

- процессы // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2008. – Вип.32(73). – С. 133-139.
5. Голиков А.С. Исследование накопления шлама в водно-шламовых системах с помощью критерия, учитывающего инерционность потоков // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Вип. 15(131), серія гірничо-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ, 2008. – С. 85-92. (Матеріали конференції до 80-річчя кафедри «Збагачення корисних копалин»).
6. Бакум П.А. Стабилизация качества оборотной воды на обогатительных фабриках // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2009. – Вип. 39(80). – С. 106-113.
7. Пилов П.И., Вершинина Н.М. Вязкость разбавленных суспензий при обогащении полезных ископаемых // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2010. – Вип.40(81). – С. 40-47.
8. Пилов П.И., Вершинина Н.М. Влияние качества оборотной воды на показатели обогащения титано-циркониевой руды // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2009. – Вип. 36(77)-37(78). – С. 192-196.

© Пилов П.И., Гук Н.В., 2018

*Надійшла до редколегії 12.09.2018 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким*

УДК 622.794

М.І. СОКУР, д-р техн. наук

(Україна, Кременчук, Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського),

Г.В. ГУБІН, д-р техн. наук

(Україна, Кривий Ріг, Государственное ВУЗ «Криворожский национальный университет»),

В.С. БІЛЕЦЬКИЙ, д-р техн. наук,

(Україна, Харків, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»),

Є.К. БАБЕЦЬ, канд. техн. наук

(Україна, Кривий Ріг, Науково-дослідний гірничорудний інститут)

АНАЛІЗ ЕНЕРГОВИТРАТ У ХВОСТОВИХ ГОСПОДАРСТВАХ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Постановка проблеми і стан її дослідження. Хвостові господарства гірничо-збагачувальних комбінатів призначені для організованого гідротранспорту і складування відходів (хвостів) збагачувальних фабрик у спеціально відведені місця (хвостосховища). Сучасні хвостосховища будують із розрахунку роботи ГЗК протягом 5-10 і більше років, їх периметр досягає 10-15 км, довжина напірних сталевих пульпопроводів діаметром 600-1200 мм складає від 0,5 до 9 км, транспортується пульпа з масовою часткою 3-6% твердого землесосами різних марок (20Гр-8Т; 28Гр-8Т; НП-500; НП-800 та ін.) [1-3]

Усі застосовувані методи розрахунку гідротранспортних установок враховують певні умови роботи: діаметр трубопроводу, густину гідросуміші, довжину пульпопроводів, шорсткість внутрішньої стінки поверхні трубопроводів, середню крупність хвостів і т.д. При цьому для розрахунку

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

гідротранспорту відходів збагачення необхідні такі вихідні дані: річна кількість відходів центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) Q_p , млн. т/рік; відстань транспортування L , м, кількість робочих днів ГТС на рік N_1 , тривалість роботи ГТС на добу t , годин, коефіцієнт використання ГТС у часі $k_1 = 0,93 - 0,98$, режим роботи ГТС – робота у три зміни по 8 годин, у тому числі 4 години ремонту, середня густина породи ρ_s , кг/м³, насипна густина породи ρ_n , кг/м³. Визначають: масову та об'ємну пропускну здатність ГТС по твердому матеріалу (в щільному та насипному стані)[4].

При вивченні роботи напірного гідротранспорту хвостів ГЗК виявилось, що для нормальної роботи системи «землесос-пульпопровід» необхідно змінювати в землесосі робоче колесо залежно від висоти і дальності подачі. Це дає можливість підбирати характеристику землесосів до змінної характеристики мережі. Це дозволяє виключити режими, при яких відбувається зализування труб, зайві витрати електроенергії, зменшуються паразитні потоки всередині землесосів, зменшується гідроабразивний знос, подовжуються строки служби обладнання[5].

Мета роботи – зниження енерговитрат у хвостовому господарстві.

Відповідно до мети роботи визначені такі *завдання* досліджень:

– обстеження хвостових господарств ГЗК Кривбасу з метою систематизації обладнання і споруд;

– вивчення статистичних матеріалів і даних замірів роботи великих енергоспоживачів: землесосів 28Гр-8, 28Гр, НІ-500, П-800 та аналіз їх роботи.

