



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93908 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
B09B 3/00  
C02F 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) СПОСІБ ОБРОБКИ ВОДНОЇ СУСПЕНЗІЇ

1

(21) a200813295  
(22) 04.05.2007  
(24) 25.03.2011  
(86) РСТ/ЕР2007/054341, 04.05.2007  
(31) 0610003.6  
(32) 19.05.2006  
(33) GB  
(46) 25.03.2011, Бюл.№ 6, 2011 р.  
(72) ДАЙМОНД БРАЙАН, GB, ЛЕМПЕРД ДЖОН, AU, БЕВЕРІДЖ АНДЖЕЛА, GB/AU  
(73) СІБА ХОЛДІНГ ІНК., CN  
(56) US 6 042 732 A, 28.03.2000  
US 3 681 012 A, 01.08.1972  
WO 2004/060819 A, 22.07.2004  
WO 94/02567 A, 03.02.1994  
(57) 1. Спосіб обробки водної суспензії, у якому суспензію, яка містить диспергований частинковий матеріал у водному середовищі, переносять як флюїд в зону осадження, потім відстоюють та отверджують шляхом комбінування суспензії під час переносу з ефективною для твердіння кількістю обробної системи, яка містить  
i) водорозчинний синтетичний аніонний полімер та  
ii) водорозчинний природний або напівприродний полімер.  
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що водорозчинний синтетичний аніонний полімер має внутрішню в'язкість принаймні 3 дЛ/г і одержаний з етиленненасиченого водорозчинного мономера або суміші мономерів.  
3. Спосіб за п. 2, який відрізняється тим, що водорозчинний синтетичний аніонний полімер одержаний із мономера(рів), який вибирають із групи, яка складається з (мет)акрилової кислоти, алілсульфонової кислоти та 2-акриламідо-2-метилпропансульфонової кислоти як вільних кислот або їх солей, за потреби в комбінації з неіонними співмономерами, які вибирають із групи, що складається з (мет)акриламиду, гідроксіалкілових естерів (мет)акрилової кислоти та N-вінілпіролідону, в оптимальному варіанті співполімеру акрилату натрію та акриламиду.  
4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, який відрізняється тим, що природний або напівприродний полімер оснований на целюлозі, в оптимальному варіанті - карбоксиметилцелюлозі.

2

5. Спосіб за будь-яким з пп. 1-4, який відрізняється тим, що суспензія частинкового матеріалу являє собою матеріал відходів від операцій переробки мінеральної сировини.  
6. Спосіб за будь-яким з пп. 1-5, який відрізняється тим, що суспензію частинкового матеріалу одержують від операцій переробки мінеральної сировини і вибирають із групи, що складається із червоного шламу від байерівського глиноземного процесу, хвостів від добування базових металів, хвостів від добування дорогоцінних металів, хвостів від добування нікелю, вугільних хвостів, мінеральних та нафтоносних пісків і вугільного дріб'язку.  
7. Спосіб за будь-яким з пп. 1-6, який відрізняється тим, що частинковий матеріал є природно гідрофільним і його вибирають в оптимальному варіанті з червоного шламу та хвостів, котрі містять гідрофільну глину.  
8. Спосіб за будь-яким з пп. 1-7, який відрізняється тим, що суспензію частинкового матеріалу переносять по трубопроводу та через стічний отвір до зони осадження.  
9. Спосіб за будь-яким з пп. 1-8, який відрізняється тим, що суспензія частинкового матеріалу, котра була перенесена в зону осадження, виділяє при відстоюванні водний луг.  
10. Спосіб за будь-яким з пп. 1-9, який відрізняється тим, що суспензію частинкового матеріалу при досягненні зони осадження розтікається по поверхні попередньо затверділого матеріалу, де матеріалу була надана можливість відстоюватись та твердіти з утворенням купи.  
11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, який відрізняється тим, що суспензію частинкового матеріалу переносять шляхом її перекачування через трубопровід, і полімер додають після стадії помпування.  
12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, який відрізняється тим, що суспензію частинкового матеріалу переносять шляхом її перекачування через трубопровід, і полімер додають під час або до стадії помпування.  
13. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, який відрізняється тим, що суспензію частинкового матеріалу переносять через трубопровід, котрий має стічний отвір, де полімер додають до суспензії на виході зі стічного отвору.

(13) C2  
(11) 93908  
(19) UA

14. Спосіб за будь-яким з пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що суспензію частинкового мінерального матеріалу переносять через трубопровід, котрий має стічний отвір, де полімер додають до суспензії перед тим, як він залишає стічний отвір, в оптимальному варіанті - в межах 10 метрів від стічного отвору.

15. Спосіб за будь-яким з пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що синтетичний полімер та природний

або напівприродний полімер додають у водному розчині.

16. Спосіб за будь-яким з пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що синтетичний полімер та природний або напівприродний полімер додають у вигляді частинок.

Даний винахід стосується обробки суспензій частинкового матеріалу, зокрема, відходів мінеральних шламів. Даний винахід особливо придатний для видалення хвостів та інших відходів, що є результатом процесів переробки та збагачення, включаючи сумісне видалення крупнозернистих та дрібнозернистих твердих речовин як гомогенної суміші. Під частинковим мінеральним матеріалом розуміється різновид субстратів, де присутній мінеральний матеріал. Це включає, наприклад, червоний шлам, хвости від різних операцій переробки мінералів та переробки хвостів нафтоносних пісків.

Процеси обробки мінеральних руд для видобування мінеральної сировини звичайно дають відходи. Часто відходи матеріалів складаються із водного шламу або осадів, що включають частинковий мінеральний матеріал, наприклад, глину, сланці, пісок, гравій, оксиди металів і т.д., змішані з водою.

У деяких випадках відходи, такі як шахтні хвости, можуть зручно скидатись у підземну шахту, утворюючи закладення. Загалом, відходи закладення включають значну пропорцію крупних частинок великих розмірів разом з іншими частинками менших розмірів і закачуються у шахту як шлам, де вони зневоднюються, залишаючи осаджені тверді речовини на місці. Звичайною практикою є використання флокулянтів для сприяння цьому процесу шляхом флокуляції дрібного матеріалу з підвищенням швидкості седиментації. Проте, у цьому разі крупнозернистий матеріал буде звичайно осаджуватись з більшою швидкістю, ніж флокульований дрібнозернистий, що призводить до гетерогенних відкладень крупнозернистих та дрібнозернистих твердих речовин.

Південноафриканський патент 6900472 та патент США 3508407 описують спосіб, що застосовується для утримання дрібнозернистих речовин, особливо цементу, в підземних шахтних закладеннях. Передбачаються синтетичні речовини та співполімери, котрі можуть використовуватись окремо або разом, хоча ніякої переваги застосуванню речовин того чи іншого типу не віддається.

Документ US 4399039 описує використання крохмалю у зневодненні осадженого шару хвостів під поверхнею водойми, де вода мігрує вгору. Як

зазначається, в'язкість та мінливість шару поліпшується для утримання більшої кількості піску. Свідчень, що така допоміжна обробка буде корисною для твердіння суспензії з можливістю утворення нагромадженої купи, не наводиться.

Для інших видів застосування може бути неможливим закладати відходи у шахту. У цих випадках звичайною практикою видалення відходів є закачування водного шламу до відстійних басейнів, відвалів або куп з наданням можливості його поступового зневоднення шляхом дії седиментації, дренажу та випаровування.

Існує значний тиск ззовні в плані охорони навколишнього середовища, щоб мінімізувати надання нових земель для цілей захоронення відходів та більш ефективно використовувати існуючі території з захороненнями. Один спосіб полягає у тому, щоб на певну територію навантажувати множинні шари відходів, утворюючи у такий спосіб більш високі нагромаджені купи відходів. Проте, важко гарантувати, щоб відходи розтікались лише по поверхні раніше затверділого матеріалу, у прийнятних межах, тверділи, утворюючи купу, та що попередні відходи достатньо затверділи, щоб витримувати множинні шари затверділого матеріалу без ризику обвалу або ковзання. Таким чином, вимоги щодо забезпечення відходів з відповідним типом властивостей для сумісного їх накопичення загалом відмінні від тих, що потрібні для інших форм захоронення, таких як закладення на відносно замкненій території.

У типових операціях переробки мінералів відходи у вигляді твердих речовин відокремлюються від твердих речовин, що містять корисну мінеральну сировину, у водному процесі. Водна суспензія матеріалів-відходів часто містить глини та інші мінерали, які звичайно називаються хвостами. Це є вірним у випадку різних мінеральних твердих речовин, включаючи хвости від нафтоносних пісків. Ці тверді речовини часто концентрують шляхом флокуляційного процесу в ущільнювачі з утворенням більш щільного продукту та видобуванням певної кількості технічної води. Звичайною практикою є відкачувати ущільнений продукт до поверхневої області проміжного зберігання, яку часто називають хвостосховище або хвостова дамба. При осадженні в цій області проміжного збе-

рігання вода продовжує вивільнюватись із водної суспензії, що призводить з часом до більшої концентрації твердих речовин. Коли зібраний достатній об'єм води, вона звичайно відкачується назад до установки переробки мінералів.

Хвостова дамба часто має обмежений розмір, щоб мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Крім того, забезпечення більших дамб може бути дорогим через високу вартість переміщення ґрунту та будівництва утримуючих стінок. Ці дамби мають, як правило, злегка похиле дно, що дозволяє будь-якій воді, котра виділилась із твердих речовин, збиратися в одній області, та котра може бути потім відпомпована назад до установки. Проблема, котра часто виникає, полягає у тому, що дрібні частинки твердих речовин відносяться стічною водою, забруднюючи воду, й мають негативний вплив на подальші застосування води.

