючій схемі обезводження шламу на цій фабриці здійснювалося на ленточних вакуум-фільтрах. При цьому вологість осадка становила 19,5–30,7%. Модель центрифуги забезпечила вологість осадка від 10 до 11,25% при уносі твердого з фільтратом 92 132 г/л. В ході випробувань експериментально визначені абсолютна і відносна кутові швидкості обертання ротора і шнека; коефіцієнт розділення і час центрифугування, що забезпечують умовну вологість осадка; конструктивні елементи і розміри ротора і шнека. З урахуванням отриманих високих технологічних показників прийнято рішення про виготовлення промислових зразків центрифуг для постачання на ЦОФ "Красноліманська" замість ленточних вакуум-фільтрів.

Відмінною особливістю нової центрифуги ЦфШнГ-1,00-ВМ – розташування конічного ротора меншим основою в бік вивантаження осадка. Це дозволяє в зоні заправки мати розвинуту фільтруючу поверхню, що вигідно впливає на режим фільтрації, з однієї сторони, а з іншої – виключає витік рідинної фази по внутрішній поверхні ротора в зону вивантаження осадка. Завдяки такому розташуванню ротора досягнута можливість обезводжувати вихідний матеріал з підвищеним вмістом вологи в вихідному продукті (рис. 1).

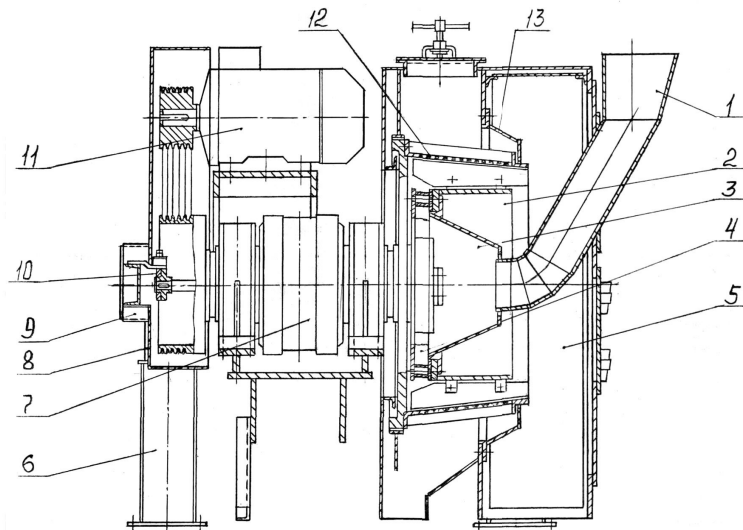


Рис. 1. Центрифуга ЦфШнГ-1,00-ВМ (ФГШ-1000):
1 – загрузочная труба; 2 – шнек; 3-конус; 4 – разбрасыватель; 5 – корпус;
6 – опора; 7 – редуктор; 8 – виброизолятор; 9 – рама; 10 – тормоз;
11 – электродвигатель; 12 – ротор; 13 – перегородка

Внутри ротора вращается шнек, транспортирующий осадок в зону выгрузки. Шнек (рис. 2) предназначен для транспортировки обезвоженного материала и состоит из скребков (1), корпуса (2) и стоек (3). Скребки крепятся к стойкам, установленным на корпусе. По мере изнашивания скребки подлежат замене. Для сообщения ротору и шнеку различных угловых скоростей служит планетарно-дифференциальный редуктор, ротор закреплен на ведущем валу, а шнек – на ведомом валу редуктора. Ротор и шнек вращаются с небольшой разницей оборотов, пока центральная вал-шестерня редуктора неподвижна. Если момент трения между ротором и шнеком превысит допустимый момент вращения, то в действие вступает предохранительный механизм, защищающий редуктор и вращающиеся узлы от поломок.

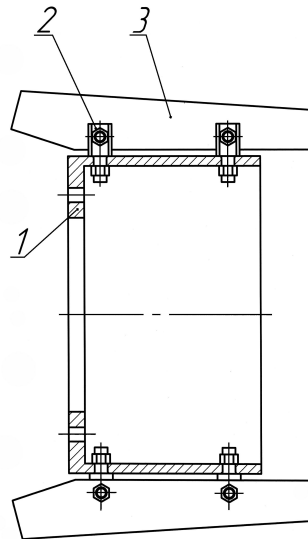


Рис. 2. Шнек

Относительное движение отсутствует, т.е. ротор и шнек вращаются с одинаковым числом оборотов и транспортирование материала прекращается. Для предания вращательного движения поступающему в центрифугу материалу имеются раскручивающий конус и разбрасыватель, рабочие поверхности, которых защищены твердосплавной наплавкой и минералокерамическим материалом.