а) залежно від місця установки (І чи ІІ підйому. І, ІІ, ІІІ і т.д. фундаменту);

б) залежно від конструктивного виготовлення (сплав СС, корундування шлаками, корундом або іншими матеріалами);

– аналіз витрат електроенергії залежно від висоти і дальності транспортування хвостів;

– узагальнення всіх матеріалів і видача рекомендацій ГЗК з економії енергоресурсів у хвостовому господарстві.

Методика аналізу енерговитрат у хвостовому господарстві ГЗК. В основу методики досліджень покладені методи математичної обробки статистичних даних з роботи хвостових господарств, одержаних з «Листків запитань» і безпосереднім заміром на підприємствах. Перерозрахунок характеристики насоса при обрізанні коліс було виконано у відповідності з ГОСТ 9075-75 «Насоси центробіжні ґрунтові». При цьому зміни подачі й напору визначені за залежністю:

$$\frac{Q_{побр.}}{Q_{пнорм.}} = \left(\frac{D_{обр.}}{D_{норм.}} \right)^{1,6} ; \quad \frac{H_{побр.}}{H_{пнорм.}} = \left(\frac{D_{обр.}}{D_{норм.}} \right)^{2,3} .$$

Споживана потужність визначена за формулою:

$$N = \frac{\rho_r Q_n H}{102 \eta}, \quad \text{кВт}$$

При аналізі впливу кількості обертів робочого колеса (n) на характеристику насоса використані такі залежності:

$$Q_{n1} = Q_{n2} \frac{n_1}{n_2}; \quad H_1 = H_2 \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2; \quad N_1 = N_2 \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3.$$

Вплив діаметра пульпопровода на роботу землесоса визначався за:

$$D_{кр.} = \left[\frac{0,085 Q_r}{\sqrt[4]{\omega \left(\frac{\rho_r}{\rho_B} - 0,4 \right) \Delta_0^{0,1}}} \right]^{0,43}.$$

Коефіцієнт однорідності Δ_0 визначається:

$$\Delta_0 = \frac{3d_{10}}{d_{90}}; \quad \text{при } d_{кр.} = 0,20 \text{ мм } \Delta_0^{0,1} = 1.$$

У таблиці 1. наведена характеристика напірної подачі хвостів по ГЗК Кривбасу землесосами 28ГР-8т.

Аналіз роботи пульпонасосних станцій (ПНС), роботи землесосів, методів підвищення надійності їх роботи здійснювався методами збирання статистичних даних їх роботи та безпосередніми замірами.

Основними методами, прийнятими для оцінки експлуатаційної надійності землесосів 28Гр-8Т є експериментальні дослідження та аналітичні розрахунки із застосуванням методів математичної статистики.

В основу методу покладені такі принципи:

- хронометражні спостереження за термінами служби землесосів, їх деталей та вузлів;

- вивчення можливих методів регулювання режимами землесосів, попередження відмови, пошкоджень, поломок деталей вузлів.

Визначення кількості споживаної окремими апаратами електроенергії

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

виконувалося за допомогою трифазного лічильника. Визначення тиску в гідромережі – манометрами і вакуумметрами.

Оскільки робочі колеса зазнають гідроабразивного зносу, витрати електроенергії при подачі в одну і ту саму точку будуть змінюватися. Проведено дослідження у промислових умовах впливу гідроабразивного зносу на витрати електроенергії.

В результаті досліджень визначено енергоємні режими гідротранспорту хвостів та їх складування, рекомендовано найбільш економні типорозміри землесосів, напірна мережа до них.

Таблиця 1

Характеристика напірної подачі хвостів на ГЗК землесосами 28 Гр-8т

Підприємства	Дільниця напірного гідротранспорту	Геодезичний підйом, м	Відстань за місцями скидання пульпи, м
ПівдГЗК	від ПНС-2-го підйому на карту № 1 хвостосховища	33,5 38,5	800-4000 600-3800
	від ПНС-2-го підйому на карту № 4	33,5 38,5	1800-4000 1800-3500
	від ПНС-3 на карту-4	42,7 47,7	3900-4300 2500-3500
	від ПНС-3 на Войкове	40,7 48,7	2500-3500 2500-3000
	від ПНС-4 на Войкове	38,2 46,2	2500-4000 2500-3000
	від ПНС-2-го підйому на Войкове	31,5 39,5	2000-4500 2000-3500
НКГЗК	від ПНС-2-го підйому на карту № 4	13,5 18,5	2500-6000 2500-5500
	від ПНС-2-го підйому на Миролубівку	8,5 20,5	500-6000 500-6000
ЦентрГЗК	від ПНС на Хвостовище	21,0	500-6000
		26,0	500-5000
		31,0	600-4000
ПівнічГЗК	від ПНС на Хвостосховище	20	700-6500