У багатьох операціях переробки мінералів, наприклад, процесі збагачення мінеральних пісків, звичайним є також продукування другого потоку відходів, що включає, головним чином, крупні (> 0,1 мм) мінеральні частинки. Особливо бажано позбавлятися від крупних та дрібних частинок відходів у вигляді гомогенної суміші, оскільки це поліпшує механічні властивості зневоднених твердих речовин, знижуючи у значній мірі час та витрати, котрі фактично потрібні на відновлення землі. Проте, звичайно це неможливо, оскільки навіть якщо крупнозернистий матеріал відходів ретельно змішується у водній суспензії дрібнозернистого матеріалу перед осадженням в області захоронення відходів, крупнозернистий матеріал осідатиме набагато швидше, ніж дрібнозернистий матеріал, результатом чого буде утворення смужкуватої структури всередині зневоднених твердих речовин. Крім того, коли кількість крупнозернистого матеріалу щодо кількості дрібнозернистого матеріалу відносно велика, швидка седиментація крупнозернистого матеріалу може призвести до занадто великих кутів накопичень наливного матеріалу, що сприяє стіканню водних відходів, які містять високі пропорції дрібних частинок, додатково забруднюючи відновлену воду. Як результат, часто буває необхідним обробляти крупнозернисті та дрібнозернисті потоки відходів окремо та рекомбінувати ці матеріали шляхом механічної переробки, коли процес зневоднення завершений.

Робилися спроби подолати всі зазначені вище проблеми шляхом обробки матеріалу, що подається до хвостової дамби, з використанням коагулянту або флокулянту для підвищення швидкості седиментації та/або поліпшення чистоти та прозорості вивільненої води. Проте, це не було успішним, оскільки вищезазначені обробки застосовувались у звичайних дозах, і це не принесло великої вигоди або взагалі не дало їй як у плані швидкості ущільнення дрібнозернистого матеріалу відходів, так і чистоти та прозорості відновленої води.

У байєрівському процесі відновлення оксиду алюмінію із бокситу боксит виварюється у водному лузі з утворенням алюмінату натрію, котрий відокремлюється від нерозчинного залишку. Цей за-

лишок складається як із піску, так і з дрібнозернистих частинок, головним чином, оксиду заліза (III). Водна суспензія останнього відома як червоний шлам.

Після первинного відділення розчину алюмінату натрію від нерозчинного залишку пісок (крупнозернисті відходи) відокремлюється від червоного шламу. Супернатантний луг піддається додатковій обробці для відновлення алюмінату. Червоний шлам потім промивається шляхом застосування множини послідовних стадій промивки, де червоний шлам контактує з промивним лугом і потім піддається флокуляції шляхом додавання агента флокуляції. Після кінцевої стадії промивки червоний шлам ущільнюється, наскільки це можливо, і потім піддається захороненню. Ущільнення у контексті цієї специфікації означає, що вміст твердих речовин у червоному шламі підвищується. Кінцева стадія ущільнення може включати осідання лише флокульованого шламу, або, інколи, включає стадію фільтрації. В альтернативному варіанті або додатково даний шлам може піддаватись пролонгованому осадженню у відстійнику. У будь-якому разі ця кінцева стадія ущільнення обмежується потребою відкачки ущільненої водної суспензії до області захоронення відходів.

Шлам може піддаватись захороненню та/або додатковому висушуванню для наступного захоронення в областях укладання шламу. Щоб бути придатним для укладання в купи, шлам повинен мати високий вміст твердих речовин і після укладки не повинен текти, а має бути відносно твердим, щоб кут укладки був як можна більшим, так що купа займе якомога меншу площу для даного об'єму. Вимога щодо високого вмісту твердих речовин суперечить вимозі до даного матеріалу залишатись придатним до прокачування як рідина, так що навіть хоча можливо продукувати шлам із бажаним високим вмістом твердих речовин для укладання, це може зробити даний шлам неприйнятним для перекачки.

Піщану фракцію, що відокремлена від залишку, також промивають і переносять до області захоронення для окремого зневоднення та захоронення.

Документ EP-A-388108 описує додавання водопоглинаючого, водонерозчинного полімеру, до матеріалу, який містить водну рідину із диспергованими частинковими твердими речовинами, такого як червоний шлам, до відкачування, з наступним відкачуванням цього матеріалу, його відстоюванням, твердінням та перетворенням у матеріал, що придатний для укладання. Полімер абсорбує водну рідину шламу, що допомагає зв'язуванню частинкових твердих речовин та твердінню даного матеріалу. Проте, цей процес має ту ваду, що він потребує високих доз полімеру-абсорбенту для досягнення адекватного твердіння. Для одержання у достатній мірі затверділого матеріалу часто потрібно використовувати дози від 10 до 20 кг на тону шламу. Хоча використання для твердіння відходів полімеру-абсорбенту, який розбухає від води, може дати уявне збільшення вмісту твердих речовин, водна рідина фактично утримується в об'ємі полімеру-абсорбенту. Це

являє собою ту ваду, що водна рідина, котра фактично не була видалена із затверділого матеріалу, може за деяких умов десорбуватися, і це спричинює ризик повторної флюїдізації відходів, з неминучим ризиком дестабілізації нагромадженої купи відходів.

Документ WO-A-96/05146 описує процес укладання водного шлам частинкових твердих речовин, котрий включає змішування емульсії водорозчинного полімеру, диспергованого у безперервній масляній фазі, зі шламом. Перевага віддається розведенню емульсійного полімеру розріджувачем, котрий в оптимальному варіанті є у вигляді вуглеводневої рідини або газу та котрий не інвертує емульсію. Тому вимогою до такого процесу є те, щоб полімер не додавався у шлам як водний розчин. Повідомлення про те, що зневоднення та твердіння можуть бути досягнуті у мірі, достатній для формування куп мінерального матеріалу шляхом додавання водного розчину полімеру, відсутні.

Документ WO-A-0192167 описує спосіб, де матеріал, котрий містить суспензію частинкових твердих речовин, відкачується як флюїд і потім відстоюється та твердіє. Твердіння досягається шляхом введення у суспензію частинок водорозчинного полімеру, внутрішня в'язкість якого становить принаймні 3 дЛ/г (dl/g). Ця обробка дозволяє матеріалу зберігати свою текучість при прокачуванні, але при відстоюванні спричинює його твердіння. Цей спосіб має ту перевагу, що концентровані тверді речовини можуть легко укладатись, що мінімізує площу землі, потрібну для захоронення відходів. Даний спосіб має також ту перевагу відносно використання структурованих полімерів, котрі абсорбують воду, що вода із суспензії виділяється, а не абсорбується й не зберігається полімером. У даній заявці наголошується на важливості застосування частинок водорозчинного полімеру й зазначається, що використання водних розчинів розчиненого полімеру неефективне. За допомогою цього способу досягається дуже ефективно виділення води та зручне зберігання відходів твердих матеріалів, особливо у застосуванні щодо осадів червоного шлам від байєрівського глиноземного процесу.

Документ WO-A-2004/060819 описує спосіб, у якому матеріал, котрий містить водну рідину з диспергованими частинковими твердими речовинами, переноситься як флюїд в зону осадження, потім відстоюється та твердіє, та в якому твердіння поліпшується при збереженні текучості матеріалу під час переносу шляхом комбінування з матеріалом ефективною для твердіння кількості водного розчину водорозчинного полімеру. Описаний також спосіб, в якому досягається зневоднення частинкових твердих речовин.

У документах WO-A-0192 та WO-A-2004/060819 припускається, що відповідні полімери можуть бути природними, хоча перевага віддається синтетичним полімерам.

Документ ЕРА-A-905091 описує флокуляційний / коагуляційний процес, у якому живильний шлам обробляється перед подачею до ущільнювача. Даний процес включає використання крох-

малю та катіонного коагулянту для поліпшення прозорості водного потоку з ущільнювача.

Документ WO 02/083258 описує стандартний спосіб розділення твердих речовин та рідини, який включає катіонний полімер та неіонний полімер, для поліпшення зневоднення у системі фільтрації та/або центрифугування.

У випадку обробки нафтоносних пісків руда переробляється для відновлення бітумної фракції, і залишок, включаючи як оброблюваний матеріал, так і порожню породу, складає хвости, котрі не являють собою цінності і мають бути переведені у відходи. У процесі переробки нафтоносних пісків основним робочим матеріалом є вода, і порожня порода являє собою, головним чином, пісок з деякою кількістю мулу та глини. У фізичному плані, хвости складаються із твердої частини (піщані хвости) та більш або менш рідкої частини (шлам). Найбільш придатним місцем для захоронення цих хвостів була б існуюча викопана яма у ґрунті. Проте, піщаний та шламовий компоненти займають більший об'єм, ніж руда, з якої вони були перероблені.

У процесі відновлення сирової нафти та бітуму з осадів нафтоносних пісків, коли застосовується розробка відкритим способом, нафта або бітум екстрагується або з використанням гарячого водного процесу, в якому нафтоносний пісок змішується з нагрітою до 65 °C (150 °F) водою та каустиком, або низькоенергетичного екстракційного процесу, який проводиться при нижчих температурах без каустики. Проте, обидва процеси генерують великі об'єми хвостів, котрі складаються із цільного піщаного нафтоносного рудного тіла плюс чисті добавки оброблюваної води, лише без відновленого бітумного продукту.

Ці піщані хвости можуть бути підрозділені на три категорії, а саме: (1) надрешітні, (2) крупнозернисті або піщані хвости (фракція, що осідає швидко), і (3) дрібнозернисті хвости або хвостовий шлам (фракція, що осідає повільно). Таким чином, хвости нафтоносних пісків складаються із частинок різних розмірів.

Зазвичай ці хвости нафтоносних пісків закачуються до водойми для захоронення хвостів. Крупнозернисті піски осаджуються першими, а дрібні частинки осідають лише дуже повільно. Ці тонкі частинки утворюють високостабільні суспензії у воді, що містять до приблизно 30 вагових відсотків твердих речовин. З часом ці тонкі частинки осідають, утворюючи по суті твердий глиняний осад, заповнюючи у такий спосіб відстійник і потребуючи створення нових відстійників.

Добре відомим є концентрування цих хвостів нафтоносних пісків в ущільнювачі з утворенням високощільного ущільненого матеріалу та відновленням деякої кількості технічної води, як зазначалось вище.

