

УДК 622.271.3

Симоненко В.І., д.т.н., проф. (Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», м. Дніпропетровськ)

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДПРАЦЮВАННЯ ВМІСТИМОГО НА ДІЮЧИХ ШЛАМО- ТА ХВОСТОСХОВИЩАХ ВИРОБНИЦТВ З ПЕРЕРОБКИ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Розроблені і запропоновані технології відпрацювання вмістимого діючих та не функціонуючих шламо- і хвостосховищ переробних виробництв екскаваторним та гідромеханізованим способами. Наведені приклади їх застосування на підприємствах України.

Ключові слова: технологія відпрацювання шламів (вмістимого), шламо- і хвостосховища, карта намиву.

Разработаны и предложены технологии отработки содержимого на действующих и нефункционирующих шламо- и хвостохранилищах перерабатывающих производств экскаваторным и гидромеханизированным способами. Приведены примеры их применения на предприятиях Украины.

Ключевые слова: технология отработки шламов (содержимого), шламо- и хвостохранилища, карта намыву.

Technologies of working off containing on operating and nonfunctioning slime- and reject storage processing manufactures excavated and hydromechanized are developed and offered by the ways. Examples of their application at the enterprises of Ukraine are given.

Keywords: technology of working off slime (contents), slime- and reject storage, a card to an alluvium.

В Україні функціонує досить велика кількість шламо- та хвостосховищ відходів збагачення і переробки мінеральної сировини. На переробних виробництвах держави під шламо- та хвостосховища задіяно понад 45-48% усіх земельних площ, які відведені для розміщення його основних дільниць, об'єктів і корпусів.

За останні 10-15 років розроблені нові технології вторинної переробки вмістимого вищезазначених хвосто- й шламосховищ з метою додаткового вилучення корисних мінеральних компонентів (заліза, кобальту, марганцю, нікелю, алюмінію, вугілля, графіту, вапняків), або ж застосування їх в будівельній галузі індустрії (червоні шлами, вапняки і пісок, глинисті частинки) [1-3]. Безперечно, що такі технології забезпечують підвищення економічного розвитку України, примножують її сировинний потенціал та сприяють утво-

ренню нових робочих місць, що стабілізує впливає на соціальну сферу суспільства. Крім цього, відпрацювання зазначених сховищ промислових відходів покращує екологічну ситуацію на територіях розташування хвосто- й шламосховищ.

З урахуванням вищенаведеного розробка і удосконалення технологій відпрацювання вмістимого на діючих та законсервованих (нефункціонуючих) шламо- й хвостосховищах на різних переробних виробництвах має досить актуальне значення і є важливим напрямком науково-пошукових і проектних розробок. Існуючі сховища відходів мінеральної сировини представляють собою складний об'єкт – техногенне родовище за гірничотехнічними, інженерно-геологічними і гідрогеологічними умовами. Діючі шламонакопичувачі містять шарувату товщу насипних порід (грунтів): піски, супіски, суглинки в суміші з водою та такими мінеральними компонентами, як наприклад: окисли заліза, алюмінію, кальцію, марганцю, нікелю, кремнію, натрію, титану тощо. Їхній гранулометричний склад представлений фракціями від 0,075 мм до 0,15-0,16 мм. Вологість понад 55-60%, щільність мінеральної частки від 1,19 до 1,6-1,7 т/м³. Кут внутрішнього тертя від 4-6° до 16-28°, зчеплення від 200-250 Па до 20-25 кПа. По периметру такі шламо- й хвостосховища огорожені греблями висотою від 3-4 м до 20-24 м (шламосховище ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»). Поблизу греблі складені, як правило, крупнозернисті хвости, подалі – дрібнозернисті. За глибиною верхній шар вмістимого потужністю 2-5 м це вологі ґрунти з найбільшими по величині параметрами механічних (міцністних) властивостей (внутрішнє тертя, зчеплення, опір зрушенню, стисканню). Нижче, в основному з глибини 3-4 м, водо насичені породи, в яких зазначені показники механічних властивостей в 3-5 разів менші.