Виклад основного матеріалу. Аналіз енерговитрат у хвостових господарствах гірничо-збагачувальних комбінатів

Проведені дослідження показали, що практично на всіх ГЗК змонтовано землесоси продуктивністю від 1600 т/год до 12000 м. куб/год і одиничною потужністю (1600-3200 кВт), що повністю не використовується тому що відстань від пульпонасосної станції (ПНС) до місця скидання періодично, у міру заповнення хвостосховища, змінюється, також змінюється геодезична висота підйому, а землесоси підбираються в розрахунку подачі па максимальну висоту і довжину, тобто на кінцевий етап замулення хвостосховища.

Таким чином, на початковому етапі роботи пульнонасосних станцій (напірного гідротранспорту) землесоси не використовують свою напірну характеристику.

Робота хвостових господарств вітчизняних залізрудних збагачувальних фабрик

Хвостові господарства фабрик є дорогою ланкою у технологічному ланцюзі збагачення руди. Оскільки хвости складають 60-65% від обсягу вихідної руди, то на сучасних збагачувальних фабриках, що переробляють у рік десятки мільйонів тонн руди, утворюються сотні мільйонів кубічних метрів пульпи (в середньому 400-600 млн. м³ на кожному ГЗК).

Масова частка твердого в пульпі коливається в межах 3-6%, питомі витрати електроенергії на гідротранспорт одного кубометра пульпи складає від 0,2 до 0,52 кВт.год.

Спочатку хвости в хвостосховища надходять самопливом по залізобетонних лотках. Після того, як самоплив себе вичерпає, переходять на напірний гідротранспорт хвостів. Звичайно пульпу відкачують вітчизняними землесосами великої продуктивності 20Гр-8Т, 28Гр-8Т з електродвигунами відповідно 1600 і 3200 кВт. Землесоси розташовують групами по 4-12 шт. в одній споруді (пульпонасосній). При переході на більш високі відмітки зашламування хвостосховища і більш віддалені місця скидання змушені переходити па відкачку пульпи в два прийоми (1 підйом, 2 підйом і т.д.).

Основне використання енергетичних ресурсів у хвостових господарствах спрямовано на гідротранспорт рідких пульп від проммайданчиків до хвостосховища. В даний час у нас відсутній параметричний ряд землесосів, які можна було б застосовувати в кожному конкретному випадку: при перекачуванні пульп на невелику висоту і коротку відстань одні насоси, при перекачуванні на максимальну висоту і довжину – інші. Тому практично на всіх комбінатах змонтовано ті самі землесоси 28Гр-8Т з електродвигунами 3200 кВт. В одних випадках при значних видаленнях місця скидання і при подачі на велику висоту продуктивність цих землесосів падає до мінімуму, що природно викликає зниження швидкості руху пульпи в трубах. Коли швидкість знижується нижче критичної в трубах осаджується тверда складова, що приводить іноді до повною замулення пульпопроводу. При подачі на коротку відстань і невелику висоту не використовується напірна характеристика землесосів.

Одним з можливих методів регулювання роботи існуючих землесосів є підбір діаметрів робочих коліс і діаметра магістрального пульпопроводу. Монтаж у кожному конкретному випадку необхідного діаметра робочого колеса значно оптимізувало б роботу землесосів і скоротило б непродуктивну витрату електроенергії.

Аналізуючи роботу згущувачів на вітчизняних ГЗК, а також роботу аналогічних апаратів за кордоном виникає нагальна потреба в згущенні

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

вихідних хвостів, що скорочує непродуктивну витрату електроенергії на переміщення мільйонів кубічних метрів пульпи (табл. 2, рис. 1 та 2).

Таблиця 2

Вихід пульпи і необхідні витрати електроенергії на її гідротранспорт по ГЗК Кривбасу за період 1989-2005 рр.

