



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40393 (13) U  
(51) МПК (2009)  
E02B 7/00  
C04B 18/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ СКЛАДУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ У НАКОПИЧУВАЧІ

1

(21) u200811851

(22) 06.10.2008

(24) 10.04.2009

(46) 10.04.2009, Бюл.№ 7, 2009 р.

(72) АНТИМОНОВА НАТАЛІЯ ГЕОРГІЙВНА, UA,  
ПУСТОВОЙТОВА СВІТЛАНА ЮРІЙВНА, UA, ЦИ-  
ГАНКОВ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) АНТИМОНОВА НАТАЛІЯ ГЕОРГІЙВНА, UA,  
ПУСТОВОЙТОВА СВІТЛАНА ЮРІЙВНА, UA, ЦИ-  
ГАНКОВ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(57) 1. Спосіб складування промислових відходів у накопичувачі, що включає подачу пульпи по пульпопроводу, розділення потоку пульпи на крупнодисперсну складову з високою консистенцією та дрібнодисперсну - з низькою, утворення у ємності накопичувача намівного надводного пляжу і ставка-освітлювача, який **відрізняється** тим, що дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією - на найбільш знижену ділянку цього пляжу.

2

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією - на найбільш знижену ділянку цього пляжу на заключному етапі складування відходів у накопичувач.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією - на найбільш знижену ділянку цього пляжу періодично.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що розділення потоку пульпи проводять у пульпопроводі шляхом відбору крупнодисперсної складової з високою консистенцією із нижньої частини пульпопроводу за допомогою робочих випусків і відводу дрібнодисперсної складової з низькою консистенцією за допомогою кінцевих випусків.

Корисна модель відноситься до гірничодобувної, металургійної, хімічної та інших галузей промисловості, в яких дисперсні відходи, що утворюються, складують у накопичувачах - хвостосховищах або шламонакопичувачах, і може бути використана для продовження строку експлуатації цих споруд, а також для боротьби з виникненням аварійної ситуації.

Внаслідок ряду технологічних процесів утворюються дисперсні відходи - шлами або хвости, які у вигляді пульпи направляють у спеціальні споруди - накопичувачі, в яких відбувається осадження і накопичення цих відходів, а освітлену воду повертають на повторне використання, а іноді - скидають у водний об'єкт. Таким чином відбувається складування цих відходів.

Відомі способи складування промислових відходів шляхом подавання пульпи із одного або декількох випусків, при цьому частки відходів осаджуються спочатку під водою, а потім, по мірі заповнення ємності накопичувача, утворюють на-

дводні пляжі, схил поверхні яких звичайно складає: на початковій ділянці - 0,1, далі - 0,01.

Під час проектування гребель і дамб накопичувачів за допомогою розрахунків задається піднесення гребеня споруди над рівнем відходів в ємності накопичувача. Виходячи з цього, при досягненні заданої граничної відмітки пляжу у дамби подавання пульпи на дану ділянку припиняється і переноситься на іншу ділянку і т.д. Таким чином, на кінцевому етапі заповнення накопичувача, коли відмітки пляжів у дамб досягають максимально можливих, подавання відходів у накопичувач припиняється, але при цьому значний об'єм ємності залишається незаповненим за рахунок наявності ухилу пляжу.

Внаслідок цього коефіцієнт заповнення хвостосховищ на практиці складає 0,75, а шламонакопичувачів - тільки 0,5÷0,6.

У подальшому такий не до кінця заповнений накопичувач підлягає консервації шляхом засипання решти ємності природним ґрунтом, а для

(13) U

(11) 40393

(19) UA

подальшого складування відходів зводять новий накопичувач.

Недоліками даного способу є висока собівартість складування відходів і надмірні площі вилучених земель.

Для відходів у вигляді пульпи високої консистенції, тверда фаза якої представлена крупнодисперсними фракціями, раніше використовували беззастакадний спосіб наміву, за яким торець пульпопроводу наросували в глибину накопичувача за допомогою механізмів, які переміщувалися по консолідованій поверхні намитих відходів (Мелентьев В.А. и др. «Намывные гидротехнические сооружения», Энергия, Москва, 1973г., С. 58.).

