

УДК622.26: 622.583: 622.515

Я.Б. Петрівський, д.т.н., професор
М.В. Тимчук, магістр, викладач**СТВОРЕННЯ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНОГО КОЛЕКТОРНОГО КОМПЛЕКСУ В МАСИВІ ГІРСЬКИХ ПОРІД**

Рівненський державний гуманітарний університет, e-mail: yaroslav.borisysh@rambler.ru

*Запропоновано технологічну схему та механізми створення в масиві гірських порід, що підстилають техногенне родовище, протифільтраційного колекторного комплексу, який забезпечує захист надр від техногенного фільтрату, його збір та виведення на поверхню.***Вступ**

Останні десятиліття характеризуються гігантським ростом споживання енергетичних і мінеральних ресурсів. При цьому утворюється величезна кількість промислових відходів, що суттєво впливає на екологічний стан території. Основним фактором негативного впливу на оточуюче середовище є утворення фільтрату.

Особливе місце серед небезпечних територій, що є джерелами радіаційної та хімічної небезпеки, займають залишки глобальних техногенних катастроф. Очевидно, що проблема розроблення техніки та технологій по ізоляції та відновленню забруднених територій залишається актуальним завданням сьогодення.

З іншого боку, тверді промислові відходи, залишки техногенних катастроф є унікальним джерелом багатьох видів рідких та розсіяних елементів, тому їх потрібно розглядати як техногенні родовища – скупчення мінеральних речовин на поверхні Землі чи в її надрах, що являють собою відходи гірничої, збагачувальної, металургійної та іншої промисловості і придатні за кількістю і якістю для промислового використання, яке стає можливим завдяки розвитку технологій та зміні економічних умов. Сумарний вміст корисних компонентів, що накопичується за 20-30 років у техногенних родовищах є співрозмірним із кількістю руд, які щорічно видобувають. У розвинених індустріальних країнах світу рівень використання промислових відходів сягає 70-80 % (в Україні даний показник не перевищує 5-10 %).

До основних особливостей техногенних родовищ відносять: розміщення в промислово розвинутих регіонах; розташування на поверхні (або недалеко від неї); роздрібненість корисного компоненту; складність або неможливість прямого доступу до техногенного масиву, внаслідок високої хімічної, радіаційної, отруто небезпеки складових компонентів; значна кількість нових штучних мінеральних форм, що потребує додаткового вивчення їх властивостей [1, 2].

Стан проблеми

Сучасні принципи організації захоронення відходів направлені на мінімізацію безконтрольної емісії забруднюючих речовин з фільтратом у поверхневі та підземні води шляхом контрольованого збору і відведення фільтрату з масиву відходів, його подальше очищення до нормативних значень на очисних спорудах і скидання у водостік. Основним елементом полігону, призначеним для контрольованого збору і відведення фільтрату з масиву відходів, є система протифільтраційного захисту основи конструкції. В даний час існує ряд технічних рішень влаштування протифільтраційного захисту основи полігону [3-9], проте принципи їх створення не в повній мірі враховують закономірності утворення фільтрату та існування довготривалої небезпеки міграції забруднюючих речовин з фільтратом [10]. Відомі результати вирішення проблеми гідроізоляції скупчень небезпечних відходів мають суттєві недоліки: неможливість улаштування гідроізоляції без доступу до сховища промислових відходів; виконання робіт у безпосередній близькості із площадкою промислових відходів; неможливість створення захисного бар'єру на випадок твердих порід, підстилаючих забруднену територію; неможливість колекторного збору, подачі на переробку та захоронення отруйних розчинів; подальше розповсюдження в надрах по поверхні утвореного бар'єру небезпечних речовин. Аналіз існуючих рішень щодо захисту підземних вод від фільтрату, збору фільтрату та його подальшого очищення, показав можливість їх удосконалення в економічному та технічному сенсі.

Очевидною є необхідність наукового обґрунтування розробки способів та технологій локалізації і ліквідації негативного впливу на екосистему результатів техногенної діяльності.

Постановка задачі. Задача полягає в тому, щоб розробити технологію та устаткування для створення в масиві порід, що підстилають полігон твердих побутових відходів чи інше техногенне родовище, без контакту із об'ємом небезпечних речовин, протифільтраційного колекторного екрану заданих розмірів та розташування, що забезпечить захист надр від техногенних розчинів, направлений збір фільтрату та подальше його виведення на поверхню для переробки.