Нефункціонуючі хвостосховища відрізняються тим, що товща верхнього шару порід на глибину до 2-3 м може бути складена з сухих та напівсухих гірських порід і покрита трав'янисто-рослинним (в основному осока і очерети) шаром потужністю від 40-50 см (хвостосховище б. Бабуріна ВАТ «Марганецький ГЗК») до 0,9-1,0 м (ВАТ «Заваллівський графітовий комбінат»). Нижче на глибині до 10 м – вологі ґрунти, а за ними водонасичені з поступовим переходом від середньо- до дрібно- (мікро-) зернистих.

Ширина верхньої площадки огорожувальних гребель, залежно від глибини сховища, коливається від 4,5-5 м до 7-8 м. Тобто верхня площадка греблі практично не може слугувати інженерним майданчиком (робочою площадкою) для відпрацювання та відвантаження вмістимого. Тому при екскаваторному способі розробки ці майданчики потрібно попередньо формувати. Відпрацювання вмістимого також можна здійснювати гідромеханізованим способом.

Екскаваторні способи відпрацювання з найбільшою ефективністю можуть реалізуватися при використанні для виймання порід вмістимого екскаваторів-драглайнів. Глибина відпрацювання досягає 4-5 м на діючому шламосхо-

вищі та 10 м – на нефункціонуючому (рис. 1, 2). Також при застосуванні для оборотних лопат (рис. 3) потужність порід, що виймаються, не перевищить 3 м.

При розробці вмістимого шламо-й хвостосховищ гідромеханізованим способом застосовуються земснаряди з рефулерним (плавучим) пульповодом (рис. 4). Видобуті гірські породи (вмістиме) по пульповоду транспортуються на намівання робочих площадок, після зневоднення відвантажуються екскаватором в автосамоскиди, якими вмістиме вивозиться до споживача, або на подальшу переробку. В цій технологічній схемі можна сумістити виймання вмістимого земснарядом та збагачення його на робочій площадці в спеціальних збагачувальних пристроях, які працюють на основі потоку води.

Розглянемо технологію відпрацювання вмістимого екскаваторним способом.

В одному з секторів сховища створюється ділянка для видобування вмістимого (див. рис. 1). Для цього в середній частині ділянки будується розділяюча гребля 1. По обидві сторони цієї греблі розміщуються робочі площадки (карти намівання) 2. Формуються дані площадки на двох секторах з кожної сторони: сектор намівання шламів (вмістимого) і сектор зневоднення вмістимого – по одну сторону; сектор відпрацювання вмістимого та резервний сектор – з другої сторони. Намив вмістимого в карти секторів виконується по чергово, тобто функціональне призначення секторів поступово змінюється. В секторі відпрацювання вмістимого розробка шламових порід здійснюється лише після їх повного зневоднення (до вологості 8-10%), наприклад для червоних шламів термін зневоднення досягає 21-25 днів (без дощу). Екскаватор-драглайн 3 з ємністю ковша 1,6-2,5 м³ (наприклад ЭО-5116, ЭО-5121) розробляє західку шириною 10 м на глибину 2-2,5 м уздовж всього сектора, довжиною 200-210 м. Вийняті вмістимі породи завантажуються в автосамоскиди 4 вантажопідйомністю до 25-30 т (наприклад КрАЗ-2556, БЕЛАЗ-540) і вивозять по розділяючій греблі на огорожувальну і по з'їздах до споживачів, до переробного виробництва чи перевантажувальної площадки. Кожен сектор відпрацьовують трьома поздовжніми заходками. Для маневрів автомашин передбачаються маневрові майданчики 5 необхідних розмірів (30×30 м). Сектор для намитих шламів розташовують на 0,1-0,2 м вище за рівень озера води в шламосховищі, тобто над його пляжами.

Це забезпечує стікання води в озеро сховища. Якщо через огорожувальний вал 6 сектора намівання шламів вода фільтрується важко, то його обладнують насипним щебеним фільтром 6, через який вода витікає в озеро. Для досягнення потрібної несучої здатності робоча площадка після зневоднення вмістимого ущільнюється катком вагою 25-27 т, після чого на площадку допускається виїзд бульдозера, екскаватора і автосамоскида.