До недоліків даного способу слід віднести складність його використання на великих об'єктах через неможливість проведення постійного монтування ланок пульпопроводів великих діаметрів.

Підвищити коефіцієнт заповнення накопичувача можливо за рахунок складування відходів шляхом конусного замива (авторське свідоцтво СРСР №1052614 «Способ мокрого складирования хвостов обогащения», оп. 07.11.83р., БИ №41).

Проте цей спосіб можна використовувати тільки для крупно-дисперсних відходів, а його основним недоліком є необхідність зведення додаткових дамб, які ділять ємність накопичувача на секції.

Найближчим аналогом способу, що заявляється, є спосіб складування промислових відходів у накопичувачі, що включає подачу пульпи по пульпопроводу, розділення потоку пульпи на крупнодисперсну складову з високою консистенцією та дрібнодисперсну – з низькою консистенцією; при цьому пульпа з високою консистенцією і підвищеним вмістом крупних фракцій, яку відбирають з нижньої частини потоку, подається з випусків на пляж, а верхня частина потоку, представлена пульпою низької консистенції, що містить дрібнодисперсні фракції, відводиться кінцевим випуском до ставка-відстійника («Рекомендации по проектированию хвостовых хозяйств предприятий металлургической промышленности», ВНИИ ВОДГЕО. Москва, Стройиздат, 1975г., С. 134).

До недоліків даного способу слід віднести формування крутих ділянок пляжу поблизу дамби і дуже пологих – у центрі та кінці накопичувача, що спричиняє низький коефіцієнт його заповнення, а також погіршення освітлення води в ставку-освітлювачі за рахунок надходження туди пульпи, що містить дрібнодисперсну складову, яка осаджується дуже повільно через малу гідрравлічну крупність часток.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу складування промислових відходів у накопичувачі, в якому завдяки використанню нової схеми подачі пульпи вдалось би значно підвищити коефіцієнт заповнення накопичувача, і, за рахунок цього, збільшити строк експлуатації споруди, а також позбутися ймовірності виникнення аварійної ситуації із-за переливу пульпи через гребінь дамби.

Технічний результат, який досягається внаслідок використання даної корисної моделі, полягає в підвищенні коефіцієнту заповнення накопичувача.

Даний технічний результат досягається тим, що у способі складування промислових відходів у накопичувачі, що включає подачу пульпи по пульпопроводу, розділення потоку пульпи на крупнодисперсну складову з високою консистенцією та дрібнодисперсну – з низькою, утворення в ємності накопичувача намитого надводного пляжу і ставка-освітлювача, згідно корисної моделі, дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією – на найбільш знижену ділянку цього пляжу.

При цьому, дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією – на найбільш знижену ділянку цього пляжу на заключному етапі складування відходів у накопичувач.

Крім цього, дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією – на найбільш знижену ділянку цього пляжу періодично.

При чому, розділення потоку пульпи проводять у пульпопроводі шляхом відбору крупнодисперсної складової з великою консистенцією із нижньої частини пульпопроводу за допомогою робочих випусків і відводу дрібнодисперсної складової з низькою консистенцією за допомогою кінцевих випусків.

Порівнювальний аналіз з найближчим аналогом показує, що заявлюваний спосіб відрізняється тим, що дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією – на найбільш знижену ділянку цього пляжу.

При цьому, дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією – на найбільш знижену ділянку цього пляжу на заключному етапі складування відходів у накопичувач.

Крім цього, дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією подають на найбільш підвищену ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсну складову з високою консистенцією – на найбільш знижену ділянку цього пляжу періодично.

При чому, розділення потоку пульпи проводять у пульпопроводі шляхом відбору крупнодисперсної складової з великою консистенцією із нижньої частини пульпопроводу за допомогою робочих випусків і відводу дрібнодисперсної складової з низькою консистенцією за допомогою кінцевих випусків.

Причинно-наслідковий зв'язок між суттєвими ознаками і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному.

Подача дрібнодисперсної складової пульпи з низькою консистенцією на найбільш підвищену

ділянку раніше намитого пляжу, а крупнодисперсної складової з високою консистенцією - на найбільш знижену ділянку, забезпечує вирівнювання рельєфу відкладень у ємності накопичувача майже до горизонтального. Це досягається за рахунок розмиву раніше намитих крутих ділянок пляжу біля дамби і утворення крупнодисперсних відкладень у зниженій частині намитого пляжу.