Вращающиеся части центрифуги находятся в корпусе, разделенном перегородкой на камеры фильтрата и осадка. Сборочные единицы смонтированы на раме, установленной на виброизоляторах, которые снижают динамические нагрузки на перекрытие. Благодаря тому, что осадок движется по ротору от большего диаметра к меньшему, на его внутренней поверхности образуется подслои из перерабатываемого материала, толщина которого равна зазору между кромкой витка шнека и внутренней поверхностью ротора. Подслои уменьшают унос твердой фазы с фильтратом и защищают ротор от износа.

Сравнение технологической эффективности и технико-экономических показателей работы оборудования для обезвоживания угольного шлама

В данном случае сравнивается работа фильтрующих и осадительно-фильтрующих центрифуг, а также ленточных вакуум-фильтров.

Шламные центрифуги различных типов, характеризующиеся центробежным полем с высоким разделительным числом, обеспечивают получение осадка более низкой влажности по сравнению с кеком вакуум-фильтров любого типа и в некоторых условиях конкурируют с фильтрами под давлением.

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

Центрифуги, як і любые сучасные машини, повинні мати надійність в роботі, вимагати мінімуму уходу і ремонтів, передбачувати можливість автоматичного управління їх роботою.

Технологічна ефективність роботи фільтруючих центрифуг оцінюється, як правило, двома основними показателями – ступенню ущільнення осаду, кінцевою вологістю обезвоженого осаду і втратами вугля з фугатом, т.е. з відділюваною рідиною фазою. Крім того, з технологічної точки зору велике значення має попутне зниження зольності (а іноді і сернистості) обезвожуваного продукту. Вологість обезвоженого вугля в центрифугі залежить в першу чергу від гранулометричної характеристики поступаючого в машину матеріалу і особливо від вмісту в ньому найменших класів і листих частинок. Межа механічного обезвожування вугля, який може бути досягнутий в центрифугах, – так звана максимальна молекулярна вологемісткість, т.е. кількість зовнішньої води, яку утримує поверхня частинок і в міжчастинних порах молекулярними силами і може бути видалено тільки з допомогою термічної сушки. Тому чим менше вологість продукту, поступаючого на сушку, тим менше витрат на цей дорогий процес.

Наряду з характеристикою обезвожуваного матеріалу технологічна ефективність роботи центрифуг визначається конструктивними параметрами, до яких відносяться: величина центробежної сили (фактор розділення); удільна навантаження на фільтруючі сита і характер самої фільтруючої поверхні (площа сит, живий переріз щелей, наявність підслоя і т.д.); час перебування матеріалу в роторі, визначене довжиною ротора, кутом конусності, швидкістю обертання і т.д.; рівномірність навантаження на сита центрифуги і рівномірність живлення.

Серед техніко-економічних показників слід виділити удільні витрати електроенергії, металомісткість машини, необхідну площу і об'єм виробничого приміщення під машину і, нарешті, витрати на експлуатацію (табл.1). Шнекові фільтруючі і осадительно-фільтруючі центрифуги порівняно з вакуум-фільтрами мають переваги:

- можливість живлення як стисненою, так і розбавленою пульпою з широкими варіаціями крупності;
- універсальність застосування, т.е. для різних продуктів, різко відрізняються один від одного за якістю і гранулометричним складом;
- простота експлуатації;
- відсутність потреби в допоміжному обладданні;
- менші габаритні розміри і енергопотреблення;
- в деяких випадках менша вологість обезвоженого матеріалу.

Шнекові фільтруючі центрифуги порівняно з осадительно-фільтруючими во багато вигідніші. Для них, зокрема,

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

характерно:

- отсутствие потребности во вспомогательном оборудовании;
- меньшие габаритные размеры и энергопотребление;
- меньшая влажность обезвоженного материала;
- низкая удельная металлоемкость и энергоемкость.

Введение в эксплуатацию фильтрующих центрифуг ЦфШнГ-1,00-ВМ для обезвоживания шламов крупностью 0–3мм с одновременным снижением зольности исходного продукта проведено впервые в отечественной практике.