В умовах відпрацювання вмістимого, яке характеризується низькою міцністю при насиченні водою, рекомендується виймання та завантажування гірських шламових порід здійснювати з постійних гребель, що розділяють карти наміву (див. рис. 2). Зазначені греблі між картами наміву слугують робочими площадками. Для цього необхідно попередньо відбудувати експлуатаційну дільницю. Вона представляє собою відокремлену від основної огорожку-

вальної чи розділюючої греблі сховища ділянку з картами наміву 1. Між собою карти наміву 1 розділяються робочими площадками (роздільними ущільненими греблями) 2. Дані площадки 2 повинні за своїми розмірами забезпечувати роботу всього обладнання: екскаваторів 3, автосамоскидів 4, бульдозерів 5 та намівних пульповодів 6. Зі сторони

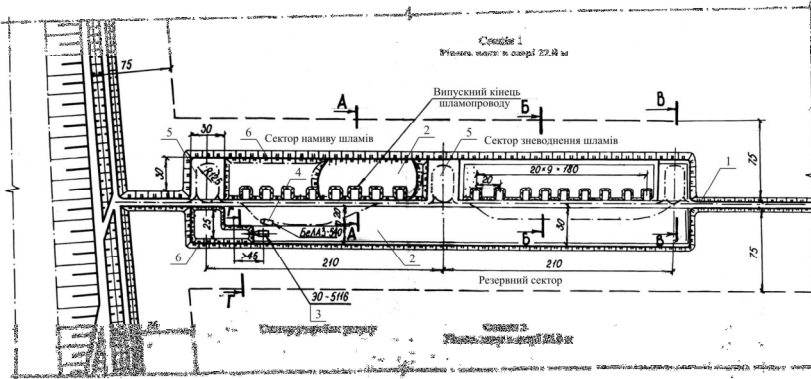


Рис. 1. Схема ділянки для відпрацювання вмістимого шлам- і хвостосховища з намівних секторів: 1 – розділююча гребля; 2 – робочі площадки; 3 – екскаватор-драглайн; 4 – автосамоскид; 5 – маневрові майданчики; 6 – огороджувальний вал з щебеневим фільтром

основного озера сховища експлуатаційна ділянка відокремлюється огорожувальною греблею 7 з фільтруючою засипкою 8. Для умов відпрацювання вмістимого екскаватором-драглайном з емкість ковша 1,5-2,0 м³ і автосамоскидами вантажопідйомністю до 30 т були прийняті такі параметри робочих площадок (роздільних ущільнених гребель) 2: ширина поверхні – 11 м; довжина – 60 м; розворотні майданчики на площадках шириною 11 м і довжиною 14,5 м; радіус осі розвороту майданчиків – 12,5 м; запобіжні породні вали 9, що з усіх сторін обмежують робочі площадки 2 відсипаються шириною до 3,5 м та висотою 1-1,2 м.

З урахуванням вищезазначеного на експлуатаційній ділянці створюється 6-7 карт наміву 1 (залежно від продуктивності відпрацювання сховища). З них 2 карти – робочі, 2 – для зневоднення вмістимого (шламових порід), 2-3 – для заповнення шламовими породами.

Організація гірничих робіт наступна. Карты наміву 1 заповнюються шламовими породами з пульповода 6, по якому вмістиме доставляється від земснаряда (див. рис. 4) або ж безпосередньо з переробного виробництва. Екскаватор-драглайн 3 переміщується по робочих площадках 2 між відповідними картами 1 в напрямку від огорожувальної греблі 7 до розділюючої чи основної греблі 10. При цьому екскаватор 3 відпрацьовує заповнені карти наміву, виймаючи вмістимі шламові породи з котловану карти 1 та розміщуючи їх у навали 11 (розміри 10,5×11 м) висотою 1,8-2 м над робочою площадкою.

