

6. http://electro-nagrev.ru/tekhnicheskie_voprosy/raschet-i-podbor-nagrevateley/raschet-moshchnosti-i-podbor-obogrevatelya-shkafov-avtomatiki/. Расчет мощности и подбор обогревателя шкафов автоматики. – Компания Электронагрев, 2012 – 2017.
7. <http://x-teplo.ru/uteplenie/obzory-materialov/tablica-teploprovodnosti.html>. Таблица данных по теплопроводности утеплителей. – Компания X-ТЕПЛО, 2012 – 2017.

ABSTRACT

Purpose. To prove the directions and ways of solving the problem of thermocouples thermometry modernization, that can bring new quality accounting and analysis processes of self-warming grain, which is stored in a silo elevator.

The methods of research is to analyze the advanced equipment and circuit solutions for the elevator thermometry systems based on thermocouples and features of the application on real solutions for elevator thermometry systems.

Findings. Proved that specialized thermometry can realize as open system and can use to solve the thermometry problem industrial automation equipment.

The originality is to determine the modernization ways of thermocouple thermometry systems with using of standard comptrollers, such as Siemens and OWEN.

Practical implications. To develop the circuit solutions for real factories. To prove that the solutions for Ukraine climate does not need heat thermometry system cabinets placed in high gallery if they use the OWEN element base.

Keywords: *thermometry, thermocouples, termopendant, measurer, selector, comptroller.*

УДК 54.061:621.928.45

© Л.І. Цвіркун, Л.В. Бешта

АНАЛІЗ СТАНУ І ВИБІР МЕТОДУ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЬНИХ ШЛАМІВ З МЕТОЮ ПОДАЛЬШОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ

© L. Tsvirkun, L. Beshta

ANALYSIS AND SELECTION METHOD OF ENRICHMENT COAL SLUDGE TO FURTHER AUTOMATION

Проведено аналіз стану збагачення вугілля і серед гравітаційних методів виконано вибір найбільш ефективного для збагачення вугільних шламів. Наведено детальний розгляд конструкції і дослідження принципу роботи гравітаційного класифікатора з метою подальшої автоматизації.

Проведен анализ состояния обогащения угля и среди гравитационных методов выполнено выбор наиболее эффективного для обогащения угольных шламов. Приведено подробное рассмотрение конструкции и исследование принципа работы гидравлического классификатора с целью дальнейшей автоматизации.

Вступ. Процес збагачення вугілля полягає в обробці видобутої сировини, в результаті якої відділяється чисте вугілля від різних мінеральних домішок і порожніх порід. При збагаченні вугілля отримуються зазвичай три види продукту: концентрат низькозольний, малосірчистий; промпродукт високозольний (енергетичне паливо); шлами.

На сьогоднішньому ринку збуту вугілля потрібен концентрат кращої якості з низьким вмістом золи, вологи і сірки. Збагачення шламу є в даний час важливою проблемою, вирішення якої дозволить не тільки знизити втрати палива з відходами, а й поліпшити технологію збагачення вугілля, збільшити вихід цінних продуктів збагачення і знизити собівартість концентрату.

Метою дослідження є аналіз стану, вибір і обґрунтування методу збагачення вугільних шламів з метою подальшої автоматизації.

Аналіз можливих напрямків вирішення задачі. Весь цикл переробки сировини з метою збагачення вугілля проходить на збагачувальних підприємствах і включає в себе три основних етапи [1].

Підготовчий етап. Включає наступні стадії обробки: дроблення, подрібнення, грохочення та класифікація.

Безпосереднє збагачення вугілля. При збагаченні вугілля зазвичай застосовують три методи збагачення: гравітаційний, флотаційний та електрична сепарація.

Заключний етап збагачення вугілля. На останній стадії переробки проводиться сушка очищеного вугілля. Цей етап потрібен тільки при мокрому способі збагачення.

Через сучасну механізацію видобутку вугілля, рядове вугілля містить багато дрібних фракцій і породи, що приводить до збільшення вугільної дріб'язки і відповідно шламів при збагаченні.