Наприклад, Xu. Y et al., Mining Engineering, November 2003, p. 33-39, описують добавку аніонних флокулянтів до хвостів нафтоносних пісків в ущільнювачі перед захороненням. Ущільнений матеріал може піддаватись захороненню та/або піддаватись додатковому висушуванню для насту-

пного захоронення в області укладання хвостів нафтоносних пісків.

Було б бажаним віднайти поліпшення до процесу твердіння і, зокрема, поліпшити ефективність дозування хімічного реактиву, що застосовується для обробки.

Згідно з даним винаходом, автори забезпечують спосіб, у якому суспензія, котра містить диспергований частинковий матеріал у водному середовищі, переноситься як флюїд в зону осадження, потім відстоюється та твердіє, і в якому твердіння поліпшене при збереженні текучості суспензії під час переносу шляхом комбінування із суспензією під час переносу ефективної для твердіння кількості обробної системи, котра включає

- i) водорозчинний синтетичний полімер та
- ii) водорозчинний природний або напівприродний полімер.

Несподівано авторами було виявлено, що даний спосіб має перевагу, пов'язану з можливістю знизити дозу синтетичного полімеру. У деяких випадках було встановлено, що ефективні результати можуть досягатись при зниженій загальній дозі полімеру, що не могло бути досягнуто з використанням лише одного синтетичного полімеру або природного / напівприродного полімеру.

Синтетичний полімер може складатися повністю або частково із водорозчинного полімеру. Так, полімер може містити суміш структурованого синтетичного полімеру та водорозчинного синтетичного полімеру, за умови, що достатня кількість синтетичного полімеру є водорозчинною або поводить себе як водорозчинна для забезпечення зневоднення при відстоюванні. Синтетичний полімер може бути практично в сухій частинковій формі, але в оптимальному варіанті він додається у вигляді водного розчину.

Синтетичний полімер може бути фізичною сумішшю полімеру, здатного до розбухання, та розчинного полімеру, або в альтернативному варіанті структурованого в незначній мірі полімеру, як описано, наприклад, у документі EP 202780. Хоча частинки синтетичного полімеру можуть містити певну кількість структурованого полімеру, для даного винаходу суттєво, щоб була присутня значна кількість водорозчинного полімеру. Коли частинки синтетичного полімеру містять певну кількість полімеру, здатного до розбухання, бажано, щоб принаймні 80% полімеру було водорозчинним.

Синтетичний полімер повинен включати полімер, котрий повністю або принаймні практично водорозчинний. Він може бути розгалуженим через присутність розгалужувального агента, наприклад, як описано у документі WO-A-9829604, наприклад, у п. 12 формули винаходу, або в альтернативному варіанті водорозчинний полімер є практично лінійним.

В оптимальному варіанті водорозчинний синтетичний полімер має помірну або високу молекулярну вагу. Бажано, щоб він мав внутрішню в'язкість принаймні 3 дЛ/г (виміряну в 1М NaCl при 25 °C) і, загалом, принаймні 5 або 6 дЛ/г, хоча полімер може бути полімером значної молекулярної ваги і виявляти внутрішню в'язкість 25 дЛ/г або 30 дЛ/г, або навіть більше. В оптимальному варіанті

полімер матиме внутрішню в'язкість у межах 8-25 дЛ/г, у ще більш оптимальному варіанті - від 11 або 12 дЛ/г до 18 або 20 дЛ/г.

Внутрішня в'язкість полімерів може визначатись шляхом приготування водного розчину полімеру (0,5-1% вага/вага), базуючись на активному вмісті полімеру. 2 г цього 0,5-1% полімерного розчину розводять до 100 мл у мірній колбі 50 мл 2М розчину хлориду натрію при рН 7,0 (встановленого за допомогою 1,56 г мононатрійфосфату натрію та 32,26 г динатрій фосфату на літр деіонізованої води) і доводять до 100 мл відмітки деіонізованою водою. Внутрішня в'язкість полімерів вимірюється з використанням віскозиметра з підвищеним рівнем Номер 1 при 25 °C у 1М буферному сольовому розчині.

Водорозчинний синтетичний полімер може бути катіонним, неіонним, амфотерним або аніонним. Синтетичні полімери можуть бути утворені з будь-яких придатних водорозчинних мономерів. Зазвичай, водорозчинні мономері мають розчинність у воді принаймні 5 г/100 см<sup>3</sup> при 25 °C. Полімери, яким віддається перевага, є або неіонними або аніонними полімерами, що утворені з одного або кількох ненасичених в етиленоподібний спосіб мономерів. Коли полімер є неіонним, він буде утворений із одного або кількох неіонних мономерів, наприклад, вибраних із групи, яка складається із (мет) акриламідів, гідроксіалкілових естерів (мет) акрилової кислоти та N-вінілпіролідону. Зазвичай аніонні полімери утворюються з одного або кількох аніонних мономерів, за потреби у комбінації з одним або кількома аніонними мономерами. Особлива перевага віддається аніонним полімерам, що утворені з мономерів, котрі вибрані з ненасичених в етиленоподібний спосіб мономерів карбонової кислоти та сульфонової кислоти, в оптимальному варіанті тих, що вибрані з (мет) акрилової кислоти, алілсульфонової кислоти та 2-акриламід-2-метилпропан сульфонової кислоти та їхніх солей, за потреби у комбінації з неіонними співмономерами, вибраними в оптимальному варіанті з (мет) акриламідів, гідроксіалкілових естерів (мет) акрилової кислоти та N-вінілпіролідону. Аніонні полімери, яким віддається особлива перевага, включають гомополімер акриламідів або співполімер акриламідів та акрилату натрію.

Згідно з даним винаходом, може бути бажаним використати синтетичні катіонні полімери. Придатні катіонні полімери можуть бути утворені з ненасичених в етиленоподібний спосіб мономерів, вибраних із диметиламіноетил (мет) акрилат-метилхлориду, (DMAEA.MeCl) четвертинного, діалілдиметиламоній хлориду (DADMAC), триметиламінопропіл (мет) акриламід хлориду (АТРАС), за потреби у комбінації з неіонними співмономерами, що вибрані в оптимальному варіанті з (мет) акриламідів, гідроксіалкілових естерів (мет) акрилової кислоти та N-вінілпіролідону.

У деяких випадках виявилось сприятливим додавати окремо комбінації різних типів синтетичних полімерів. Так, водний розчин аніонного, катіонного або неіонного полімеру може бути доданий до вищезгаданого матеріалу першим, з наступною

другою дозою або схожого, або іншого водорозчинного синтетичного полімеру будь-якого типу.

У даному винаході водорозчинний синтетичний полімер може бути одержаний за допомогою будь-якого придатного способу полімеризації. Полімери можуть бути одержані, наприклад, як гелеподібні полімери шляхом полімеризації у розчині, суспензійної полімеризації у суспензії типу вода-у-маслі або емульсійної полімеризації в емульсії типу вода-у-маслі. При приготуванні гелеподібних полімерів шляхом полімеризації у розчині в мономерний розчин вводяться зазвичай ініціатори.

За потреби може бути включена система термічних ініціаторів. Зазвичай термічний ініціатор може включати будь-яку придатну ініціаторну сполуку, що вивільнює радикали при підвищеній температурі, наприклад, азо сполуки, такі як азо-біс-ізобутиронітрил. Температура під час полімеризації має підвищуватись до принаймні 70 °C, але в оптимальному варіанті - нижче 95 °C. В альтернативному варіанті полімеризація може проводитись шляхом опромінення (ультрафіолетового, мікрохвильового, теплового і т.д.), за потреби також з використанням придатних радіаційних ініціаторів. Коли полімеризація завершена й полімерний гель достатньо охолодився, він може бути оброблений у стандартний спосіб шляхом, по-перше, подрібнення на менші шматки, висушування до практично дегідратованого полімеру та наступного розмелювання в порошок. В альтернативному варіанті полімерні гелі можуть постачатись у формі полімерних гелів, наприклад, желеподібних полімерних колодок.

Такі полімерні гелі можуть бути одержані з використанням придатних способів полімеризації, як описано вище, наприклад, шляхом опромінення. Гелі можуть бути порубані на шматки потрібних відповідних розмірів і потім при застосуванні змішані з матеріалом як частково гідратовані водорозчинні полімерні частинки.

Полімери можуть бути виготовлені у вигляді бусинок шляхом суспензійної полімеризації або емульсійної полімеризації в емульсії або дисперсії типу вода-у-маслі, наприклад, згідно зі способом, що визначений у документах EP-A-150933, EP-A-102760 або EP-A-126528.

В альтернативному варіанті водорозчинний синтетичний полімер може бути забезпечений як дисперсія у водному середовищі. Це може бути, наприклад, дисперсією полімерних частинок розміром принаймні 20 мікрон у водному середовищі, що містить зрівноважувальний агент, як зазначено у документі EP-A-170394. Це може, наприклад, також включати водні дисперсії полімерних частинок, одержаних шляхом полімеризації водних мономерів у присутності водного середовища, що містить розчинені нижчі IV полімери, такі як полідіалілдиметил амоній хлорид та, за потреби, інші розчинені матеріали, наприклад, електроліт та/або мультигідрокси сполуки, наприклад, поліалкіленгліколи, як зазначено у документах WO-A-9831749 або WO-A-9831748.

Водний розчин водорозчинного синтетичного полімеру одержують зазвичай шляхом розчинення полімеру в воді або шляхом розведення більш

концентрованого розчину полімеру. Загалом, твердий частинковий полімер, наприклад, у формі порошку або бусинок, диспергується у воді та розчиняється при перемішуванні. Це може бути досягнуто з використанням звичайного придатного обладнання. Бажано, полімерний розчин може бути одержаний з використанням Auto Jet Wet (торгова марка), що постачається Ciba Specialty Chemicals. В альтернативному варіанті синтетичний полімер може постачатись у формі емульсії зі зворотною фазою або дисперсії, котра може бути потім інвертована у воду.