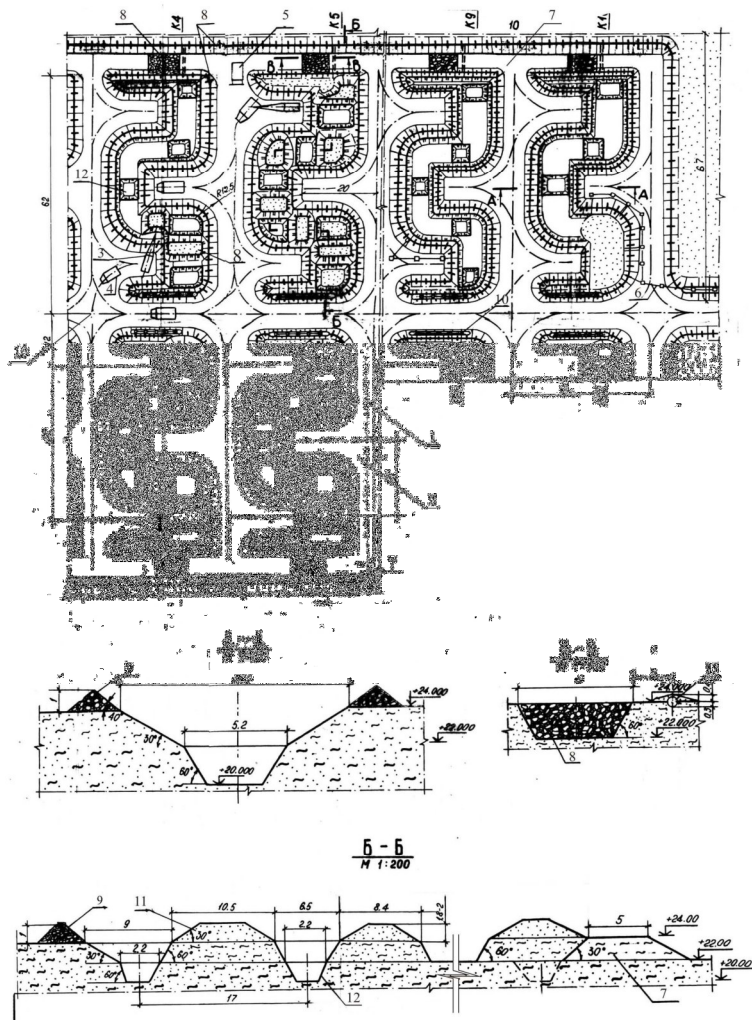


Рис. 2. Схема ділянки для відпрацювання вмістимого шламо- і хвостосховищ з постійних гребель між картами наміву: К₁...К₁₇ – нумерація карти для намівання вмістимого; 1 – карта наміву; 2 – робочі площадки на роздільних гребнях; 3 – екскаватор-драглайн; 4 – автосамоскид; 5 – бульдозер; 6 – намівний пульповод; 7 – огорожувальна гребля ділянки; 8 – фільтруюча щебенева засипка; 9 – запобіжні породні вали; 10 – основна розділяюча гребля шламо- хвостосховища; 11 – навал порід вмістимого; 12 – дренажні котловани в карті наміву; 13 – переливна труба

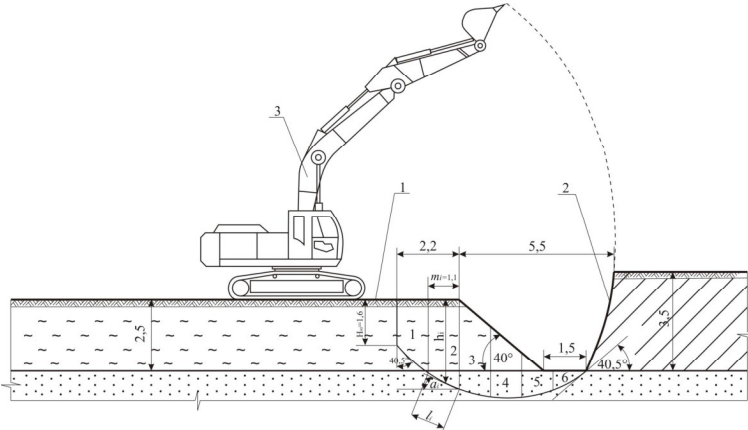


Рис. 3. Схема відпрацювання вмістимого в хвосто- і шламосховищі з насипної робочої площадки: 1 – робоча площадка; 2 – вибій шламових порід; 3 – екскаватор обернена мехлопата

Ці навали знаходяться між дренажними котлованами 12 глибиною до 2 м. Вода, яка витікає з навалу, стікає в зазначені котловани 12. Дно котлованів 12 знаходиться на рівні поверхні води в озері шлаго- чи хвостосховища. Після повного зневоднення вмістиме цими ж екскаваторами завантажують в автосамоскиди 4 і далі вивозяться до основної (чи розділяючої) греблі 10, по ній на площадку перевантаження або безпосередньо на подальшу переробку. Вода з котлованів 12 самопливом поступає в озеро сховища, попередньо фільтрується через щебеневу засипку 8 огорожувальної греблі 7.