Внаслідок цього зменшується різниця відміток поверхні відкладень відходів на різних ділянках накопичувача, що забезпечує підвищення коефіцієнту заповнення накопичувача, і, за рахунок цього, збільшення строку експлуатації споруди, що призводить до зниження собівартості складування відходів, зменшення кількості відчужених земель і ґрунту, який відсипають на поверхню накопичувача для його консервації.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на фіг. 1 зображений план накопичувача, на фіг. 2 - розріз по I-I.

Спосіб здійснюють наступним чином.

Накопичувач заповнюють відходами шляхом подачі пульпи по пульпопроводу 1 і утворення надводного пляжу 2 і ставка-освітлювача 3.

Для розділення потоку пульпи використовують явище її природної диференціації по перетину пульпопроводу: нижня частина потоку має підвищену густоту і насичена крупнодисперсними частками, а верхня частина потоку розріджена і містить переважно дрібнодисперсні частки.

Намив пляжу здійснюють за допомогою обладнаних засувною арматурою робочих випусків 4, які приєднані до нижньої частини пульпопроводу 1 з метою відбору найбільш крупнодисперсної складової пульпи з високою консистенцією. При цьому дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією відводять в ставок-освітлювач 3 за допомогою обладнаного засувною арматурою кінцевого випуску 5. При здійсненні такої схеми подачі пульпи поверхня намитого пляжу набуває угнутий обрис, позначений на малюнку літерою А.

Потім робочі випуски 4 перекидають і включають в роботу обладнані засувною арматурою робочі випуски 6, через які подають крупнодисперсну складову пульпи з високою консистенцією на найбільш знижену ділянку пляжу 2, яка наприклад, розміщена перед ставком-освітлювачем (на фіг. 2 позначена літерою В). Одночасно перекидають кінцевий випуск 5 і за допомогою обладнаного засувною арматурою кінцевого випуску 7 подають дрібнодисперсну складову пульпи з низькою консистенцією на найбільш підвищену ділянку пляжу 2, наприклад, поблизу огорожувальної дамби 8 (на фіг. 2 позначена літерою С).

Кінцевий випуск 7 поступово переміщують уздовж огорожувальної дамби 8, при цьому потік пульпи розмиває початкову найбільш підвищену ділянку пляжу 2, робить її більш пологою і переносить частину крупно дисперсних часток на найбільш знижену ділянку В пляжу 2.

В результаті переносу туди крупнодисперсних часток і подачі із робочих випусків 6 крупнодисперсної складової пульпи високої консистенції, на найбільш зниженій ділянці В пляжу 2 формуються

відкладення з високою крупністю, які заповнюють угнуту частину пляжу 2.

Виходячи з рельєфу поверхні відкладень пляжу 2 і у випадку необхідності робочі випуски 6 переносять на другий (лівий) борт накопичувача і звідти проводять аналогічний намив (на малюнку не зображено).

В результаті відмітки пляжу 2 у зоні С біля огорожувальної дамби 8 знижуються, а біля ставка-освітлювача в зоні В - підвищуються. За рахунок цього поверхня намитих відходів в ємності накопичувача набуває більш рівні, близькі до горизонталі обриси (на малюнку позначено літерою D).

Приклад 1.

Хвостосховище балочного типу заповнювали відходами - хвостами збагачування залізних руд, по схемі намиву від огорожувальної дамби. При цьому проектний строк експлуатації хвостосховища - 15 років, корисний об'єм хвостосховища - 2,6 млн.м<sup>3</sup>, проектне перевищення гребеня огорожувальної дамби над рівнем відходів у ємності хвостосховища складає 0,6 м.

Пульпу подавали по пульпопроводу діаметром 600 мм, прокладеному по гребеню дамби.

Гранулометричний склад твердої фази вихідної пульпи наступний: часток крупніше 0,5 мм - 5 %, часток 0,5÷0,1 мм - 45 %, часток 0,1÷0,05 мм - 25 %, часток дрібніше 0,05 мм - 25 %, вагова консистенція вихідної пульпи - Т:Р=1:18.