Підприємства показники	Роки				
	1989	1990	1991- 1996	1996- 2000	2001- 2005
<u>Південний ГЗК</u>					
Вихід пульпи, млн. м ³ /рік	410	428	393	360	360
Пульпа, згущена до 20%	81	84	77	71	71
Витрати ел./ен. (незгущ.пульпа). млн. кВт. год/рік	213	223	204	187	187
Витрати ел./ен. (згущ.пульпа) кВт. год/рік	74	77	71	65	65
Економія ел./ен. при перекачуванні згущ. пульпи, млн. кВт. год/рік	139	146	133	122	122
<u>Новокриворізький ГЗК</u>					
Вихід пульпи, млн.м ³ /рік	390	347	304	304	304
Пульпа, згущена до 20%	-	30	26	26	26
Витрати ел./ен. (незгущ. пульпа), млн. кВт. год/рік	203	180	158	158	158
Витрати ел./ен. (згущена пульпа), млн. кВт. год/рік	-	47	42	42	42
Економія ел./ен. при перекачуванні згущ. пульпи, млн. кВт. год/рік	-	133	116	116	116
<u>Інгулецький ГЗК</u>					
Вихід пульпи, млн. м ³ /рік	524	520	491	491	491
Пульпа, згущена до 20%	-	40	38	38	38
Витрати ел./ен. (незгущ. пульпа), млн. кВт. год/рік	136	135	128	128	128
Витрати ел./ен. (згущ. пульпа), млн. кВт. год/рік	-	44	41	41	41
Економія ел./ен. при перекачуванні згущ. пульпи, млн.кВт. год/рік	-	91	87	87	87
<u>Центральний ГЗК</u>					
Вихід пульпи, млн. м ³ /рік	346	344	328	312	312
Пульпа, згущена до 20%	-	32	31	29	29
Витрати ел./ен. (незгущ. пульпа), млн. кВт. год/рік	90	89	85	81	81
Витрати ел./ен. (згущ. пульпа), млн. кВт. год/рік	-	35	33	31	31
Економія ел./ен. при перекачуванні згущ. пульпи, млн.кВт. год/рік	-	54	52	50	50
<u>Північний ГЗК</u>					
Вихід пульпи, млн. м ³ /рік	657	550	606	653	653
Пульпа, згущена до 20%	-	47	52	56	56
Витрати ел./ен. (незгущ. пульпа), млн. кВт. год/рік	171	143	158	170	170
Витрати ел./ен. (згущ.пульпа), млн. кВт. год/рік	-	51	56	60	60
Економія ел./ен. при перекачуванні згущ.пульпи, млн. кВт. год/рік	-	92	102	110	110
<u>Сумарна економія електроенергії</u>					
По п'яти ГЗК Кривбасу, млн. кВт. год/рік	-	516	490	485	485

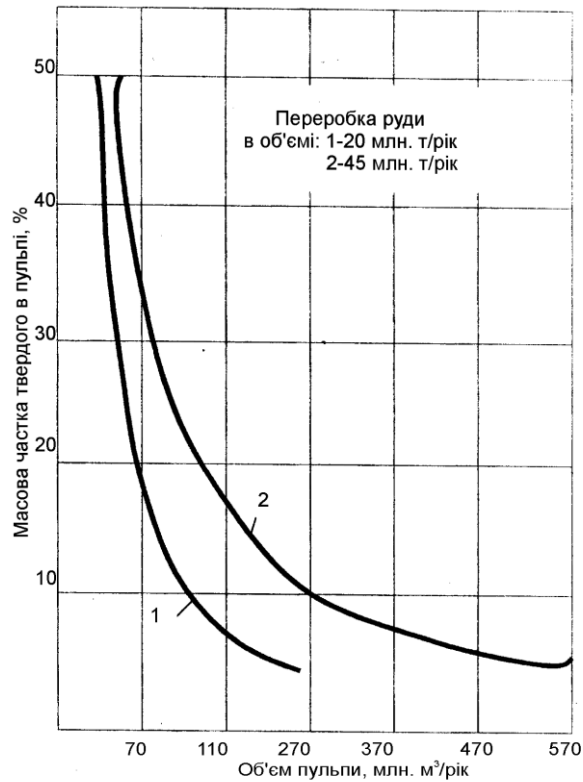


Рис. 1. Залежність об'єму пульпи від проценту твердого компонента і обсягу переробки руди