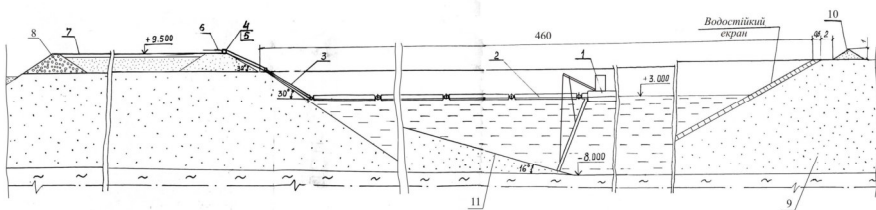


Рис. 4. Відпрацювання вмістимого з шлаго- і хвостосховища земснарядом: 1 – земснаряд; 2 – плавучий (рефулерний) пульповод; 3 – магістральний похилий пульповод роздільної греблі; 4, 5 – магістральні горизонтальні ланки пульповоду подачі вмістимого по роздільній греблі та до секторів наміву; 6 – кінцевий секційний пульповод наміву вмістимого в карти; 7 – карти наміву в секторах намівання шламових порід; 8 – огорожувальна гребля з фільтруючою щебеневу засипкою; 9 – основна огорожувальна гребля; 10 – запобіжний породний вал; 11 – вибій відпрацювання вмістимого земснарядом

В умовах відпрацювання нефункціонуючих шламо- і хвостосховищ, в яких породи достатньо ущільнені в верхній частині поверхні сховища, гірничі роботи виконуються від огорожувальної чи роздільної греблі (див. рис. 3). Екскаватор 3 першочергово розміщується на площадці зазначених гребель та розробляє вмістиме поблизу греблі. На місце виїнятих порід в сховище укладаються тверді розкривні породи (глинисті, піщані, скельні). З них формується робоча площадка 1. Поступово з посуванням вибою 2 до середини сховища робоча площадка ущільнюється ходовими опорами обладнання, також може ущільнюватися котком вантажопідйомністю до 20-25 т. При необхідності рівень робочої площадки 1 можна підвищувати шляхом підсипання порід. Вода, що з'являється у вибої відводиться за межі дільниці системою канав і траншей. Верхній рослинний шар знімається окремо і складається в бурти за межами сховища. В подальшому його застосовують для рекультивації поверхні відпрацьованих дільниць шламо- і хвостосховищ.

При відпрацюванні сховищ гідромеханізованим способом застосовують земснарядні комплекси (див. рис. 4). Земснаряд 1 розробляє в донній частині сховища шламові породи вибоєм 11 і пульпа по рефулерному 2, магістральному похилому 3, горизонтальному 4, 5 і кінцевому 6 пульповодам зливається в карту наміву 7 сектора намівання (див. рис. 1). Після зневоднення вмістимого в карті наміву 7 (див. рис. 4) породи розробляють екскаваторами-драглайнами згідно вищенаведеного опису до рис. 1, 2.