Зазвичай дрібні фракції вугілля менш 0,5 мм збагачувалася пінною флотацією. Однак вартість будівництва флотаційної лінії дуже висока, так само як і витрати на закупівлю реагентів. Тому розробка нових технологічних рішень, які спрямовані на ефективну переробку шламів з отриманням товарного продукту з поліпшеними споживчими властивостями, є актуальною і має велике практичне значення. Одним з таких технологічних рішень є гравітаційні методи збагачування.

Гравітаційними методами збагачення називаються процеси, в яких поділ мінеральних часток, що відрізняються щільністю, розміром або формою, з відмінностями в характері і швидкості їх руху в середовищі, виконується за рахунок сили тяжіння і сил опору.

Гравітаційні методи збагачення вугільних шламів нефлотаційної крупності займають провідне місце серед інших методів збагачення, як в практиці переробки вугілля, так і золотовмісних, вольфрамкових руд і руд чорних металів [2]. Дані технології мають високу економічну ефективність, так як висока продуктивність гравітаційних машин дозволяє спрощувати технологічні схеми збагачувальних фабрики. Це дозволяє знижувати питомі капітальні витрати на їх бу-

дівництво, собівартість переробки і зменшувати кількість обслуговуючого персоналу.

Вибір методу збагачення. В останні роки застосовуються такі методи гравітаційного збагачення вугільних шламів: на важкосередовищних циклонах, гвинтових сепараторах, відсадочних машинах, гідросайзерах тощо.

Збагачення в важкосередовищних гідроциклонах. Важкосередовищні гідроциклони застосовуються для збагачення вугілля з нижньою межею крупності 0,5 мм, в ряді випадків – 0,1 мм.

Значення похибки поділу E_{pm} при цьому становить 40-80 кг/м³. Перевагами технології збагачення вугілля в важкосередовищних гідроциклонах є: відносно висока точність поділу; ефективне збагачення вугілля важкої і дуже важкої збагачуваності; висока точність регулювання щільності поділу [2].

Недоліки: відносно високі експлуатаційні витрати (головним чином на електроенергію і магнетит); необхідність регенерації магнетитової суспензії.

Збагачення на гвинтових сепараторах. Застосування гвинтових сепараторів базується на низьких експлуатаційних витратах при досить високій ефективності поділу вихідного вугілля на фракції різної щільності, особливо при виділенні високозольних важких фракцій. Можна стверджувати, що це найменш витратне обладнання, що застосовується в гравітаційних процесах збагачення. У ньому відсутні рухомі частини, приймачі електроенергії, не використовуються реагенти та інші витратні матеріали, а процес поділу відбувається при самопливі матеріалу по криволінійній поверхні в результаті дії гравітаційної і відцентрованої сил. Похибка поділу $E_{pm} = 100-250$ кг/м³. Нижня межа крупності живлення гвинтових сепараторів знаходиться у межах 0,1-0,15 мм, що дає можливість істотно знизити навантаження на дорогий процес флотації [2].

Відсадочні машини для збагачення шламів набули широкого поширення в практиці збагачення всіх типів енергетичного і коксівного вугілля легкої та середньої збагачуваності завдяки [1]: можливості ефективного збагачення вугілля різного фракційного і гранулометричного складів в широкому діапазоні їх марочної приналежності, цільового призначення та збагачуваності; малоопераційності технологічного комплексу; високої продуктивності (5-20 т/рік на 1м² робочої площі відсадочної машини); відносно низької енергоємності процесу.

Але для збагачення тонких шламів ефективність їх застосування відносно низька. Похибка поділу для класу 0,5x1 мм становить 170 кг/м³, а для класу 0,1x0,5 мм – 230 кг/м³.

Гідросайзери (гідравлічні класифікатори). Гідросайзери використовуються на багатьох збагачувальних фабриках Австралії, Великобританії, Індії, Китаю, Польщі, США, ПАР. Застосування гідросайзерів є вирішенням проблем при збагаченні дрібних вугільних фракцій, оскільки останні забезпечують високоефективний витяг вугільної фракції розміром 0,08-3 мм.

Метод поєднує відносно низькі капітальні та експлуатаційні витрати з можливим простим автоматичним режимом роботи [1,2].