Результати досліджень. Головним елементом захисного протифільтраційного колекторного комплексу (ПКК) згідно технологічної схеми (рис.1) є система підземних гірничих виробок – похила розкриваюча виробка 1, магістральна 2 і ділянкові виробки 3, що забезпечують розкриття підстилаючих забруднену територію гірських порід і дозволяють створити в надрах захисний колекторний екран, який забезпечує направлений самопливний збір техногенних розчинів, що містять агресивні хімічні або радіоактивні компоненти, в колектор, виконаний у вигляді зумпфа 6.

Із земної поверхні в підстилаючих породах 4 проходять похилу розкриваючу виробку 1 з кутом нахилу, що не перевищує 30° . Біля устя виробки створюють бетонний портал 5, встановлюють підйомну машину і вентиляційне обладнання. При виході забою похилої розкриваючої виробки на проектну відмітку здійснюють проходження магістральної 2 і ділянкових підготовчих виробок 3. У торцевій частині виробки 2 здійснюють проходку зумпфа 6, який оснащують насосами – основним, резервним і запасним. На стадії розкриття підстилаючих порід техногенного об'єкту проведення підготовчих виробок, насосне обладнання використовують для водовідливу (на схемі не показано), а на стадії функціонування ПКК – для видачі техногенних розчинів на промисловий майданчик для переробки і подальшої утилізації.

Виробки 3 через певний інтервал проходять з підготовчої виробки 2, пройденої під кутом α до горизонту відносно верхнього рівня зумпфа 6. Осі ділянкових виробок направляють під прямим кутом до магістральної, а проходку ділянкових виробок 3 здійснюють під кутом β до основи магістральної виробки 2, що в подальшому забезпечить гідротранспортування самопливом у напрямку 11 рідких промислових відходів 12, утворених внаслідок просочування фільтраційних потоків техногенних розчинів 9, в зумпф 6. Довжина кожної підготовчої виробки не менша за ширину майданчика з промисловими відходами 7. Похилу розкриваючу виробку, підготовчі магістральну і ділянкові кріплять за суцільною схемою бетоном 13.

При створенні ПКК магістральним трубопроводом викачують на поверхню пульпу, а при експлуатації – зібрані в зумпф 6 рідкі техногенні відходи 12 на переробку і поховання.

В магістральній виробці 2 розміщують обладнання для життєзабезпечення, гірничотехнічне обладнання, трубопровід для подачі води під тиском, а також трубопровід для подачі твердіючого заповнювача (наприклад, цементного розчину) з метою створення захисного екрану для запобігання забруднення ґрунтових вод 10.

Створення технологічної порожнини здійснюють у наступний спосіб (рис. 2). Довкола поздовжніх осей ділянкових виробок 3 встановлюють по дві двобарабанні тягові лебідки 16 однакових типорозмірів. Барабан лебідки 16 з'єднують з канатом, який запасовано в якорях 15 і оснащено породоруйнуючими інструментами 14. Протилежна торцева частина канату намотана на барабан відповідної парної лебідки 16.

Породоруйнуючі інструменти жорстко встановлюються на канаті, що розкручується, з можливістю регулювання відстані між ними. Породоруйнуючий інструмент виконаний у вигляді колеса зі ступицею 20, спицями 21 і ободом 22.

Торцеві частини породоруйнуючого інструменту оснащені ріжучими твердосплавними елементами 23 з можливістю заміни при затупленні ріжучої кромки 24. Торцеві частини спиць виконані у формі клинів з можливістю подальшого подрібнення відбитої породи.

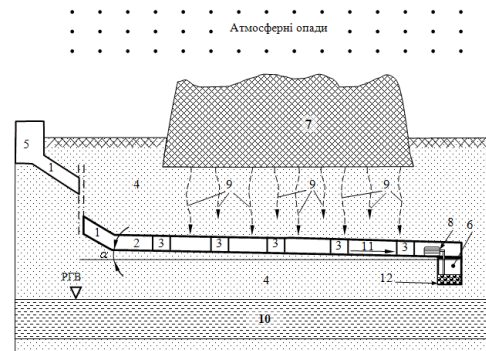


Рис. 1. Схема розкриття і підготовки підстилаючих порід до створення ПКК підземним способом

Механізм розмежування очисного і виробленого просторів ділянок відпрацювання технологічних порожнин при створенні захисного екрану виконаний у виді труби 25, довжина якої регламентується довжиною відпрацьованого простору.