Коли синтетичний полімер додають до водного розчину, він може додаватись у будь-якій придатній концентрації. Може виникнути потреба у застосуванні відносно концентрованого розчину, наприклад, до 10% або більше, виходячи із ваги полімеру, для мінімізації кількості води, що вводиться у даний матеріал. Хоча звичайно бажано додавати полімерний розчин при меншій концентрації для мінімізації проблем, спричинених високою в'язкістю полімерного розчину, та полегшення розподілу полімеру по матеріалу. Полімерний розчин може додаватись при відносно невеликій концентрації, наприклад, до 0,01% за вагою полімеру. Типово полімерний розчин зазвичай застосовується при концентрації від 0,05 до 5% за вагою полімеру. В оптимальному варіанті концентрація полімеру лежить у межах від 0,1 до 2 чи 3%. У більш оптимальному варіанті концентрація становить від 0,25 або 0,5% до приблизно 1 або 1,5%.

Водорозчинний природний або напівприродний полімер може являти собою будь-який придатний полімер, отриманий природним шляхом, або напівприродний полімер. Під напівприродним полімером розуміється, що даний полімер був отриманий природним шляхом і потім був модифікований, наприклад, з метою зробити його катіонним або аніонним. Природними полімерами можуть бути, наприклад, полісахариди, такі як крохмаль, такий як крохмаль із тапіоки (Tapioca Starch), гуарова смола (Guar Gum), ксантанова смола (Xanthan Gum), діутанова смола (Diutan Gum), веланова смола (Welan Gum), декстран (Dextran), декстрановий сироп (Dextran syrup), ранзанова смола (Rhansan Gum) або напівприродний полімер, такий як модифікований крохмаль, хітозан, МНРС, МНЕС, D.S 0,92, D.S 0,59, D.S 1,24, варений пшеничний крохмаль, аніонний крохмаль, варений каустичний крохмаль, альгінат натрію, карбоксиметилцелюлоза або гідроксietилцелюлоза.

Особливо ефективні результати досягаються, коли природний або напівприродний полімер оснований на целюлозі, в оптимальному варіанті карбоксиметилцелюлозі.

Синтетичний полімер та природний або напівприродний полімер можуть додаватись до суспензії частинкового матеріалу послідовно або одночасно. Коли вони додаються послідовно, може бути потрібно для деяких субстратів додавати спочатку синтетичний полімер, хоча у деяких випадках перевага може віддаватись додаванню в першу чергу природного або напівприродного полімеру. У деяких випадках більш бажані ефекти може принести одночасне додавання синтетичного і приро-

дного або напівприродного полімерів. Це може досягатись шляхом додавання полімерів окремо, але практично в той самий час, в альтернативному варіанті шляхом додавання двох полімерів у комбінації, наприклад, як суміші.

Придатні дози кожного синтетичного полімеру та природного або напівприродного полімеру варіюються від 10 г до 10000 г на тонну матеріалу із твердих речовин. Дози полімеру основані на кількості активного полімеру на кількість сухих твердих речовин суспензії. Загалом відповідна доза може варіюватися згідно з вмістом конкретного матеріалу та твердих речовин. Дози, яким віддається перевага, знаходяться у межах від 30 до 3000 г на тонну, в оптимальному варіанті від 30 до 1000 г на тонну, і у ще більш оптимальному варіанті - в межах від 60 до 200 або 400 г на тонну. Вищезазначені два полімери можуть додаватись до суспензії частинкового матеріалу, такого як мінеральний матеріал, наприклад, хвостового шламу, у твердій частинковій формі, в альтернативному варіанті до водного розчину, що був одержаний шляхом розчинення одного або двох полімерів у воді або водному середовищі.

Для деяких комбінацій полімеру та для деяких субстратів авторами було виявлено, що повна доза використаного полімеру є у значній мірі меншою для досягнення відповідного твердіння, ніж може бути досягнута шляхом використання кожного полімерного компонента окремо. У цьому випадку повна загальна доза полімеру може становити менше 300 г на тонну, в оптимальному варіанті менше 250 г на тонну, особливо, нижче 200 г на тонну, наприклад, у межах 100-150 або 200 г на тонну. В інших випадках автори виявили, що кількість дорожчого синтетичного полімерного компонента може бути суттєво знижена, навіть хоча кількість менш дорогого природного або напівприродного полімеру висока. У цьому випадку синтетичний полімерний компонент може додаватись у кількості, меншій 250 г на тонну і часто нижче 200 або 150 г на тонну, навіть якщо природний або напівприродний полімер додається при більш високій дозі, що становить принаймні 250 г на тонну. У деяких випадках природний або напівприродний полімер може додаватись при дозах, що перевищують 500 або 100 г на тонну, і у деяких випадках сприятливі результати можуть досягатись з використанням значно вищих доз, що становлять принаймні 2000 і навіть більше 3000 або 4000 г на тонну.

Крім того, було виявлено, що комбінація синтетичного та природного або напівприродного полімерів може давати зневоднення, в якому виділена рідина має більшу прозорість, ніж та, що може досягатись при окремому застосуванні індивідуальних полімерних компонентів.

Загалом, суспендовані тверді речовини можуть бути сконцентровані в ущільнювачі, і цей матеріал, наприклад, полишатиме ущільнювач у вигляді ущільненого матеріалу, котрий прокачуватиметься по трубопроводу до області осадження. Трубопровід може являти собою будь-який звичайний засіб для переносу матеріалу до області осадження і може бути, наприклад, трубою

або каналом. Матеріал залишається рідким і придатним до перекачування під час стадії переносу перед його відстоюванням та твердінням.

За потреби, процес даного винаходу може являти частину операції переробки мінеральної сировини, де водна суспензія відходів, за потреби, піддається флокуляції у резервуарі з утворенням супернатантного шару, який містить водний луг, та шару ущільненого матеріалу, який містить ущільнені тверді речовини, котрі формують матеріал. Супернатантний шар відокремлюється від ущільненого матеріалу в резервуарі та звичайно піддається рециркуляції або додатковій обробці. Водна суспензія відходів або, за потреби, ущільнений матеріал переноситься звичайно шляхом помпування до зони осадження, котра може представляти, наприклад, хвостову дамбу або відстійник. Матеріал може складатись із лише, головним чином, дрібнозернистих частинок або суміші дрібнозернистих та крупнозернистих частинок. За потреби, додаткові крупнозернисті частинки можуть бути скомбіновані з водною суспензією у будь-якій зручній точці перед вивантаженням у зоні осадження. Коли матеріал досягає зони осадження, йому надають можливість відстоюватись та зневоднюватись, і крім того, в оптимальному варіанті відбувається його твердіння. Полімер може бути доданий до матеріалу в ефективній кількості у будь-якій зручній точці, зазвичай, під час переносу. У деяких випадках водна суспензія перед її перенесенням до зони осадження може переноситись спочатку до змішувального резервуару. Після осадження суспензії частинкового матеріалу він твердіє і в оптимальному варіанті зневоднюється шляхом виділення водного луку з утворенням зневодненої твердої речовини. В оптимальному варіанті зневоднена суспензія частинкового мінерального матеріалу утворює компакту та суху тверду масу шляхом сумісної дії седиментації, дренажу та випарного висушування.

Частинки мінерального матеріалу звичайно мають неорганічну природу. Зазвичай, матеріал може бути одержаний із або містити фільтраційний кек, хвости, ущільнений матеріал із ущільнювача або неущільнені потоки відходів підприємств, наприклад, інші мінеральні хвости або шлами, включаючи фосфатні, алмазні, золоті шлами, мінеральні піски, хвости від переробки цинкових, свинцевих, мідних, срібних, уранових, нікелевих, залізних руд, вугілля, нафтоносних пісків або червоного шламу. Матеріал може являти собою тверді речовини, що випали в осад у кінцевому ущільнювачі або на стадії промивки операції переробки мінеральної сировини. Таким чином, бажано, щоб матеріал походив від операцій переробки мінеральної сировини. В оптимальному варіанті матеріал включає хвости. В оптимальному варіанті мінеральний матеріал є гідрофільним за природою і в більш оптимальному варіанті він вибраний із червоного шламу та хвостів, що містять гідрофільну глину, таких як хвости нафтоносних пісків, і т.д.

Для суспензій глинистих мінералів, таких як каолін, особливо ефективні результати приносять комбінації синтетичних полімерів, наприклад, акриламиду та акрилату натрію, з природними або

напівприродними полімерами, такими як гуарова смола (Guar Gum), альгінат натрію, декстран або целюлозні матеріали, в оптимальному варіанті карбоксиметилцелюлоза.

Коли субстратом є вугільні хвости, комбінації, яким віддається перевага, включають синтетику з похідними целюлозних природних або напівприродних полімерів, зокрема, гідроксиметилцелюлозу. Комбінації, яким віддається особлива перевага, включають співполімери акриламідів та акрилату натрію і гідроксиметилцелюлози.

Суспензії мінеральних пісків або схожих субстратів виявляють особливо поліпшену здатність до твердіння при використанні комбінацій синтетичного полімеру з будь-яким із природних полімерів типу гуарової смоли або аніонного крохмалю, особливо, коли комбінація містить синтетичний полімер із акрилату натрію та акриламідів.

Особливо добрі результати для червоних шламів, одержаних від байерівського глиноземного процесу, дають будь-які декстрини, целюлози, особливо гідроксиметилцелюлоза, крохмаль, зокрема, дериватизований або модифікований крохмаль, наприклад, аніонний, неіонний або катіонний крохмаль, ранзанова смола (Rhansan Gum), у комбінації з синтетичними полімерами, наприклад, співполімерами акриламід/акрилат натрію.

Тонкі хвости або інший матеріал, котрий перекачується, можуть мати вміст твердих речовин у межах від 10 до 80% за вагою. Суспензії часто знаходяться у межах від 20 до 70% за вагою, наприклад, від 45 до 65% за вагою. Розміри частинок у типовій пробі тонких хвостів практично всі менші 25 мікрон, наприклад, 95% за вагою матеріалу складають частинки, менші 20 мікрон і приблизно 75%, менші 10 мікрон. Частинки крупнозернистих хвостів практично більші 100 мікрон, але загалом менші 10000 мікрон. Тонкі (дрібнозернисті) та крупнозернисті хвости можуть бути присутніми або скомбінованими разом у будь-якому зручному відношенні, за умови, що матеріал залишається придатним до прокачування.