Переваги гідросайзерів: відносна простота пристрою, можливість збагачення вугілля по низькій щільності поділу менше 1500 кг/м³, можливість авто-

матичного регулювання щільності поділу, відносно висока питома продуктивність, великий термін роботи, більш низькі значення E_{pm} . Недоліки: низька ефективність збагачення вугілля важкою збагачуваності, потреба в чистій оборотній воді для забезпечення процесу збагачення, вузький клас крупності часток ефективно збагачуваних в одному апараті. Похибка E_{pm} роботи гідросайзерів становить 70-150 кг/м³ при щільності поділу 1350-2000 кг/м³.

Таким чином аналіз показує, що для збагачення вугільних шламів найбільш ефективним є гравітаційний метод із застосуванням гідросайзерів.

Аналіз конструкції гідросайзера. Розглянемо гідросайзер "Floatex", який досконало конструкцію за рахунок обладнання декількома розвантажувальними клапанами для стабілізації режиму поділу і може бути застосований для збагачення вугільних шламів [3].

Детальний розгляд конструкції і принципу роботи гідросайзера "Floatex" може бути використаний при розробці алгоритмів керування апаратом з метою подальшої автоматизації. При цьому слід звернути увагу на процес розподілу матеріалу в потоках рідини, що підіймається у верхній його частині, який мало вивчений.

Апарат "Floatex" представляє собою сепаратор з стисненим осадженням в потоці води, що підіймається [4]. Апарат є ємністю, яка звужується до низу (рисунк 1).

Потік води, що підіймається, вводиться під постійним тиском і заданої швидкості потоку в камеру тиску, звідки він рівномірно розподіляється в основу гідросайзера через розподільну пластину. Потік води подається окремим насосом з бака з постійним підживленням води.

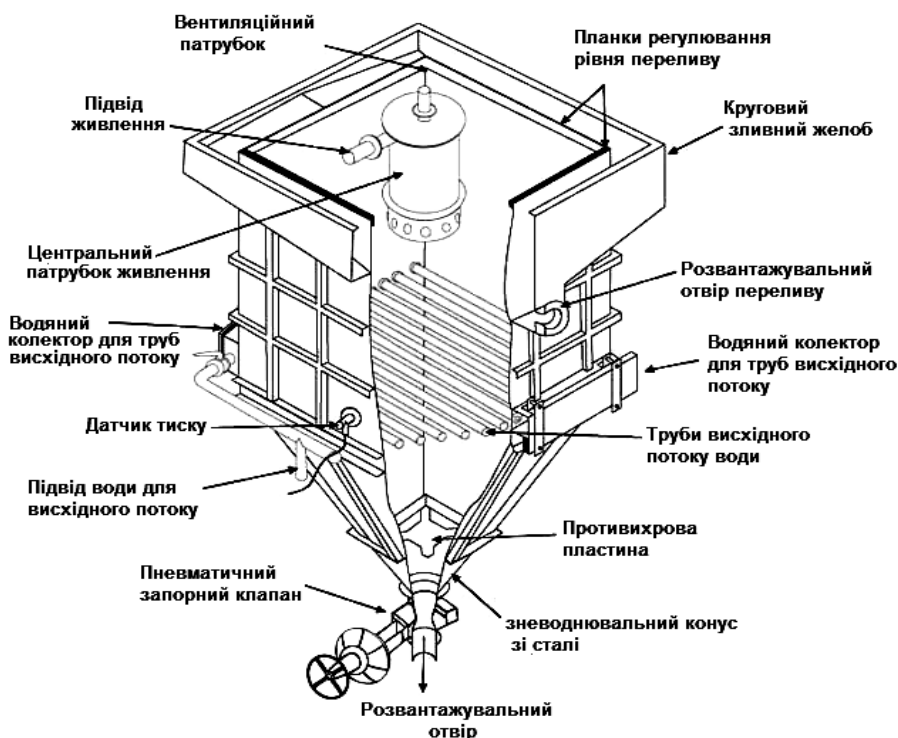


Рис. 1. Гідралічний класифікатор «Floatex»

Для досягнення необхідного значення швидкості потоку при запуску установки передбачена система клапанів регулювання потоку разом з витратомірами.