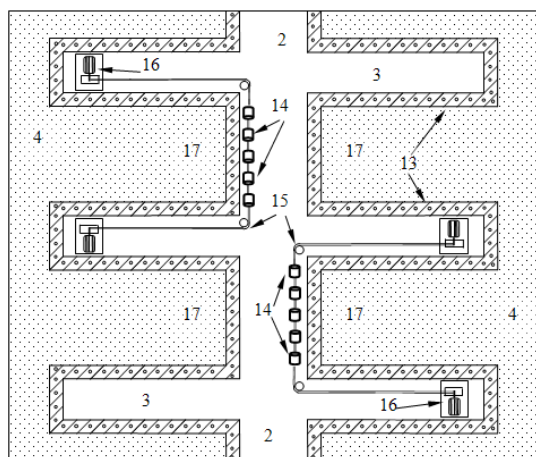


Рис. 2. Схема розкриття і підготовки підстилаючих порід підземними гірничими виробками в плані при створенні ПКК з розміщенням гірничопромислового обладнання.

Ширину ділянки відроблення технологічної порожнини (Шп) встановлюють з урахуванням гірського тиску, інтенсивності відроблення, часу заповнення відпрацьованого простору технологічної порожнини твердіючим матеріалом і тривалістю набуття твердіючим матеріалом необхідної міцності.

Потужність технологічної порожнини (Пп), яка відповідає потужності захисного екрану, встановлюють в залежності від міцнісних властивостей твердіючого матеріалу і неможливості порушення суцільності захисного екрану за період просочування промислових відходів, їх переробки та утилізації.

На цій підставі остаточно встановлюють діаметр породоруйнуючих інструментів 14 (рис. 4) і діаметр труби 25 механізму розмежування (рис. 5) очисного та виробленого просторів ділянок відроблення технологічної порожнини. При цьому діаметр труби механізму розмежування повинен бути дещо меншим за діаметр породоруйнуючого інструменту з урахуванням деформації кривлі ділянки відроблення в часі, що необхідний для забезпечення технологічних процесів.

Відроблення ділянки технологічної порожнини здійснюють наступним чином. Якорі 15 встановлюють на лінії розмежування ділянок виробки 17, а також наступних за шириною. В основі внутрішніх бетонних стін магістральної виробки 2, ділянкових виробок 3 здійснюють руйнування міжщільних ціликів 18, 19. При цьому в магістральній виробці 2 міжщільні цілики 18 видаляють повністю по довжині ділянок відроблення технологічних порожнин. В ділянкових виробках 3 міжщільні цілики 19 видаляють тільки в межах ширини відпрацьованого простору порожнини Шп. При ввімкнених лебідках 16 і розгальмованих барабанах здійснюють намотування канату на барабан лебідки 16 і його змотування з барабану парної лебідки з систематичним повторенням циклів.

Породоруйнуючі інструменти, здійснюючи зворотно-поступальний рух відносно якорів 15 і обертальний за рахунок розкручування та скручування канату, при знакозмінних тягових зусиллях здійснюють руйнування забою, подальше подрібнення відбитої породи спицями 21, а також винесення зруйнованої породи в ділянкові виробки 3.

Таким чином, труба 25 механізму розмежування виконує функції несучого цілика, що підтримує консольно зачіплену кривлю ділянки вироблення технологічної порожнини.

Таким чином, ураження забою ділянки відроблення технологічної порожнини відбувається за рахунок зворотно-поступального плоско-паралельного руху породоруйнуючих інструментів.

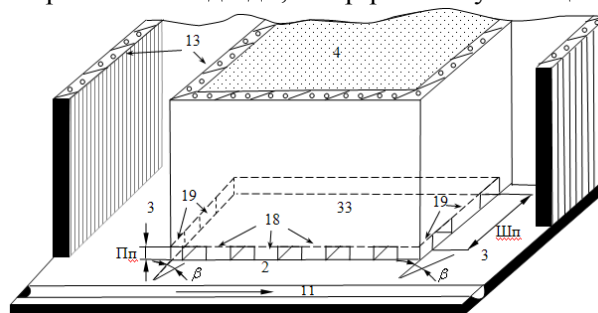


Рис. 3. Схема розкриття підстилаючих порід майданчика промислових відходів підземними гірничими виробками в ізометрії.

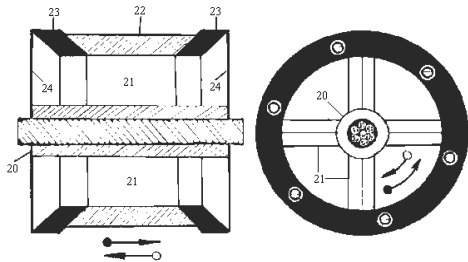


Рис. 4. Породоруйнуючий інструмент у розрізі та робочому положенні.