Таблица 1

| Тип, марка и параметры машин, страна-производитель | Питание | | Обезвоженный осадок, % | Фильтрат, содержание твердого, г/л | Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т | Удельная металлоемкость, кг/т·ч |
|---|---|--------------------------|------------------------|---|---|---------------------------------|
| | производительность, м ³ /час | содержание твердого, г/л | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ЦфШнГ-1,00-ВМ Длина 2,4 Ширина 2,4 Высота 2,05 Масса, кг 4350 Мощность, кВт 37 | 80–100 | 450–800 | 10–15 | 80–200 (в зависимости от крупности питания) | 0,45 | 43,5 |
| "Контурбекс" Н 900 (США) Длина 2,0 Ширина 2,45 Высота 2,0 Масса, кг 3650 Мощность, кВт 55 | До 80 | 450–800 | 15–18 | 150–200 (в зависимости от крупности питания) | 0,9 | 45,6 |
| "Зибтехник" Н1000 (Германия) Длина 2,6 Ширина 2,7 Высота 2,6 Масса, кг 8000 Мощность, кВт 90 | До 100 | 450–800 | 14–18 | 150–200 (в зависимости от крупности питания) | 0,9 | 80 |
| СМІ -ЕВW-36(США) Длина 2,6 Ширина 2,1 Высота 2,3 Масса, кг 4600 Мощность, кВт 55 | До 100 | 500–650 | 12–18 | 100 – 200 (в зависимости от крупности питания) | 1,8 | 57,5 |

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

| | | | | | | |
|---|--------|---------|-------|---|-----|----|
| НОГШ-1320Ф Длина 4,25 Ширина 3,7 Высота 1,45 Масса, кг 13800 Мощность, кВт 160 | До 200 | 170–420 | 25–30 | 45–85 (в зависимости от крупности питания) | 0,8 | 69 |
|---|--------|---------|-------|---|-----|----|

Продолжение табл. 1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|-------|---------|---------|---|----|-----|
| "Декантер" (США) SVS 1100x3300 Длина 5,4 Ширина 3,2 Высота 1,7 Масса, кг 12000 Мощность, кВт 160 | До 80 | 300 | 18–28,4 | 30–40 | 2 | 150 |
| Ленточный вакуум-фильтр Лсх 20-2,8У Масса, кг 35000 Мощность, кВт 335 | До 12 | 450–800 | 19–31 | 70–90 (в зависимости от крупности питания) | 28 | 292 |

До настоящего времени они эксплуатируются в количестве 36 штук на следующих угольных предприятиях: ЦОФ "Краснолиманская", установка ООО "Донуглекон" (илонакопитель), ЦОФ "Чумаковская", АП "Шахта им. А.П. Засядько "ЦОФ Киевская", ЦОФ "Павлоградская", ЦОФ "Дзержинская", ООО "Моспинское УПП", ЦОФ "Стахановская", ЦОФ "Кураховская", ЦОФ "Пролетарская", ЦОФ "Комсомольская", ООО "Дзержинскэнергоресурсы" (илонакопитель), ООО "Новаторспецстрой" (илонакопитель), ООО "Рассвет" (илонакопитель), ОФ шахты им. Известий в Украине; ОФ шахты им. Кирова г. Ленинск-Кузнецк и ГОФ "Интинская" (г. Инта, России.)

Технологическая эффективность названных центрифуг:

1. Снижение зольности шлама, поступающего на обезвоживание в среднем в два раза; конечной влажностью обезвоженного осадка, поступающего на сушку.

2. При смешивании обезвоженного осадка мелкого концентрата крупностью 0,5–13мм с обезвоженным шламом центрифуги ЦфШнГ-1,00-ВМ крупностью 0–3мм возможно исключение такого дорогостоящего процесса, как сушка. Сушка составляет более 30% всех эксплуатационных расходов (влажность мелкого концентрата 6%, влажность шлама 10%, при смешивании этих продуктов средний показатель влажности составляет порядка 8%, что удовлетворяет требованиям потребителей).

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

3. Охрана окружающей среды за счет уменьшения сброса высокозольных шламов за пределы обогатительной фабрики.

4. Улавливание и обезвоживание высокозольных шламов из наружных илосборников мобильных обогатительных установок.

Технология с извлечением угля по всем классам крупности (до нуля), использующая исключительно механические методы обезвоживания концентрата и шлама без использования термической сушки казалась одним несбыточной мечтой, а другим – полной утопией.

Новая центрифуга, испытанная в промышленных условиях, высокопроизводительная и эффективная. Применение центрифуги данного типа позволяет дополнительно извлекать товарный продукт при переработке первичных шламов, поступающих с рядовым углем углеобогатительных фабрик, а также при обогащении шламов илосборников, что дает народному хозяйству тысячи тонн товарного продукта.