По виду процесів, апарат можна розділити на дві частини: відділення класифікації (вище подачі води) і відділення збору і розвантаження важких фракцій (нижче подачі води).

Між ними розташовується пристрій (система трубок, встановлених на певній відстані одна від одної), який утворює висхідні потоки рідини.

Через верхню частину в гідросайзер безперервно завантажуються вугільні шлами у вигляді пульпи, з вмістом 40-60% твердої фази за масою. З надходженням пульпи мінерали взаємодіють з попередньо сформованим прошарком, який знаходиться в підвішеному стані за рахунок висхідного потоку води, швидкість якого визначається гранулометриєю і плотнометрією живлення та необхідною щільністю поділу пульпи. Під час попадання часток в висхідний потік води відбувається їх поділ. Тверда фаза в гідросайзері розділяється таким чином, що більші (або тяжкі) частини концентруються в нижній частині сепаратора, а тонкодисперсні (легкі) частки – у верхній частині.

Таким чином, зважений прошарок утворюється на підкладці з важких фракцій, яка підтримує шар більш легкої фракції – вугілля.

Щільність зваженого прошарку підтримується регульованим скиданням надлишку матеріалу через розвантажувальні клапана гідросайзера.

Порції вихідного матеріалу, які подаються, витісняють дрібну і легку фракції вугілля через перелив гідросайзера в зливний жолоб. Важкі фракції опускаються до низу під дією сили тяжіння і згодом віддаляються через розвантажувальний отвір, що керується системою автоматичного регулювання. Для безперебійної роботи гідросайзера необхідно підтримувати постійну подачу висхідного потоку води при постійному тиску.

Висновки. Проведений аналіз стану збагачення дозволив вибрати гравітаційні методи, як найбільш ефективні для вугільних шламів. Додаткові дослідження довели, що для збагачення вугільних шламів необхідно застосовувати гідравлічні класифікатори. Детальний розгляд конструкції і принципа роботи гідросайзера "Floatex" може бути використаний при розробці алгоритмів керування апаратом з метою подальшої автоматизації.

Перелік посилань

1. Кармазин В.В. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых: учебное пособие / В.В. Кармазин, И.К. Младецкий, П.И. Пилов. – 2-е изд., стер. – М.: Горная книга, Издательство МГГУ, 2009. – 221 с. – ISBN 978-5-98672-130-9.
2. Сокур А.К. Обзор гравитационных технологий обогащения угольных шламов нефлотационной крупности / А.К. Сокур // Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб. / Нац. гірн. ун-т. – Д., 2012. – Вип. 51(92). С. 97-103.
3. Кирнарский А.С. К вопросу эффективной работы гидросайзеров / А.С. Кирнарский, А.Н. Иванченко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М.: Из-во МГГУ. – 2002. – №8. – С. 54 – 62.
4. Бешта Л.В. Физическая модель гравитационного обогащения угольных шламов в аппарате «Floatex» / Л.В. Бешта, Д.А. Бешта, Л.И. Цвиркун // Проблемы розвитку впрова-

дження інформаційних технологій у наукову та інноваційну сфери освіти: матеріали XI міжнар. конф., 25 листоп. 2014 р., м. Дніпропетровськ, Д.: Національний гірничий університет, 2014. – С. 30-31.

ABSTRACT

Purpose. Analysis, choice and justification for the method of enrichment of coal sludge for further automation.

The methods of the study is the analytical analysis of the known gravitational methods of enrichment of coal sludge, choosing the most effective and the research had studied the processes of distribution of material on top of the concrete hydraulic sizer.

Findings. The analysis of enrichment allowed to choose gravitational methods as the most effective for coal sludge. Additional studies have shown that enrichment of coal sludge should be used hydraulic classifiers.

The originality lies in the choice of gravitational most effective methods for enrichment of coal sludge and detailed descriptions for specific hydraulic sizer process of distribution of material in the upper part, which is poorly understood.

Practical implications. Can be used to develop control algorithms for hydraulic machine classifier for further automation.

Keywords: *enrichment, coal sludge, gravitational methods, hydraulic classifier, algorithms, control, automation*