Пульпу подавали із робочих випусків діаметром 200 мм, приєднаних до нижньої частини пульпопроводу. Кінцева ділянка пульпопроводу, який являє собою кінцевий випуск, виведений в ставок-освітлювач, розміщений навпроти огорожувальної дамби у верховій частині хвостосховища. При цьому пульпа, яку подавали із робочих випусків, має середню консистенцію 1:10, а її тверда фаза має середню крупність 0,45 мм. Пульпа, яка відводилась у ставок-освітлювач за допомогою кінцевого випуску, має консистенцію 1:25, а середня крупність її твердої фази складає 0,03 мм.

В результаті намиву пульпи із випусків сформувалася пляж, який має наступні усереднені параметри: на перших 50 м від огорожувальної дамби усереднена крупність намитих відкладень становить  $d_{св}=0,55$  мм, ухил  $i=0,1$ ; на наступних 200 м довжини пляжу  $d_{св}=0,20$  мм,  $i=0,05$ ; на кінцевій ділянці пляжу довжиною 450 м, яка простягається до ставка-освітлювача,  $d_{св}=0,05$  мм,  $i=0,004$ .

По мірі заповнення хвостосховища об'єм відходів в його ємності досягнув 2,6 млн.м<sup>3</sup> і строк його експлуатації, згідно проекту, закінчився.

Оскільки возведено нове хвостосховище ще не прийнято до експлуатації, пульпу змушено продовжують подавати в діюче хвостосховище, при цьому на окремих ділянках відмітки намитих відкладень настільки підвищуються, що не забезпечується нормативне перевищення гребеня дамби, що може призвести до аварії.

Через це при досягненні відміток пляжу біля огорожувальної дамби на 0,4÷0,5 м нижче відмітки гребеня намив по першій схемі припиняють.

Кінцевий випуск виводять на огорожувальну дамбу на найбільш підвищену ділянку пляжу, а робочі випуски діаметром 200 мм - в борт хвостосховища.

сховища біля ставка-освітлювача, тобто на найбільш знижену ділянку пляжу і продовжують подавати пульпу у хвостосховище. В процесі наміву по названій схемі торець кінцевого випуску поступово переміщують уздовж огорожувальної дамби на ділянки з підвищеними відносно нормативних відмітками.

Намив по подібній схемі змінює рельєф поверхні намитих пляжів: після трьох місяців використання такого способу наміву сформовані раніше біля огорожувальної дамби круті ділянки пляжу з  $i=0,1$  знижуються на 0,2-0,3 м і робляться більш пологими за рахунок часткового розмиву потоком пульпи низької консистенції, яка містить переважно пилуваті і глинисті фракції відходів.

В той же час на кінцевих ділянках пляжу внаслідок надходження туди змитих з початкової ділянки пляжу крупнодисперсних часток, а також подачі туди ж пульпи крізь робочі випуски, які подають крупнодисперсну складову пульпи з високою консистенцією, швидко формуються пляжі, спочатку похилі (паралельно вже існуючим на даній ділянці), а потім і крутіші.

Таким чином, відмітки намитих відкладень біля огорожувальних дамб стають нижче нормативних і аварійна ситуація ліквідується, при чому за цей період у хвостосховище укладають додатково ще 80 тис. м<sup>3</sup> відходів.

Коли відмітки пляжу біля огорожувальних дамб досягнуть проектних, намівні роботи припиняють і розпочинають консервацію хвостосховища.

Оскільки внаслідок подачі пульпи на пляж із кінцевого випуску на центральній і кінцевій ділянках пляжу відмітки відкладень збільшуються, а середній ухил відкладень практично на всіх ділянках хвостосховища наближається до 0,01, рельєф поверхні хвостосховища вирівнюється і стає близьким до горизонтального. Все це спрощує роботи по консервації хвостосховища і знижує об'єм природного ґрунту, який відсипають на його поверхню для ізоляції.

Приклад 2. Шламонакопичувач рівнинного типу заповнюють відходами - металургійними шлаками, які поступають від прокатного і конверторного цехів. Відходи прокатного виробництва являють собою переважно піщані фракції крупністю 0,25÷0,1 мм, відходи конверторного виробництва поступають від мокрих газоочисток і мають крупність порядку 10 мк.