Дисперговані частинкові тверді речовини можуть мати бімодальний розподіл розмірів частинок. Зазвичай цей бімодальний розподіл може включати дрібнозернисту фракцію та крупнозернисту фракцію, де пік дрібнозернистої фракції практично нижче 25 мікрон, і пік крупнозернистої фракції практично вище 75 мікрон.

Авторами було виявлено, що кращі результати в плані зневоднення та твердіння одержують, коли матеріал є відносно концентрованим та гомогенним. Може також бути бажаним поєднати додавання полімеру та інших компонентів. Наприклад, властивості текучості матеріалу через трубопровід можуть бути поліпшені шляхом включення диспергатора. Зазвичай, якщо диспергатор включений, то він буде присутній у звичайних кількостях. Проте, авторами було встановлено, що, як не дивно, присутність диспергаторів або інших добавок не зашкоджує зневодненню або твердінню. Крім того, бажаною може бути попередня обробка матеріалу неорганічним або органічним коагулянтном для попередньої коагуляції дрібнозернистого матеріалу

з метою посприяти його утриманню у зневодненому частинковому матеріалі.

У даному винаході суспензія частинкового мінерального матеріалу може звичайно являти собою відходи від операції переробки мінеральної сировини.

Коли водні суспензії дрібнозернистого та крупнозернистого частинкових матеріалів поєднуються з метою сумісного захоронення, ефективна у плані зневоднення та твердіння кількість розчину водорозчинного полімеру додається звичайно під час або після змішування різних потоків відходів у гомогенну суспензію.

Зазвичай суспензія частинкового мінерального матеріалу може бути перенесена вздовж трубопроводу та через стічний отвір до зони осадження. Потім суспензія частинкового мінерального матеріалу надають можливість зневоднитися в зоні осадження. В оптимальному варіанті суспензія частинкового матеріалу, яка була перенесена до зони осадження, також твердіє при відстоюванні. У багатьох випадках зона осадження вже містить затверділий мінеральний матеріал. Придатним є, коли суспензія частинкового мінерального матеріалу при досягненні зони осадження розтікається по поверхні попередньо затверділого мінерального матеріалу, і матеріал відстоюється та твердіє, утворюючи нагромаджену купу.

Зазвичай матеріал відкачується як рідина до стоку в зоні осадження і йому надається можливість розтікатись по поверхні затверділого матеріалу. Матеріал відстоюється та твердіє, і таким чином утворює купу затверділого матеріалу. Цей процес може повторюватись кілька разів з утворенням купи, котра включає кілька шарів затверділого матеріалу. Утворення нагромаджених куп затверділого матеріалу має ту перевагу, що для захоронення потрібна менша територія.

В операції переробки мінеральної сировини, де суспензія, котра містить тверді речовини, піддається флокуляції в ущільнювачі для розділення суспензії на супернатантний шар та на ущільнений матеріал, матеріал може зазвичай оброблятися у будь-якій придатній точці після флокуляції в ущільнювачі, але перед спрямуванням матеріалу на відстоювання. Зазвичай суспензія переноситься по трубопроводу до зони осадження. Звичайно це досягається шляхом помпування суспензії частинкового мінерального матеріалу. Придатна та ефективна у плані зневоднення і заглизування пилу кількість водорозчинного полімеру може змішуватись з матеріалом до або під час стадії помпування. У такий спосіб полімер може бути розподілений по матеріалу.

В альтернативному варіанті полімер може бути введений та змішаний із матеріалом після стадії помпування. Найбільш ефективна точка введення залежатиме від субстрату та відстані від ущільнювача до зони осадження. Якщо трубопровід відносно короткий, може бути зручним дозувати полімерний розчин поблизу того місця, де матеріал витікає з ущільнювача. З іншого боку, коли зона осадження у значній мірі віддалена від ущільнювача, може бути бажаним вводити полімерний розчин ближче до стічного отвору. У деяких випа-



дках може бути зручним вводити полімерний розчин у матеріал на виході зі стоку. Часто може бути бажаним вводити полімер у суспензію до його виходу зі стічного отвору, в оптимальному варіанті в межах 10 м від стоку.

Реологічні характеристики матеріалу, коли він перетікає через трубопровід до зони осадження, важливі, оскільки будь-яке погіршення характеристик текучості може серйозно зашкодити ефективності процесу. Важливо, щоб не відбувалося значного осадження твердих речовин, оскільки це може спричинити закупорювання, що може означати зупинку установки для її очищення. Крім того, важливо, щоб не відбувалося значного погіршення характеристик текучості, оскільки це може занадто погіршити придатність матеріалу до перекачування. Такий шкідливий ефект може призвести до суттєвого підвищення енерговитрат, оскільки pompування стане утрудненим і збільшиться ймовірність підвищеного зносу помпового устаткування.

Реологічні характеристики суспензії частинкового мінерального матеріалу в процесі його зневоднення важливі, оскільки, коли він відстоюється, важливо, щоб течія була зведена до мінімуму, та щоб в ідеалі загуснення і в оптимальному варіанті твердіння даного матеріалу просувалося швидко. Якщо матеріал занадто текучий, він не утворить ефективної купи, і є також ризик, що він забруднить воду, яка виділилась із матеріалу. Бажано також, щоб затверділий матеріал був достатньо міцним і залишався неушкодженим, і міг витримувати вагу наступних шарів затверділого матеріалу, котрі на нього наносяться.

В оптимальному варіанті в результаті процесу даного винаходу досягається сприятлива нагромаджувальна геометрія укладання відходів і сумісна фіксація дрібнозернистої та крупнозернистої фракцій твердих речовин у матеріалі, та те, що будь-яка виділена вода має вищу рухому силу для її відокремлення від матеріалу шляхом гідравлічного гравітаційного дренажу. Нагромаджувальна геометрія забезпечує, як мається на думці, вищий

спрямований вниз ущільнюючий тиск на нижні шари твердого матеріалу, що, як здається, сприяє підсиленню процесу зневоднення. Авторами було встановлено, що ця геометрія забезпечує нагромадження більших кількостей відходів на дану площу поверхні, і це сприятливо як у плані збереження навколишнього середовища, так і з економічних міркувань.

Цілей даного винаходу неможливо досягти шляхом адаптації стадії флокуляції до ущільнювача. Наприклад, флокуляція суспензії в ущільнювачі із забезпеченням достатньо концентрованого ущільненого матеріалу, котрий можна укладати, дасть мало користі, оскільки буде неможливим перекачувати такий концентрований ущільнений матеріал. Крім того, додавання полімеру в ущільнювач не досягне бажаного ефекту поліпшення стискання зневодненого мінерального матеріалу. Замість цього автори виявили, що важливо обробляти той матеріал, який був сформований в ущільнювачі. Як здається, окрема обробка загущених твердих речовин в ущільнювачі дозволяє ефективно твердіти матеріалу без погіршення його текучості під час переносу.

Відмітною ознакою даного винаходу, якій віддається перевага, є твердіння під час виділення водного лугу, що відбувається в оптимальному варіанті на стадії зневоднення. Таким чином, у формі даного винаходу, якій віддається перевага, матеріал зневоднюється під час твердіння з виділенням лугу, що містить значно менше твердих речовин. Луг потім може бути повернений у даний процес, зменшуючи в такий спосіб об'єм потрібної води, що подається, і тому важливо, що луг прозорий і практично вільний від забруднень, особливо мігруючих дрібнозернистих частинок. Відповідно, луг може бути, наприклад, рециркульований до ущільнювача, із якого матеріал був виділений в ущільненому вигляді. В альтернативному варіанті луг може бути спрямований на інші процеси, що забезпечені на цій самій установці.

Наступні приклади ілюструють даний винахід.

Приклади

Таблиця 1

Полімери, що застосовані у наведених прикладах

Зразок	Склад	Молекулярна вага	Іонність
Зразок 1	50:50 NaАкрилат: акриламід Співполімер	19000000	Аніонний
Зразок 2	Ксантанова смола	9000000	Аніонний
Зразок 3	Веланова смола (Welan Gum)		Неіонний
Зразок 4	Карбоксиметилцелюлоза	50000	Аніонний
Зразок 5	Гуарова смола 64 (Guar Gum)	1000000	Неіонний
Зразок 6	Гуарова смола 66 (Guar Gum)	1000000	Неіонний
Зразок 7	Декстран	5-40000000	
Зразок 8	Модифікований крохмаль		Аніонний
Зразок 9	Модифікований крохмаль		Неіонний
Зразок 10	Модифікований крохмаль		Катіонний
Зразок 11	Діутанова смола (Diutan Gum)		Неіонний
Зразок 12	Хітозан		Катіонний
Зразок 13	50:50 NaAc:ACM Співполімер	6000000	Аніонний
Зразок 14	Метилгідроксипропілцелюлоза	20000	Неіонний
Зразок 15	Метилгідроксіетилцелюлоза	35000	Неіонний
Зразок 16	Метилцелюлоза	7000	Неіонний
Зразок 17	Карбоксиметилцелюлоза D.S 0.92	50000	Аніонний
Зразок 18	Карбоксиметилцелюлоза D.S 0.59	50000	Аніонний
Зразок 19	Карбоксиметилцелюлоза D.S 1.24	2000	Аніонний
Зразок 20	Альгінат натрію		Аніонний
Зразок 21	Гуарова смола (Guar Gum)		Неіонний
Зразок 22	10:90 NaАкрилат:Акриламід Співполімер Співполімер	15000000	Аніонний
Зразок 23	30:70 NaАкрилат: Акриламід Співполімер Співполімер	19000000	Аніонний
Зразок 24	75:25 NaАкрилат:Акриламід Співполімер Співполімер	15000000	Аніонний
Зразок 25	Декстриновий сироп		
Зразок 26	30:70 NaАкрилат: Акриламід Співполімер Співполімер	15000000	Аніонний
Зразок 27	Ранзанова смола (Rhansan Gum)		
Зразок 28	Варений пшеничний крохмаль		
Зразок 29	Крохмаль із тапіоки	50000	Неіонний
Зразок 30	Крохмаль із тапіоки	50000	Неіонний
Зразок 31	Крохмаль із тапіоки		Катіонний
Зразок 32	Крохмаль із тапіоки		Катіонний
Зразок 33	Крохмаль із тапіоки		Катіонний
Зразок 34	Крохмаль із тапіоки		Катіонний
Зразок 35	Крохмаль із тапіоки		Катіонний
Зразок 36	Модифікований крохмаль		Катіонний
Зразок 37	Аніонний крохмаль DS=2		Аніонний
Зразок 38	Аніонний крохмаль DS=0,9		Аніонний
Зразок 39	Аніонний крохмаль DS=2,75		Аніонний
Зразок 40	Гідроксиметилцелюлоза		Неіонний
Зразок 41	Гідроксиметилцелюлоза		Неіонний
Зразок 42	Варений каустичний крохмаль		Неіонний