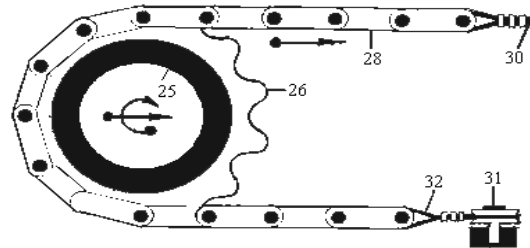


Рис. 5. Механізм розмежування очисного та виробленого простору ділянок виробки.

Після ураження забою ділянки відроблення технологічної порожнини породоруйнуючими інструментами виконують переміщення механізму розмежування і встановлення його спочатку в місцях розміщення технологічних вікон і зруйнованих міжкранних ціликів 19 в ділянкових виробках 3.

Переміщення труби 25 механізму розмежування здійснюється при розгальмованому барабані лебідки 16 і барабані спареної з нею лебідки. При намотуванні канату на барабан лебідки 16 і канату на барабан відповідної спареної лебідки, кінці яких з'єднані з торцями ланцюгів 28 і 29, які в свою чергу кінематично зв'язані із зірочками 26 і 27, причому інші торці ланцюгів жорстко з'єднані з якорями канатами, відбувається обертання труби 25 за рахунок крутного моменту і її переміщення у напрямку забою ділянки виробки. Відбувається також плоско-паралельний рух труби 25, тертя кочення якої об породи нависаючого і лежачого боків ділянки виробки значно нижче за тертя ковзання при поступальному русі труби, що є відмітною особливістю механізму розмежування, що характеризує його енергоємність.

У торцевій частині технологічної порожнини 33 по її довжині після розміщення механізму розмежування встановлюють опалубку 34 по довжині ділянки відроблення технологічної порожнини (рис. 6). У ділянковій підготовчій виробці 3 встановлюють гідромонітор 35, який сполучають з трубопроводом 36. При відчиненій засувці і обертанні гідромонітора з певним кутом сектора струменем води видаляють відбиту породу у напрямку 37 в каналу 38 ділянкової виробки, якою пульпа гідротранспортується в

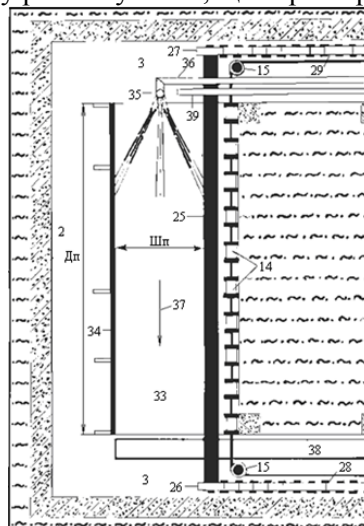


Рис. 6. Схема відпрацювання ділянки технологічної порожнини з розмежуванням очисного та виробленого просторів.

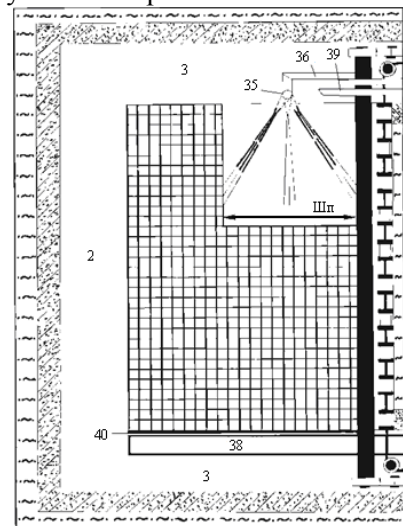


Рис. 7. Технологічна схема створення екрану.

зумпф. Із зумпфа з використанням землесосу 8 при відчиненій засувці пульпа трубопроводом виноситься на земну поверхню. Гідротранспортування пульпи в технологічній порожнині 33 і по каналі 38 відбувається самопливом за рахунок створення необхідних нахилів ґрунту лежачого боку технологічної порожнини і днища каналу, що регламентуються кутами α і β . Після видалення із відпрацьованого простору ділянки вироблення технологічної порожнини відбитої породи перекочують трубу механізму розмежування і встановлюють її в безпосередній близькості від породоруйнуючого інструменту (рис. 7).

У нижньому торці ділянки технологічної порожнини встановлюють опалубку 40. Гідромонітор 35 від'єднують від трубопроводу 36 і з'єднують з трубопроводом 39. Від цементувального агрегату, встановленого на промисловому майданчику, при відчиненій засувці на гідромонітор 35 подається цементний розчин. Гідромонітором цементний розчин

формується у струмінь і заповнює вироблений простір ділянки технологічної порожнини 33. В якості заповнювача виробленого простору ділянки технологічної порожнини можуть бути використані епоксидні смоли та інші матеріали на базі пінополіуретанів.