Вихідну пульпу подають по пульпопроводу діаметром 800 мм, прокладеному по гребеню дамби.

На ділянку наміву пульпу подають із робочих випусків діаметром 250 мм, обладнаних засувною арматурою і приєднаних до нижньої частини пульпопроводу, які рівномірно розміщені уздовж контуру накопичувача. Кінцева ділянка трубопроводу являє собою кінцевий випуск, виведений в ставок-освітлювач.

Намив відходів із випусків здійснюють по черзі на окремих ділянках контуру накопичувача при одночасній роботі 3-х випусків. При цьому на початку пляжу довжиною 75 м формуються піщані відкладення, а дрібнодисперсні фракції осаджуються в центральній і кінцевій зонах накопичувача, утворюючи відкладення крупністю 0,01 мм і коефіцієнтом пористості  $1,8\pm 2,0$ , які в звичайних умовах дуже повільно консолідуються.

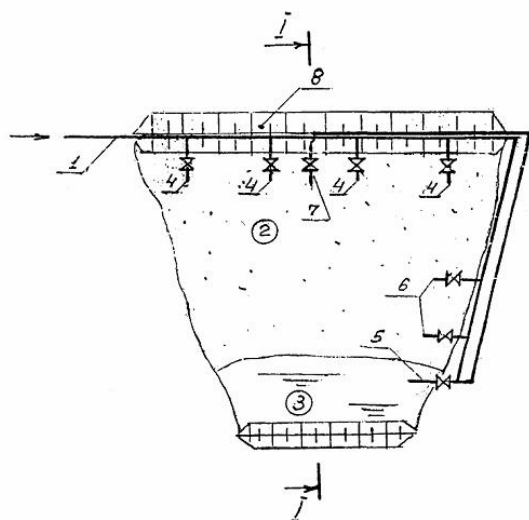
При рівномірному наміві всіх ділянок накопичувача рельєф поверхні намитих в ньому відкладень набуває зазвичай блюдцеподібну форму.

Коли товщина шару піщаних відкладень біля огорожувальної дамби досягає 1 м, робочі випуски на цій - першій, ділянці перекривають, а на наступній ділянці - другій, відкривають. У той же час починають подавати пульпу із кінцевого випуску з боку огорожувальної дамби на першу наміту ділянку.

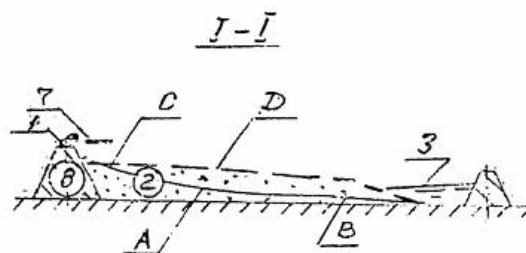
При цьому частина крупнодисперсних фракцій (частинки піску), які складають початкову підвищену зону пляжу, змиваються потоком пульпи у центр накопичувача, де вони осідають на поверхні раніше утворених дрібнодисперсних відкладень.

Після утворення у центральній і кінцевій зонах накопичувача навпроти першої ділянки шару піщаних часток товщиною близько 10 см, на дану ділянку подачу пульпи із кінцевого випуску припиняють і починають намівати пляж із робочих випусків на наступній - третій ділянці, а кінцевий випуск переносять на другу ділянку і здійснюють з нього подачу пульпи. Таким чином обходять весь намівний контур шламонакопичувача, тобто у процесі заповнення шламонакопичувача на одну й ту ж ділянку періодично подають пульпу, яка відрізняється різним складом.

Завдяки створенню дренажних піщаних шарів у дрібнодисперсних відкладеннях центральної і кінцевої зон накопичувача останні швидко консолідуються та ущільнюються, їх коефіцієнт пористості знижується до 0,85÷0,95. Внаслідок подібного ущільнення дрібнодисперсних відкладень вони займають значно менший об'єм, а рельєф поверхні накопичувача стає більш рівним, що дозволяє підвищити коефіцієнт заповнення його ємності з 0,7 до 0,83 і, відповідно, продовжити строк його експлуатації на 2 роки.



Фиг. 1



Фиг. 2