## Приготування зразків

Зразки 1 та 13 - Приготування водних розчинів полімерів твердого типу

Перемішати зразок твердого полімеру, переконавшись, що він гомогенний. Відважити точно потрібну кількість полімеру в чисту суху пляшечку на 8 унцій. Додати потрібний об'єм ацетону з дозатора й обережно стряхнути для змочування всього полімеру. Додати потрібний об'єм деіонізованої

води з дозатора. Закрутити кришку та енергійно струшувати до повного диспергування полімеру в розчині та достатнього його набухання, щоб запобігти злипанню частинок полімеру між собою або прилипанню до стінок пляшки. Якщо полімер злипається або прилипає до пляшки, всю процедуру приготування треба повторити. Закріпити надійно посудину на перекидачі й піддавати перемішуванню протягом потрібного для розчинення часу.

Зразки 2-11 та 14-20 - Вихрове змішування розчинів полімерів

1. Встановити швидкість двигуна мішалки на нуль або на мінімальну швидкість.

2. Відважити свіжу воду у стандартну посудину.

3. Відважити потрібний полімер у застосований контейнер з точністю  $\pm 0,01$  г або 1%, в залежності від того, яка є більшою.

4. Помістити стандартну посудину з водою під двигун мішалки і закріпити на місці.

5. Вибрати та встановити придатну мішалку.

6. Увімкнути двигун мішалки і поступово підвищити швидкість розмішування до утворення вихору, котрий зупиняється над верхньою частиною лопаті мішалки на висоті, що відповідає приблизно товщині 1 лопаті.

7. Обережно набризувати полімер на край вихору з постійною швидкістю.

8. Коли частинки добре промочилися і проявилася в'язкість розчину (що помітно за зниженням ступеню розбризкування навколо вихору), швидкість мішалки знизити, так щоб вихор був на мінімумі, котрий забезпечує ефективне перемішування, як видно по безперервному руху всього розчину.

9. Розчин залишити перемішуватись при цій швидкості до повного розчинення (звичайно 2 години у лабораторії). По завершенні цього часу полімерний розчин готовий для використання.

Зразок 12 виготовляють як 1% розчин 0,2М оцтової кислоти шляхом вихрового змішування як розглянуто вище. Потім розчин розводять деіонізованою водою до 0,25% перед випробуванням.

#### Приклад 1

Розчин Зразка 1 готують як 0,5% вага/вага маточний розчин і потім розводять до 0,25% вага/вага перед використанням.

Для кожного випробування використовують 280 мл аліквотних кількостей суспензії 3:7 вага/вага сухих твердих речовин 20% вага/об'єм каоліну та піску. Пісок попередньо висушують при

110 °C та просіюють при розмірі частинок  $500 \pm 90$  мкм перед застосуванням. Цю комбінацію каоліну та піску використовують, оскільки вона представляє типові шахтні відходи, які містять субстрат дрібнозернистої глини у комбінації з більш крупними частинками.

Ділянку осадження готують шляхом поміщення жорсткого коміра висотою та діаметром 63 мм на роликовий піддон для фарб, покритий листом грубого наждачного паперу.

Розведений Зразок 1 додають до суспензії при кількох дозах і розподіляють шляхом серії виливів із хімічного стакана.

Комір заповнюють до краю обробленою суспензією й останню розрівнюють.

Комір вилучають вертикально з піддону на швидкості, надаючи можливість суспензії осідати назовні, і помішують на один бік, запобігаючи падінню надлишку суспензії на конус осадження.

Секундомір запускають відразу ж після формування конуса осадження.

Заміряють діаметр та висоту на краю і в центрі результуючого конуса.

Коли розміри конуса осадження зафіксовані, піддон нахиливають на один дюйм для забезпечення ефективного стікання та збирання вільного луку в жолобі піддону.

Вільний луг збирають за допомогою шприца за 10 хвилин, потім переносять до попередньо зваженої пляшки для кількісного аналізу.

Якість води вимірюють із використанням турбідиметра.

Кут конуса осадження обчислюють із використанням наступної формули:

$$\text{Кут конуса осадження, \%} = \frac{c - e}{r} \times 100$$

Тут c відповідає висоті конуса осадження в центрі, e відповідає висоті конуса осадження на краю і r відповідає радіусу конуса осадження. Схема наведена на Фігурі 1.

Результати

Таблиця 2

Зразок 1 Доза, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса оса- дження %	Відновлення води, %	Якість води, NTU
100	10	2,0	1,0	14
150	10	4,5	2,0	109
200	10	14,7	4,0	58
250	10	20,2	7,6	65
300	10	20,0	8,6	23
350	10	21,9	8,3	65
400	10	9,2	6,7	54
100	20	1,3	2,0	12
150	20	5,3	6,3	215
200	20	86,7	26,4	95
250	20	128,6	25,3	65
300	20	134,3	30,3	186
350	20	120,0	28,2	310
400	20	60,2	16,4	618
100	30	2,0	0,1	Об'єм недостатній
150	30	8,8	9,5	580
200	30	87,0	30,2	88
250	30	103,4	30,5	32
300	30	141,7	30,8	115
350	30	133,3	31,9	313
400	30	106,7	29,3	568
100	40	0,7	0,2	Об'єм недостатній
150	40	2,0	3,1	Об'єм недостатній
200	40	6,0	11,1	180
250	40	106,7	42,7	17,5
300	40	153,8	44,1	11,6
350	40	200,0	45,7	13,5
400	40	181,3	38,2	16,3

Ці результати показують, що для одержання хороших результатів щодо Кутів конуса осадження, Відновлення води та Якості води потрібні дози 250-400 г/т та 20-40 виливів.

Приклад 2

Ряд природних полімерів випробували та порівнювали відносно Зразка 1 за способом, котрий описаний у Прикладі 1.

Результати

Таблиця 3

Обробка	Доза полімеру, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса осадження, %	Відновлення води, %	Якість води, NTU
Зразок 1	150	40	2,7	3,1	Об'єм недостатній
	300	40	172,4	30,8	33,7
	350	40	160,0	32,0	30,7
	400	40	134,3	34,9	36,3
Зразок 2	652	10	0,7	0,3	Об'єм недостатній
	1304	10	1,3	0,7	Об'єм недостатній
Зразок 3	490	10	0,7	0	Об'єм недостатній
	652	10	0,7	1,0	Об'єм недостатній
	978	10	2,0	0	Об'єм недостатній
Зразок 4	490	10	0,7	0	Об'єм недостатній
	815	10	0,7	0	Об'єм недостатній
Зразок 5	815	10	0,7	18,5	1000
Зразок 6	815	10	0,7	17,9	1000
Зразок 7	815	10	0,7	0,3	Об'єм недостатній
Зразок 8	815	10	0,7	0	Об'єм недостатній
Зразок 9	815	10	0,7	0	Об'єм недостатній
Зразок 10	815	10	0,7	0	Об'єм недостатній
Зразок 11	815	10	0,7	0	Об'єм недостатній
Зразок 12	815	10	3,58	3,2	Об'єм недостатній

Із таблиці результатів можна бачити, що навіть при дуже високій дозі жоден із природних полімерів не утворює конуса осадження. Також має місце дуже низьке виділення води. Проведено максимум 10 виливів через те, що при більшій їх кількості структура погіршується.

Приклад 3

Оскільки багато природних полімерів у Прикладі 2 мають набагато нижчі молекулярні ваги, ніж Зразок 1, синтетичний полімер Зразка 13 з нижчою молекулярною вагою випробовували, як у Прикладі 1 для визначення того, чи дає він той самий ефект.

Результати

Таблиця 4

Зразок 13 Доза, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса осадження, %	Відновлення води, %	Якість води, NTU
100	10	3,0	3,3	177
150	10	17,6	27,4	549
200	10	117,9	36,0	19,5
250	10	119,4	34,8	37,8
300	10	128,2	36,7	104
350	10	125,0	32,3	181
400	10	148,6	34,9	156
100	20	9,8	7,4	973
150	20	3,6	9,9	540
200	20	25,6	32,1	88,8
250	20	140,5	32,3	173
300	20	138,2	33,7	199
350	20	123,7	33,2	223
400	20	107,7	33,9	227
100	30	0,6	3,7	181
150	30	9,9	28,5	86,5
200	30	144,9	39,2	91,5
250	30	158,7	35,4	146
300	30	135,1	33,7	145
350	30	173,3	38,9	113
400	30	146,7	36,1	127
100	40	4,4	1,3	Об'єм недостатній
150	40	3,4	13,5	456
200	40	177,8	35,8	54
250	40	140,8	34,1	97,1
300	40	148,6	32,5	150
350	40	2,6	36,4	282
400	40	14,3	22,7	200

Зразок 13 дає добрі результати щодо Кутів конуса осадження та Відновлення води у діапазоні різної кількості виливів при дозах більше 200 г/т. Результати дещо поліпшились щодо Зразка 1, але Якість води гірша. Результати не вказують на те, що полімери з меншою молекулярною вагою обов'язково менш ефективні.