Відроблення ділянки технологічної порожнини 33 і наступних починають з руйнування міжвіконних ціликів 19, що розміщені у ділянкових виробках 3. Після цього здійснюють відроблення ділянки технологічної порожнини, гідротранспортування відбитої породи у вигляді пульпи в зумпф, а потім на земну поверхню, переміщення механізму розмежування, встановлення опалубки по ширині ділянки відроблення технологічної порожнини у ділянкових виробках 3 і заповнення виробленого простору технологічної порожнини твердіючим матеріалом.

При цьому особлива увага приділяється зачищенню стиків суміжних ділянок відроблення з використанням гідромоніторного струменю. Наявність на стиках зруйнованих порід веде до зниження адгезійних властивостей заповнювача, а в кінцевому підсумку до зменшення міцнісних характеристик захисного екрану і його розчинопроникності, що неприпустимо.

Після створення захисного екрану здійснюють демонтаж породоруйнуючого інструмента, механізму розмежування і гідромонітора та встановлюють обладнання для подачі на поверхню зібраних техногенних розчинів.

Висновки. Природні та штучно створені фільтраційні потоки через техногенне родовище зумовлюють негативний вплив на об'єкти гідросфери та є джерелом екологічної небезпеки і забруднення.

Розроблена технологічна схема та устаткування для її реалізації забезпечують захист надр від техногенного фільтрату, його колекторний збір та виведення на поверхню для подальшої переробки чи захоронення. Екологічна безпека та ізоляція забрудненого масиву здійснюється за рахунок створення підземним способом без контакту із масивом промислових відходів протифільтраційного колекторного комплексу, головними елементами якого є протифільтраційний екран, пристрій для спрямованого руйнування гірського масиву, механізм розмежування очисного та виробленого простору, зумпф та система трубопроводів для нагнітання та викачування розчинів.

Список літературних джерел

1. Трубецкой К.Н. Классификация техногенных месторождений, основные факторы их комплексного освоения / К.Н. Трубецкой, В.Н. Уманец, Н.Б. Никитин // Комплексное использование минерального сырья. – 1997. – № 12. – С. 18–23.
2. Петрицкий Я.Б. Научные основы геотехнологического извлечения урана из техногенных месторождений / Я.Б. Петрицкий – Рівне: Видавничий комплекс РДГУ, 2008. – 400 с.
3. Разнощик В.В. Защита грунтовых вод на полигонах для твердых бытовых отходов / В.В. Разнощик, Н.Ф. Абрамов // Сб. научных трудов АКХ им. К.Д. Памфилова «Санитарная очистка городов и охрана окружающей среды». – М., 1983. – С. 22–32.
4. Baudoin A. Study on production and transfer of leachate in waste landfill / A. Baudoin, P. Pierson P // Geosynthetics: Application, Design & Construction. Balkema, - Rotterdam, 1996
5. Blight G.E. Production of landfill leachate in Water-Deficient Areas / G.E. Blight, D. J. Hojem, J.M. Ball // Landfilling of waste: leachate. / Ed. T.H. Christensen, R. Cossu & R. Stiegmann. Academic Press. – London, 1990. – P. 35–53.
6. Noble J.J. Experimental and mathematical modeling of moisture transport in landfills / J.J. Noble, A.E. Arnold // Chem. Eng. Comm. – 1991. – Vol. 100. – P. 95–111.
7. Патент України № 68171 А, МПК E21D 11/38, E02D 31/00. Спосіб гідроізоляції діючого сховища промислових відходів / Спичак Ю.М. – № 2003109783 ; заявка 31.10.2003 ; опубл. 15.07.2004, бюл. № 7.
8. Патент США № US 5957624, МПК E02D 5/20. Method and apparatus for in situ installation of underground containment barriers under contaminated lands / Ernest E. Carter, Jr., Frank L. Sunford, R. Kent Saugier. – Appl. No.: 09/023250 ; filed: Feb. 13, 1998 ; date of patent: Sep. 28, 1999.
9. Патент України №35065 А, МПК E02D 29/00. Спосіб улаштування екрану під спорудою / Галінський О.М., Чернухін О.М. - № a201004217 ; заявка 12.04.2010 ; опубл. 25.07.2011, бюл. № 14.
10. Тагилов М.А. Противофильтрационная защита оснований полигонов захоронения твердых бытовых отходов : автореф. дисс. на получение научн. степени канд. техн. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / М.А. Тагилов. – Пермь, 2002. – 17 с.