Розроблені технології відпрацювання вмістимого знайшли застосування в робочих проектах видобування шламових порід на хвостосховищах виробництв: ВАТ «Миколаївський глиноземний завод» (2004 р.), ВАТ «Марганецький ГЗК» (2009 р.), ВАТ «Заваллівський графітовий комбінат» (2010 р.). Дані робочі проекти розроблені в ДВНЗ «НГУ» (спеціалістами Інституту з проектування гірничих підприємств) і впроваджені на зазначених підприємствах. Характерним серед них є технології відпрацювання червоних шламів на ВАТ «Миколаївський глиноземний завод». Особливостями цього хвостосховища є: його велика площа (понад 188 га); значна глибина (до 21,5 м); велика довжина роздільної греблі (1100 м); залягання в чаші сховища різних за ступенем водонасичення шламових порід (сухих – на поверхні, вологих – нижче та водонасичених – ближче до дна) та за показниками міцністних властивостей. Хвостосховище діюче, з нього потрібно видобувати 135 т вмістимого за годину (180 тис. м³ на рік). Розглядалися декілька варіантів технологій відпрацювання: Варіант 1 – намівання вмістимого на робочі площадки заводським пульповодом зі східної сторони від роздільної греблі; варіант 2 – аналогічним способом вмістиме намівається із східної і західної сторін; варіант 3 – формування робочих площадок шляхом екскаваторного підвалення вмістимого уздовж східної сторони від роздільної греблі драглайном ЭШ – 6/45м; варіант 4 намівання робочих площадок земснарядом МЗ – 16Э із східної сторони.

За величинами найменших капітальних та експлуатаційних витрат по зазначеним варіантам заготівлі та видобутку червоних шламів (рис. 5) в робочому проекті прийнята технологія відпрацювання шламсховища з наміван-

ням робочих площадок заводським пульповодом в двох секціях по обидві сторони від роздільної греблі в картах наміву (див. рис. 2). Ця технологія успішно використовується на виробництві впродовж з 2005 року.

На хвостосховищі б. Бабурина (ТОВ «Марганецький ГЗК») з 2010 року впроваджується технологія відпрацювання вмістимого з попереднім формуванням робочої площадки шляхом підвалення шламових порід екскаватором ЭО – 2503 та наступним відпрацюванням її цим же екскаватором на автосамоскиди КраЗ – 256Б (див. рис. 1).

Е, грн/м³ К, тис. грн

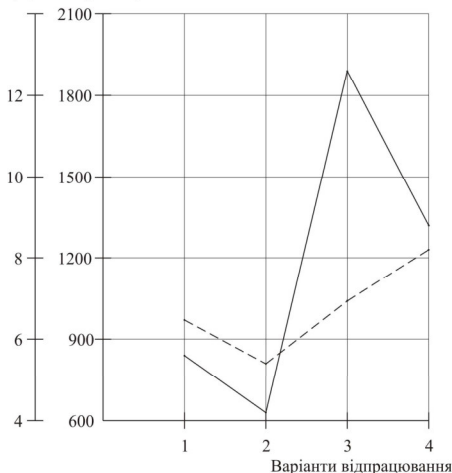


Рис. 5. Величини капітальних К (—) та експлуатаційних Е (- - -) витрат по варіантам 1, 2, 3, 4 відпрацювання вмістимого в шламосховищі ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» (станом на 2004 р.)

Висновки:

Наведені приклади вказують на те, що технологія відпрацювання шламо- і хвостосховищ переробних виробництв повинна визначатися конкретно для кожного сховища з урахуванням умов його формування, термінів функціонування та особливостей експлуатації.

1. Переработка красных шламов глиноземного производства с извлечением скандия и получением коагулянтов / А. М. Комаров, В. С. Прошкин, К. Э. Мовясов и др. // Матли конференції «Науково-технічні аспекти використання відходів кольорової металургії, в тому числі алюмінієвої промисловості і суміжних з нею виробництв», м. Рівне – С. Жоврик. – К.: Товариство «Знання» України, 2002. – С. 25-28. 2. Симоненко В. И., Дуганов Б. Г. Утилизация жидких отходов обогащения флюсовых известняков // Нові технології та обладнання по переробці промислових відходів і їх медико-екологічне забезпечення: Зб. матеріалів конф.-і. – К.: Товариство «Знання» України, 2001. – С. 114-117. 3. Симоненко В. И., Стеценко О. М. Опыт управления отходами производства при добыче нерудных полезных ископаемых // Тезисы докладов конференций с междунар. участием «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Харьков: Видавничий дім «ИНЖЕК», 2004. – С. 119-120.

Рецензент: д.т.н., професор Собко Б.Ю. (Державний вищий навчальний заклад “Національний гірничий університет” м. Дніпропетровськ)