#### Приклад 4

Кілька природних полімерів поєднували зі Зразком 1 послідовно при 200:100 г/т та 100:50 г/т Зразок 1: Природний полімер та випробували, як у Прикладі 1. У кожному випробуванні використовували по тридцять виливів.

#### Результати

Таблиця 5

Обробка	Доза полімеру, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса осадження, %	Відновлення води, %	Якість води, NTU
Зразок 1	200	30	129,7	37,8	32,0
	250	30	171,4	36,2	36,1
	300	30	165,1	39,4	52,3
Зразок 1/ Зразок 4	200/100	30	142,9	36,9	44,0
Зразок 1/ Зразок 5	200/100	30	144,1	39,3	29,6
Зразок 1/ Зразок 6	200/100	30	141,2	41,3	29,6
Зразок 1/ Зразок 7	200/100	30	147,1	37,3	32,3

При більшій дозі 200:100 г/т Зразок 1: природний полімер природні полімери виявляють поведінку, схожу з такою для одного Зразка 1,

і дають добрі результати щодо Кутів конуса осадження, Відновлення води та Якоості води.

Таблиця 6

Обробка	Доза полімеру, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса осадження, %	Відновлення води, %	Якість води, NTU
Зразок 1	150	30	21,1	19,7	277
	250	30	128,0	35,7	199
Зразок 1/ Зразок 4	100/50	30	119,5	33,4	40

При нижчій дозі 100:50 г/т Зразок 1:природний полімер Зразок 4 дає суттєво поліпшений результат у порівнянні з одним Зразком 1 при тій самій загальній дозі.

Приклад 5

Зразок 4 випробували в комбінації зі Зразком 1 при 100:50 г/т, при різних відношеннях і в діапазоні кількості виливів, як для Прикладу 1.

Результати

Таблиця 7

Обробка	Доза полімеру, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса осадження, %	Відновлення води, %	Якість води, NTU
Зразок 1	150	10	4,5	0,6	109
		20	5,3	5,3	215
		30	8,9	6,5	580
		40	2,0	0,8	Об'єм недостатній
Зразок 1: Зразок 4	75:75	10	40,4	17,7	95
		20	95,0	33,5	56,2
		30	76,1	31,4	44,0
		40	18,7	22,0	80,0
Зразок 1: Зразок 4	50:100	10	34,5	23,5	83
		20	69,8	28,9	46,8
		30	21,4	26,3	51
Зразок 1: Зразок 4	100:50	10	49,1	15,1	102
		20	103,5	33,3	83
		30	115,4	37,1	46,8
		40	4,5	10,0	1000

Як можна бачити з таблиці, комбінація Зразок 1:Зразок 4 при дозі 100:50 г/т з 20-30 виливами дає найкращі результати у значенні Кута конуса осадження та Відновлення води. 30 виливів поліпшують Якість води. Використання дозового відношення 75:75 г/т дає дещо гірший результат. Таким чином, здається, що умови комбінування можуть бути оптимізовані для максимізації синергічного ефекту.

Приклад 6

Оцінка змішування одного полімеру перед додаванням іншого.

Випробували наступні комбінації при дозі 75:75 г/т:

Зразок 1:Зразок 4.

Зразок 4:Зразок 1.

Перший полімер додають до субстрату і змішують шляхом ряду виливів перед додаванням другого полімеру та здійсненням тієї самої кількості виливів, як і для першого полімеру, тобто

5/5

10/10

15/15

20/20

Спосіб збирання відновленої води у цій частині випробувань був змінений, оскільки важко вилучати всю відновлену воду шприцом. Замість збирання води шприцом, наждачний папір обережно піднімали з піддону, нахилиючи один його бік, і вода стікала у попередньо зважену 40-унцієву пляшку. Інша частина способу

залишалася незмінною, такою як для Прикладу 1. Результати

Таблиця 8

Обробка	Доза полімеру, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса осадження, %	Відновлення води, %	Якість води, NTU
Зразок 1	150	10	2,2	0	Об'єм недостатній
		20	21,6	26,0	448
		30	10,5	9,5	1000
		40	2,2	9,2	971
Зразок 1: Зразок 4	75:75	5/5	10,3	7,1	146
		10/10	8,8	30,2	174
		15/15	9,9	11,1	226
		20/20	11,5	11,8	144
Зразок 4:Зразок 1	75:75	5/5	6,5	1,0	Об'єм недостатній
		10/10	11,1	11,8	41
		15/15	85,4	28,0	18
		20/20	102,6	36,0	54
Зразок 1:Зразок 4	75:75	10	22,4	17,3	136
		20	109,8	25,4	90
		30	16,4	24,4	92
		40	24,1	22,0	116

Результати показують, що поліпшення результатів щодо Кута конуса осадження, Відновлення води та/або Якості води можуть бути досягнуті шляхом комбінованої обробки. Знову здається, що умови комбінування можуть бути оптимізовані шляхом максимізації синергічного ефекту.

#### Приклад 7

Оскільки добрі результати були одержані при використанні комбінації Зразок 1:Зразок 4, було

вирішено оцінити інші целюлози, що варіюються за іонним характером та ступенем заміщення, так само як і нецелюлозні матеріали схожої аніонності до Зразка 4, для встановлення того, чи дають вони той самий або поліпшений ефект. Застосовували спосіб, описаний у Прикладі 1, але воду відновлювали, як у Прикладі 6.

#### Результати

Таблиця 9

Обробка	Доза полімеру, г/т	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)	Якість води, NTU
Зразок 1	150	30	10,5	9,5	1000
Зразок 1: Зразок 17	75:75	30	131,5	39,2	54
Зразок 1: Зразок 18	75:75	30	78,2	35,8	41
Зразок 1: Зразок 19	75:75	30	28,6	30,2	88
Зразок : Зразок 20	75:75	30	13,8	30,5	109

Дані показують поліпшений результат щодо одного Зразка 1 при використанні комбінацій зі зразками 17-20.

Целюлозні варіанти вказують, що властивості полімеру впливають на оптимізацію синергічної обробки.

Усі наведені вище результати випробувань оцінювали на синтетичному субстраті шахтних відходів. Приклади 8 -12 наводять результати ви-

пробувань, одержані на субстратах від промислових шахтних операцій.

#### Приклад 8

Природний/синтетичний полімер, доза 50:50

Різні природні полімери випробували в комбінації зі Зразком 22 при 690:690 г/т на субстраті вугільних хвостів (сухих твердих речовин - 36,3%), як для способу, що описаний у Прикладі 1.

#### Результати



Таблиця 10

Окремі обробки	Доза полімеру (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 22	0	10	1	25
Зразок 22	690	10	15	0
Зразок 22	1030	10	26	5
Зразок 22	1380	10	17	5,2
Зразок 22	1725	10	42	7,4
Зразок 22	2070	10	47	2,8
Зразок 21	1380	10	43	11
Зразок 2	1380	10	3	0
Зразок 25	1380	10	2	0
Зразок 40	1380	10	27	1,2
Зразок 41	1380	10	28	3,2
Зразок 10	1380	10	3	0
Зразок 8	1380	10	5	0
Зразок 36	1380	10	3	0
Зразок 9	1380	10	5	0
Зразок 27	1380	10	2	0
Зразок 28	1380	10	0	0
Зразок 29	1380	10	1	0
Зразок 30	1380	10	0	0
Зразок 31	1380	10	2	0
Зразок 32	1380	10	2	0
Зразок 33	1380	10	2	0
Зразок 34	1380	10	1	0
Зразок 35	1380	10	2	0
Зразок 4	1380	10	0	0
Зразок 42	1380	10	1	0
Зразок 37	1380	10	3	0
Зразок 38	1380	10	1	0
Зразок 39	1380	10	2	0

Таблиця 11

Комбіновані обробки	Доза (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 22	1380	10	17	5,2
Зразок 21	690	10	53	6,6
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 40	690	10	43	9,4
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 41	690	10	67	8,8
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 8	690	10	20	0,3
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 36	690	10	18	0,1
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 9	690	10	26	1
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 28	690	10	19	0
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 32	690	10	18	0,6
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 38	690	10	27	7,6
Зразок 22	+ 690	10		
Зразок 39	690	10	26	5,4
Зразок 22	+ 690	10		

При 50:50 комбінації Зразок 21 та гідроксиметилцелюлозні зразки 40 та 41 виявляють найбільш поліпшені результати щодо Кута конуса осадження та Відновлення води для цього субстрату. Для одержання схожих результатів дозовий рівень одного Зразка 22 має бути підвищений до 1725 г/т.

Приклад 9

П'ять природних полімерів з найкращими робочими характеристиками випробували на тому самому субстраті вугільних хвостів, що й у прикладі 8, при комбінаційних відношеннях 25:75 та 75:25, як у способі, що описаний у Прикладі 1.

Результати

Таблиця 12

Комбіновані обробки	Доза (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 22	1380	10	17	5,2
Зразок 21	345	10	34	5
Зразок 22	+ 1035	10		
Зразок 21	1035	10	45	8,6
Зразок 22	+ 345	10		
Зразок 40	345	10	46	8
Зразок 22	+ 1035	10		
Зразок 40	1035	10	54	7
Зразок 22	345	10		
Зразок 41	345	10	51	5
Зразок 22	1035	10		
Зразок 41	1035	10	41	4,2
Зразок 22	345	10		
Зразок 31	345	10	24	2,8
Зразок 22	1035	10		
Зразок 31	1035	10	3	0
Зразок 22	345	10		
Зразок 42	345	10	36	5
Зразок 22	1035	10		
Зразок 42	1035	10	7	0
Зразок 22	345	10		

Взагалі, більш висока доза природного полімеру у сполученні з меншою дозою синтетичного полімеру дає значно поліпшені результати щодо Кутів конуса осадження та Відновлення води, у порівнянні з одним Зразком 22. Здається, що умови комбінування можуть бути оптимізовані для максимізації синергічного ефекту.