Фильтрующие центрифуги позволяют добиться более низкой влажности обезвоженного продукта, чем вакуум-фильтры и осадительные центрифуги. Причем в условиях длительной эксплуатации лучшие результаты показали фильтрующие центрифуги, требующие минимальных затрат труда и времени на обслуживание и уход. К другим преимуществам этих центрифуг относится их работа без подачи флокулянтов и химических средств, способствующих обезвоживанию. К тому же из фильтрующей центрифуги разгружается сыпучий материал.

Технико-экономические показатели эксплуатации для обезвоживания шлама в ЦфШнГ-1,00-ВМ приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Параметр и размер | Норма |
|--|----------|
| Показатель назначения | |
| Производительность по исходному материалу, м ³ /ч | 100–120 |
| Производительность по осадку, т/ч | 20–25 |
| Общая влажность исходного материала, % | 45–50 |
| Содержание твердого в питании, кг/м ³ | 450–800 |
| Общая влажность осадка, % | 10–15 |
| Максимальный внутренний диаметр ротора, мм | 1000±3 |
| Ширина щели фильтрующей поверхности ротора, мм | 0,4±0,1 |
| Номинальная мощность двигателя, кВт | 37 |
| Частота вращения ротора, с ⁻¹ | 10±0,08 |
| Частота вращения шнека, с ⁻¹ | 9,8±0,08 |
| Габаритные размеры, мм, не более | |
| длина | 2400 |
| ширина | 2400 |
| высота | 2050 |
| Масса, кг, не более | 4350 |

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

| Показатель надежности | |
|---|-----------|
| Девяносто процентный ресурс до первого капремонта, ч, не менее | 18000 |
| Средний ресурс до первого капитального ремонта ч, не менее | 30000 |
| Средняя наработка на отказ, час, не менее | 1650 |
| Показатели экономного расходования материалов и электроэнергии | |
| Удельная масса, кг/т·ч, не более | 43,5 |
| Удельный расход электроэнергии кВт·ч/т, не более | 0,46 |
| Показатель эргономики | |
| Корректированный уровень звуковой мощности, дБ.А, не более | 80 |
| Амплитудные значения (верт. и гориз.) динамических нагрузок, Н | 1,5 и 0,6 |
| Температура нагрева подшипников, °С | 50 |

Сравнение расходов минимальной влажности осадка

Далее сопоставлены расходы, отнесенные к минимальной влажности осадка (центрифуга ЦфШнГ-1,00-ВМ) при условии, что разница во влажности обезвоженных продуктов отдельных аппаратов должна ликвидироваться с помощью термической сушки.

По данным ЦОФ "Свердловская", для сушки тонны шлама с исходной влажностью 15% и доведением его до влажности 6,5% необходимо израсходовать 10 м³ газа стоимостью 0,44 грн/м³. При сушке тонны шлама испаряется воды: $1 \cdot 0,15 - 1 \cdot 0,065 = 0,085$ т. Стоимость тонны испаренной воды составит: $(10 \cdot 0,44) / 0,085 = 51,76$ грн. Годовой фонд работы ЦОФ принимаем 5000 ч.

Вариант 1. Центрифуга фильтрующая ЦфШнГ-1,00-ВМ

1. Производительность по обезвоженному материалу 30 т/ч.
2. Влажность осадка максимальная 15%.
3. Затраты на приобретение центрифуги 180 000 грн.
4. Годовые затраты на испарение влаги с 15 до 6,5%:
 $30 \cdot (0,15 - 0,065) \cdot 51,76 \cdot 5000 = 659\,940$ грн.
 ИТОГО: $180\,000 + 659\,940 = 839\,940$ грн.

Вариант 2. Центрифуга фильтрующая "Контурбекс" Н900

1. Производительность по обезвоженному материалу 30 т/ч.
2. Влажность осадка максимальная 18%.
3. Затраты на приобретение центрифуги 954 000 грн.
4. Годовые затраты на испарение влаги с 18 до 6,5%:
 $30 \cdot (0,18 - 0,065) \cdot 51,76 \cdot 5000 = 892\,860$ грн.
 ИТОГО: $954\,000 + 892\,860 = 1\,846\,860$ грн.

Вариант 3. Центрифуга фильтрующая "Зибтехник" Н100

1. Производительность по обезвоженному материалу 30 т/ч.
2. Влажность осадка максимальная 18%.
3. Затраты на приобретение центрифуги 1 437 530 грн.

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

4. Годовые затраты на испарение влаги с 18 до 6,5%:

$$30 \cdot (0,18 - 0,065) \cdot 51,76 \cdot 5000 = 892\,860 \text{ грн.}$$

$$\text{ИТОГО: } 1\,437\,530 + 892\,860 = 2\,330\,390 \text{ грн.}$$

Вариант 4. Центрифуга фильтрующая СМІ-ЕВW-36

1. Производительность по обезвоженному материалу 30 т/ч.