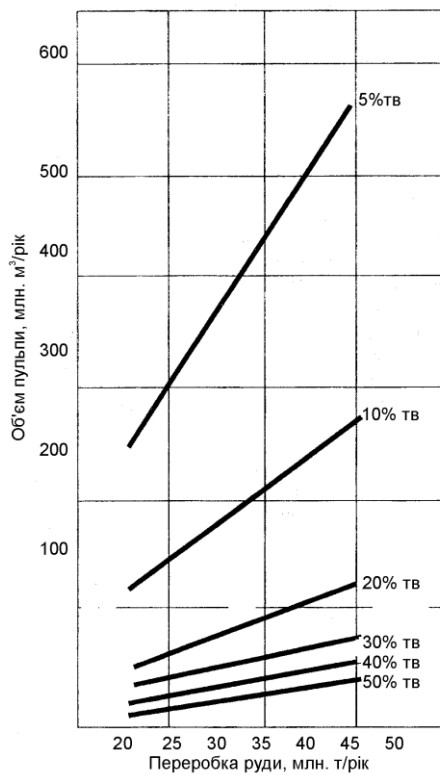


Рис. 2. Залежність виходу пульпи від обсягу переробленої руди і проценту твердого компонента

Робота хвостових господарств за кордоном

За кордоном велику увагу приділяють питанням видалення хвостів мокрого магнітного збагачення. В ряді випадків застосовують спіральні класифікатори (фабрики Різерв Майнінг, Міннтак, Атлантик-Сіті, Мінорка, Евелет майнз (США), Сікартса (Мексика) або гідросепаратори (Ері Майнінг (США)) [80]. Для виділення грубозернистих пісків використовують гідросепаратори (фабрика Атлантик-Сіті (США)) або конуса (фабрики Сікартса, Різерв Майнінг). Тонкі хвости, зливи гідросепараторів і конусів, а також зливи інших знешламуєчих апаратів направляють у згущувачі діаметром від 60 по 137 м: Мінорка – 122, Різерв Майнінг – 120 м, Тілден – 137. Збезводнені продукти грохотів і класифікаторів транспортують залізничним або автомобільним транспортом. Згущені продукти згущувачів з масовою часткою твердого 53% напірним гідротранспортом подають у хвостосховища. На всіх збагачувальних фабриках повертають в обіг від 75 до 98% оборотної води, у тому числі зливів згущувачів – 75%, оборотної води з хвостосховища – 20%. Для більш повного прояснення води в пульпу додають спеціальні реагенти. Замив хвостосховищ роблять із плавучих пульпопроводів діаметром 600 мм (фабрика Різерв Майнінг). Флотаційні хвости вуглезбагачувальної фабрики Мерайн Коллері (Південний Уельс) крупністю менш 0,5 мм кількістю 20 т/год масовою часткою твердого в пульпі 3% разом з розчином флокулянта розподіляються по п'ятьох конусах – згущувачам. Згущені до 60% твердого хвости надходять на стрічковий конвеєр і скидаються в буферну ємність. З неї хвости безупинно завантажуються в бетономішалку, куди одночасно дозується цемент у співвідношенні 1:25. Одержувана суміш напіврідкої консистенції похилим конвеєром подають у відвал териконного типу. Суміш швидко схоплюється і через 48 год стає твердою і крихкою. У ФРН і Австралії для згущення хвостів вуглезбагачувальних фабрик широко застосовуються центрифуги. У Японії грубозернисті хвости крупністю 0,3 мм реалізуються як самостійний товарний продукт для виробництва легкого бетону; дрібнозернисті хвости із середньою крупністю 0,1 мм після згущення до 40% твердого у вигляді пульпи насосами направляються на закладку гірських вироблень; тонкі хвости з крупністю частини 0,03 мм після згущення у вигляді пульпи з масовою часткою твердого 50-55% направляються в кар'єри відпрацьованих недіючих рудників. Є приклади одержання зневодненого кеку, гранульованого і зміцненого за допомогою сполучного – (3-10%) портландцементу. Після чотири-недільної витримки ця суміш має міцність від $2,5 \cdot 10^5$ до $9,5 \cdot 10^5$ н/м².

В Росії практично на всіх комбінатах відкачують пульпу з дуже низьким вмістом твердого. Виключенням є Лебединський ГЗК (РФ), па якому в зв'язку з дефіцитом технічної води запроектований і побудований вузол згущення і внутрішньо-фабричного водообігу. Згущення хвостової пульпи здійснюється на чотирьох згущувачах діаметром 50 м з центральним приводом, чотирьох згущувачах діаметром 50 м з периферичним приводом і двох згущувачах діаметром 100 м. Досягнута масова частка твердого в пісках складає 32%, а в

оборотній воді не перевищує 0,5 г/л. Для інтенсифікації процесу згущення застосовують поліакриламід (ПАА-8% концентрації) з витратою 0,6-1 г/м³ вихідної пульпи. Згущені хвости землесосами 12Гр-8Т відкачують із хвостосховища, а оборотну воду збирають у резервуари, що окремо розташовані, й насосами Д6300/80 подають на збагачувальну фабрику.

В останні роки для згущення тонких пульп використовують гіпербарфільтри (комбінований фільтр, який поєднує дію вакууму і надлишкового тиску). Область їх застосування – при фільтруванні тонкодисперсних матеріалів в схемах збагачення вугілля, бокситів, мідних і свинцевих руд та ін. Продуктивність по мінеральному концентрату 140-240 т/год. Якщо при вакуумній фільтрації досягається вологість кеку (осаду) 11-13%, то на цьому ж матеріалі гіпербарфільтри показують результат по вологості 8,5-9%. Вміст твердого у фільтраті – 3 г/л. Фірма-виробник – ANDRITZ (Австрія) [6, 7].

Грунтові насоси, що випускаються за кордоном, охоплюють широке поле подач і напорів, що дозволяє задовольнити самі різні запити споживачів[8]. Особливо велика кількість типорозмірів насосів з діаметром патрубків від 1,5 до 3 дюймів передбачається для покриття області малих подач (починаючи з 3 м³/год).

Сфера великих подач (по 15 тис. м³/год) і малих напорів забезпечується спеціальними низьконапірними землесосами. Грунтові насоси з аналогічними параметрами у вітчизняному стандарті не передбачені, незважаючи на велику потребу в них. Для зменшення загальної кількості типорозмірів насосів і розширення діапазону роботи одного типорозміру багато фірм рекомендують експлуатувати насоси при різних числах оборотів і застосовувати обточування робочих коліс по зовнішньому діаметрі. У насосних агрегатах застосовується з'єднання валів насоса і двигуна як безпосереднє, так і за допомогою пасової передачі, що дозволяє змінювати числа оборотів вала насоса в широкому діапазоні.

Значний інтерес являє досвід західнонімецької фірми «Хумболдт», що випускає високонапірні двоступінчасті насоси для перекачування абразивних пульп. Такі насоси, незважаючи на їхню складність широко застосовуються в цементній промисловості, їхні напори досягають вод. ст. при подачі 400 м³/год.

Американські землесоси підвищених напорів комплектуються електродвигунами великої потужності. Питома потужність, що приходить на одиницю площі перерізу напірного патрубка, досягає в окремих землесосів до 160 к.с/дм², що значно вище, ніж у європейських землесосів відповідних розмірів.

Серед фахівців немає єдиної точки зору в питанні широкого застосування двох корпусних машин. Застосування цілком футерованих землесосів знижує вартість експлуатації на 20%, крім того, знос облицювання не впливає на герметичність і міцність корпусу.

У Голландії рідко створюються двокорпусні насоси. Можливо, це

Зневоднення та сушіння. Водно-шламове господарство

пояснюється більш легкими умовами експлуатації. Поряд з литими конструкціями, у великих машин широко застосовуються зварені корпуси.

Кути лопатей на виході в коліс більшості американських ґрунтових насосів знаходяться в діапазоні 22-35°, а в деяких землесосах (наприклад фірми «Комбер») вони досягають 40-60°. Останнім часом помітна тенденція до зменшення цього кута до 20-30°. Величина кута лопатей на вході знаходиться в межах 16-24°. Однак існує думка, що кути входу можуть досягати 37-40°.

Висновки

1. Проаналізовано енерговитрати у хвостових господарствах гірничо-збагачувальних комбінатів, а також в цілому дана характеристика роботи вітчизняних та закордонних хвостових господарств.

2. На основі обстеження хвостових господарств ГЗК Кривбасу виконано аналіз витрат електроенергії залежно від висоти і дальності транспортування відходів.

3. Одним з можливих методів регулювання роботи існуючих землесосів є підбір діаметрів робочих коліс і діаметра магістрального пульпопроводу. Монтаж у кожному конкретному випадку необхідного діаметра робочого колеса значно оптимізувало б роботу землесосів і скоротило б непродуктивну витрату електроенергії.

4. Аналізуючи роботу згущувачів на вітчизняних ГЗК, а також роботу аналогічних апаратів за кордоном слід констатувати доцільність згущення вихідних хвостів, що скорочує непродуктивну витрату електроенергії на переміщення мільйонів кубічних метрів пульпи.

Список літератури

1. Трубецкой К.Н., Уманец В.Н., Никитин М.Б. Классификация техногенных месторождений, основные категории и понятия // Горный журнал. – 1989. – №12. – С. 6-9.

2. Morgenstern, Norbert R. (19-20 September 2001), Geotechnics and Mine Waste Management – Update (PDF), Swedish Mining Association, Natur Vards Verket // Civil Engineering University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada T6G 2G7 http://ec.europa.eu/environment/waste/mining/pdf/mining_dams_seminar.pdf

3. A.K. Mehrotra, R.K. Singhal. Environmental issues and management of waste in energy and mineral production: Proceedings of the Sixth International Conference on Environmental Issues and Management of Waste in Energy and Mineral Production: SWEMP 2000; Calgary, Alberta, Canada, May 30 – June 2, 2000. Rotterdam [u.a.]: Balkema. 2000. pp. 257-260.

https://books.google.com.ua/books?id=PqiYy538JFUC&pg=PA257&dq=tailings+dam&redir_esc=y#v=onepage&q=tailings%20dam&f=false

4. Світлий Ю.Г., Білецький В.С. Гідравлічний транспорт (монографія). – Донецьк: Східний видавничий дім, Донецьке відділення НТШ, «Редакція

гірничої енциклопедії», 2009. – 436 с.

5. Сокур М.І., Сокур І.М. Маркетинг енергоресурсів при збагаченні руд: Монографія. – Кременчук: ПП. Щербатих, 2006. – 300 с.

6. ANDRITZ hyperbaric disc filter HBF/ <https://www.andritz.com/products-en/group/separation/disc-drum-filters/andritz-hyperbaric-disc-filter-hbf>

7. Смирнов В.О., Білецький В.С., Шолда Р.О. Переробка корисних копалин: Монографія. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2013. – 600 с.

8. Центробежные насосы и трубопроводные сети в горной промышленности : справочное пособие / Ф.А. Папаяни, Н.Б. Трейнер, В.И. Никитин и др. ; Под общ. ред. Ф.А. Папаяни, Н.Б. Трейнера. – Донецк: Східний видавничий дім, 2011. – 334 с.

© Сокур М.І., Губін Г.В., Білецький В.С., Бабець Є.К., 2018

Надійшла до редколегії 18.09.2018 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. І.К. Младецьким

УДК 622.7

А.Ю. КРИВЕНКО, Ю.Ю. КРИВЕНКО, кандидаты техн. наук,
(Украина, Кривой Рог, Государственное ВУЗ «Криворожский национальной университет»)

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИКИ ЧАСТИЦ ПУЛЬПЫ ПРИ КРУГОВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПИТАЮЩЕГО ПОТОКА РАДИАЛЬНОГО СГУСТИТЕЛЯ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Дешламация имеет важнейшее значение при гравитационном обогащении железных руд, поскольку позволяет существенно снизить себестоимость получения концентрата. Процесс гидравлического обогащения железорудного сырья является достаточно сложным, так как зависит от многочисленных воздействий, часть из которых даже не измеряются, выступая в роли возмущений, таких как, содержание твердого в пульпе, температура пульпы и окружающей среды.

Как один из возможных путей преодоления и прогнозирования этих трудностей является метод математического моделирования. Реализация этого метода путем построения адекватных математических моделей с последующей организацией вычислительных экспериментов на базе современной вычислительной техники даст возможность не только расширить информационный диапазон исследований, но и найти оптимальные решения.

Анализ исследований и публикаций. Решение проблемы повышения качества обогащаемого продукта при гидравлическом гравитационном збагачення корисних копалин, 2018. – Вип. 71(112)