Приклад 10

Різні природні полімери випробували в комбінації зі Зразком 26 при 10:10 г/т на субстратах із мінеральних пісків шахтних відходів (піщані тверді речовини - 52,6% вага/вага, шламові тверді речовини - 27,8% вага/вага) згідно зі способом, що описаний у Прикладі 1.

Результати

Таблиця 13

Окремі обробки	Доза (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 26	0	15	1	0
Зразок 26	15	15	3	12
Зразок 26	20	15	29	57
Зразок 26	25	15	37	42
Зразок 26	50	15	37	39
Зразок 26	125	15	74	18
Зразок 21	20	15	7	17
Зразок 2	20	15	4	5,2
Зразок 25	20	15	0	0
Зразок 40	20	15	0	0
Зразок 41	20	15	1	0
Зразок 10	20	15	1	0
Зразок 8	20	15	1	0
Зразок 36	20	15	1	0
Зразок 9	20	15	1	0
Зразок 27	20	15	6	12
Зразок 28	20	15	1	0,4
Зразок 29	20	15	1	0
Зразок 30	20	15	0	0
Зразок 31	20	15	1	0
Зразок 32	20	15	0	0
Зразок 33	20	15	1	0
Зразок 34	20	15	1	0
Зразок 35	20	15	1	0
Зразок 4	20	15	1	0
Зразок 42	20	15	1	0
Зразок 37	20	15	1	0
Зразок 38	20	15	1	0
Зразок 39	20	15	1	0

Жоден із природних продуктів сам по собі не надавав значної твердості субстрату. Спостерігали погані Кути конуса осадження та низькі значення

для Відновлення води у порівнянні з синтетичним полімером Зразка 26 при еквівалентній дозі.

Наступні комбінації оцінювали при відношенні 1:1 зі Зразком 26 при загальній дозі 20 г/т.

Таблиця 14

Комбіновані обробки	Доза полімеру (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 26	10+10	15	29	57
Зразок 21	10	15	42	57
Зразок 26	+10	15		
Зразок 37	10	15	56	47
Зразок 26	+10	15		
Зразок 38	10	15	49	45
Зразок 26	+10	15		
Зразок 39	10	15	45	45
Зразок 26	+10	15		

Зразки 21, 37, 38 та 39 у комбінації зі Зразком 26 дали суттєво поліпшені Кути конуса осадження, хоча Відновлення води залишається схожим або трохи гіршим, аніж для Зразка 26 самого по собі при 20 г/т.

Приклад 11

Оцінка при дозовій комбінації природний/синтетичний полімер 50:50.

Різні природні полімери випробували в комбінації зі Зразком 24 при 134:134 г/т на глиноземному червоно-шламовому суперущільненому субстраті (суха вага -46,73%), як для способу, що описаний у Прикладі 1.

Результати

Таблиця 15

Окремі обробки	Доза полімеру (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 24	0	25	9	0
Зразок 24	134	25	38	0
Зразок 24	268	25	28	0
Зразок 24	402	25	53	0
Зразок 24	536	25	35	0
Зразок 24	804	25	31	0
Зразок 21	268	25	8	0
Зразок 2	268	25	8	0
Зразок 25	268	25	6	0
Зразок 40	268	25	6	0
Зразок 41	268	25	6	0
Зразок 10	268	25	7	0
Зразок 8	268	25	9	0
Зразок 36	268	25	8	0
Зразок 9	268	25	6	0
Зразок 27	268	25	8	0
Зразок 28	268	25	11	0
Зразок 29	268	25	6	0
Зразок 30	268	25	5	0
Зразок 31	268	25	9	0
Зразок 32	268	25	6	0
Зразок 33	268	25	8	0
Зразок 34	268	25	5	0
Зразок 35	268	25	9	0
Зразок 4	268	25	6	0
Зразок 42	268	25	19	0
Зразок 37	268	25	8	0
Зразок 38	268	25	6	0
Зразок 39	268	25	6	0

Усі природні продукти дають погані значення Кутів конуса осадження у порівнянні з одним Зразком 24 при тому самому рівні дози. Жодних си-

нергічних ефектів не спостерігається. Знов таки, виділення води з купи осадженого матеріалу не відбувається.

Таблиця 16

Комбіновані обробки	Доза полімеру (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 24	134+134	25	28	0
Зразок 25	134	25		
Зразок 24	134	25	43	0
Зразок 40	134	25		
Зразок 24	134	25	43	0
Зразок 41	134	25		
Зразок 24	134	25	33	0
Зразок 10	134	25		
Зразок 24	134	25	37	0
Зразок 8	134	25		
Зразок 24	134	25	32	0
Зразок 9	134	25	40	0
Зразок 24	134	25		
Зразок 27	134	25		
Зразок 24	134	25	32	0
Зразок 28	134	25		
Зразок 24	134	25	37	0
Зразок 29	134	25		
Зразок 24	134	25	38	0
Зразок 31	134	25	40	0
Зразок 24	134	25		
Зразок 32	134	25	41	0
Зразок 24	134	25		
Зразок 33	134	25	58	0
Зразок 24	134	25		
Зразок 34	134	25		
Зразок 24	134	25	37	0,1
Зразок 35	134	25		
Зразок 24	134	25	37	0,2
Зразок 42	134	25		
Зразок 24	134	25	37	0
Зразок 37	134	25		
Зразок 24	134	25	41	0
Зразок 38	134	25		
Зразок 24	134	25	32	0,1

Усі природні продукти давали синергічне поліпшення при комбінованій дозі 268 г/т з синтетичним полімером, у порівнянні з одним Зразком 24 при тому самому рівні дози. Виділення води відсутнє.

#### Приклад 12

Природний/синтетичний полімер, доза 50:50

Різні природні полімери випробували в комбінації зі Зразком 24 при 469:469 г/т на вищезазна-

ченому глиноземному червоно-шламовому суперущільненому субстраті, розведеному до 20% твердих речовин, що представляє ситуації при нижчих концентраціях суспензії, де виділення води є вимогою. Використаний спосіб випробувань, що описаний у Прикладі 1.

#### Результати

Таблиця 17

Окремі обробки	Доза полімеру (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса оса-дження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 24	0	15	0	0
Зразок 24	625	15	0	0
Зразок 24	813	15	4	40
Зразок 24	938	15	16	49
Зразок 24	1063	15	29	61
Зразок 24	1250	15	29	61
Зразок 21	938	15	0	0
Зразок 2	938	15	1	0
Зразок 25	938	15	3	15
Зразок 40	938	15	1	0
Зразок 41	938	15	1	0
Зразок 10	938	15	1	0
Зразок 8	938	15	1	0
Зразок 36	938	15	0	0
Зразок 9	938	15	3	6,8
Зразок 27	938	15	12	36
Зразок 28	938	15	0	0
Зразок 29	938	15	1	0
Зразок 30	938	15	1	0
Зразок 31	938	15	1	0
Зразок 32	938	15	0	0
Зразок 33	938	15	12	0
Зразок 34	938	15	11	0
Зразок 35	938	15	01	0
Зразок 4	938	15	0	0
Зразок 42	938	15	1	0,6
Зразок 37	938	15	1	0
Зразок 38	938	15	0	0
Зразок 39	938	15	1	0

Самі природні полімери набагато менш ефективні, ніж синтетичний полімер Зразка 24 при еквівалентній дозі.

Таблиця 18

Комбіновані об-робки	Доза полімеру (т/т)	Подробиці змішу-вання	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 24	469 + 469	15	16	49
Зразок 27	469	15	73	68
Зразок 24	+ 469	15		
Зразок 31	469	15		
Зразок 24	+ 469	15	10	55
Зразок 25	469	15	13	49
Зразок 24	+ 469	15		
Зразок 42	469	15	9	30
Зразок 24	+ 469	15		

Зразок 27 показує значне поліпшення Кута ко-нуса осадження, коли використовується як 1:1 комбінація з синтетичним Зразком 24, у порівнянні з будь-яким продуктом, використаним окремо.

Потім випробували інші комбінації на тому са-мому глиноземному червоно-шламовому суперу-

щільному субстраті, розведеному до 20% твер-дих речовин, але при інших комбінаційних відно-шеннях 25:75 та 75:25 з синтетичним Зразком 24.

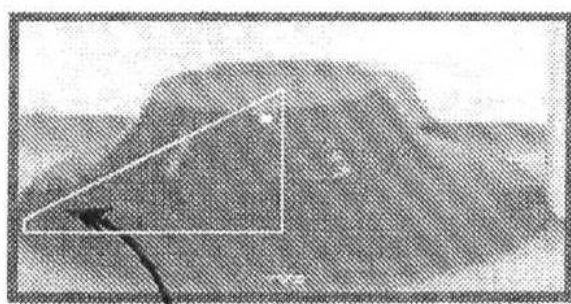
Результати

Таблиця 19

Тест	Доза (г/т)	Подробиці змішування	Кут конуса осадження (%)	Відновлення води (%)
Зразок 24	469 + 469	15	16	49
Зразок 31	235	15		
Зразок 24	+ 703	15	22	68
Зразок 31	703	15		
Зразок 24	+ 235	15	1	2,4
Зразок 27	235	15		
Зразок 24	+ 703	15	62	75
Зразок 27	703	15		
Зразок 24	+ 235	15	44	73
Зразок 25	235	15		
Зразок 24	+ 703	15	29	77
Зразок 25	703	15		
Зразок 24	+ 235	15	11	79
Зразок 42	235	15		
Зразок 24	+ 703	15	17	70
Зразок 42	703	15		
Зразок 24	+ 235	15	1	1,8

Знов таки, Зразок 27 у комбінації зі Зразком 24 дає найбільший Кут конуса осадження. Зразки 31, 25 та 42, котрі не досягають синергічного поліпшення щодо будь-якого компонента, взятого окре-

мо, при дозовому відношенні 1:1, показали успішне поліпшення при інших комбінаційних відношеннях.



Висота конуса осадження в центрі, с

Висота конуса осадження з краю, е

Радіус, r

$$\text{Кут конуса осадження, \%} = \frac{c - e}{r} \times 100$$

ФІГ. 1