2. Влажность осадка максимальная 18%.

3. Затраты на приобретение центрифуги 1 200 300 грн.

4. Годовые затраты на испарение влаги с 18 до 6,5%:

$$30 \cdot (0,18 - 0,065) \cdot 51,76 \cdot 5000 = 892\,860 \text{ грн.}$$

$$\text{ИТОГО: } 1\,200\,300 + 892\,860 = 2\,093\,160 \text{ грн.}$$

Вариант 5. Центрифуга осадительно-фильтрующая НОГШ-1320Ф

1. Производительность по обезвоженному материалу 20 т/ч.

2. Влажность осадка максимальная 30 %.

3. Затраты на приобретение центрифуги 650 000 грн.

4. Годовые затраты на испарение влаги с 30 до 6,5%:

$$30 \cdot (0,30 - 0,065) \cdot 51,76 \cdot 5000 = 1\,824\,540 \text{ грн}$$

$$\text{ИТОГО: } 650\,000 + 1\,824\,540 = 2\,474\,540 \text{ грн.}$$

Вариант 6. "Декантер" SVS 1100x3300

1. Производительность по обезвоженному материалу 30 т/ч.

2. Влажность осадка максимальная 29%.

3. Затраты на приобретение центрифуги 3 445 000 грн.

4. Годовые затраты на испарение влаги с 29 до 6,5%:

$$30 \cdot (0,29 - 0,065) \cdot 51,76 \cdot 5000 = 1\,746\,900 \text{ грн.}$$

$$\text{ИТОГО: } 3\,445\,000 + 1\,746\,900 = 5\,191\,900 \text{ грн.}$$

Вариант 7. Ленточный вакуум-фильтр Лсх 20-2,8У

1. Производительность по обезвоженному материалу 20 т/ч.

2. Влажность осадка максимальная 30,7%.

3. Затраты на приобретение вакуум-фильтра 520 000 грн.

4. Годовые затраты на испарение влаги с 30,7 до 6,5%:

$$20 \cdot (0,307 - 0,065) \cdot 51,76 \cdot 5000 = 1\,252\,592 \text{ грн.}$$

$$\text{ИТОГО: } 520\,000 + 1\,252\,592 = 1\,772\,592 \text{ грн.}$$

Список литературы

1. Вертола Л.Т., Дьяков Г.И. Некоторые вопросы конструирования шнековых центрифуг. // Тр. Гипромашуглеобогащения. – М.: Недра, 1965. – Т.І. – С. 47–51.

2. Вертола Л.Т. Расчетный метод определения скорости и толщины слоя осадка в роторах центрифуг со шнековой выгрузкой осадка. – М.: Наука, 1969. – 325 с.

3. Богеншнайдер Б., Фридрихсмайер Р., Кайдан Х. Обезвоживание угольного шлама на осадительно-фильтрующих центрифугах. – Глюкауф, 1980. – С. 54–50.

4. Вертола Л.Т., Кофанов А.С. Новое оборудование для эффективного обезвоживания крупнозернистого шлама илонакопителей // Збагачення корисних копалин: Науч.-техн. зб. –

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

2003. – Вып. 17(58). С. 110–116.

5. **Визиковски К.** 1994–2004. "СЕТКО" в Кузбассе – этапы большого пути. Осадительно-фильтрующие центрифуги "Декантер" (США) // Уголь: ежемес. науч.-производ. журнал (Россия). – 2004. – №8. – С. 72–77.

6. **Кофанов А.С., Гаркушин Ю.К., Курченко И.П.** Интенсификация процесса обезвоживания углей // Уголь Украины – 2002. – № 9. – С. 38.

7. **Трошин Г.П.** Обогащение угольного шлама на осадительных центрифугах // Уголь Украины. – 2003. – № 5. – С. 44.

8. **Трошин А.Г.** Закономерности процесса обезвоживания зернистых материалов в фильтрующей центрифуге с выгрузкой осадка дисковым упором: Авторе. дис. – Харьков, 2004.

9. **Шлау А.В.** Исследование и создание фильтрующих центрифуг для обезвоживания угля: Авторе. дис. – Люберцы, 1980.

10. Современное зарубежное углеобогатительное оборудование. – М.: ЦНИИЭИуголь, обзорная информация. – 1985. – Вып.12. – С. 31, 33.

© Вертола Л.Т., Абрамюк С.Ф., 2005

*Надійшла до редколегії 10.10.2005 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком*