

ТЕХНОГЕННА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

УДК 67.08

*В. В. Попович, канд. с.-г. наук, доцент; В. Ф. Піндер
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ГІРНИЧОТЕХНІЧНОГО ЕТАПУ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТЕРИКОНІВ У МЕЖАХ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

Розглянуто гірничотехнічний етап рекультивації на териконах у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну. Загалом функціонують три типи териконів: рекультивовані, згасаючі та діючі. У повному обсязі гірничотехнічну рекультивацію необхідно передбачати лише для діючих териконів. Згасаючі терикони вже піддаються природному заростанню (північні та західні експозиції схилів), тому гірничотехнічний етап слід здійснювати у місцях зсувів та там, де відсутнє трав'яне вкриття. Гальмують процес природного заростання згасаючих териконів скельні відвальні породи, які не здатні утворювати однорідний субстрат.

Ключові слова: рекультивація, терикон, фітомеліорація.

В. В. Попович, В. Ф. Піндер

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОГО ЭТАПА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИКОНОВ В ПРЕДЕЛАХ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

Рассмотрен горнотехнический этап рекультивации на терриконах в пределах Львовско-Волинского угольного бассейна. В общем функционируют три типа терриконов: рекультивированные, угасающие и действующие. В полном объеме горнотехническую рекультивацию необходимо предусматривать только для действующих терриконов. Угасающие терриконы уже подвергаются естественному зарастанию (северные и западные экспозиции склонов), поэтому горнотехнический этап следует осуществлять в местах оползней и там, где отсутствует травяное укрытие. Тормозят процесс естественного зарастания угасающих терриконов скальные отвальные породы, которые не способны образовывать однородный субстрат.

Ключевые слова: рекультивация, террикон, фитомелиорация.

V. V. Popovych, V. F. Pinder

FEATURES OF STAGE MINING RECLAMATION OF HEAP IN WITHIN THE LVIV-VOLYN COAL BASIN

Considered mining reclamation stage in heaps within the Lviv-Volyn coal basin. Generally there are three types of heaps: reclamation and fading and acting. The full mining reclamation should be provided only for existing heaps. Dying piles are exposed to natural overgrowing (northern and western slope exposure), so mining phase should be carried out in places of displacement and where there is no vegetation cover. Brake natural process of overgrowth fading rock dumping heaps of rock that are not able to form a homogeneous substrate.

Keywords: reclamation, heap, phytomelioration.

Постановка проблеми. На території України налічується близько 1300 териконів. Із них 28 (загальною площею 116,7 га) – на території Нововолинського гірничопромислового району. Всього на породних відвалах (териконах) регіону накопичено понад 31 млн. т шахтної породи. Сьогодні дуже гострим є питання моніторингових досліджень динаміки негативного впливу відходів вугледобувної галузі на навколишнє середовище.

За добу із терикона виділяється 10 тонн окисів вуглецю, 1,5 тони сірчистого ангідриду та значна кількість газоподібних речовин, оскільки усі відвали містять FeS_2 [1]. Значні площі не рекультивованих земель, що з'явилися за останні десятиліття в Нововолинському гірничопромислового районі, визначили особливу актуальність вивчення темпів і механізмів самозаростання техногенних відвалів гірничих порід. Закономірності становлення ґрунтів і екосистем в екстремальних умовах техногенних ландшафтів, можливості регенераційних геосистем в запобіганні екологічному впливу на суміжні землі залишаються маловивченими науковими проблемами світового масштабу [2].

Великою загрозою для людини є процес самозаймання териконів. Унаслідок самозаймання териконів відбувається гальмування процесу фітомеліорації через вигорання саджанців порід дерев; виникнення завалів, зсувів; підвищення температури навколишнього середовища; шкідливі викиди пилу та газів у атмосферу; велику концентрацію небезпечних хімічних сполук в довкіллі, що становить небезпеку для населення.

У світовій практиці реабілітації техногенних геосистем намітився новий підхід, пов'язаний з максимальним використанням регенераційних можливостей природних екосистем для відтворення ресурсних і екологічних функцій порушених ландшафтів – екологічна реставрація. Використання потенціалу перетворювальної функції адаптованих рослинних угруповань дає змогу значно знизити інтенсивність процесів денудації техногенних субстратів, ініціювати в них ґрунтоутворювальні процеси. Новоутворені компоненти молодих геосистем розглядаються як, недорозвинені, примітивні, унікальні, проте, їх еколого-біосферні функції достатньо не вивчені та недооцінені.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням рекультивації, фітомеліорації, екологічної безпеки териконів у межах Львівсько-Волинського вугільного басейну присвячено чимало праць українських вчених. Зокрема, у роботі [3] встановлені особливості розвитку аномалій техногенних забруднювачів геоecологічного середовища, а також вплив більшості хімічних сполук і газів на екологічну ситуацію та зміну хімічного складу ґрунтів, рослинності, атмосфери. Визначені зміни ландшафтно-геохімічного стану території, зумовлені техногенними чинниками (утворенням териконів) та активізацією геохімічних процесів у ґрунтах – розвитком засолення хлорид- і сульфат-іонами.

Особливості проведення фіторекультивації на териконах Червоноградського гірничопромислового району вивчалися у науковій праці [4] де встановлено, що у процесі природного заростання беруть участь представники родин *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*. Також трапляються термофільні види, що пояснюється наявністю ділянок із теплотворним субстратом.

Аналіз заходів із фітомеліорації териконів, які піддаються впливу підвищених температур через самозаймання породи, висвітлені у монографії [5]. Встановлено, що температура на поверхні терикона зазнає впливу сезонних коливань та залежить від процесу горіння в осередку. На відстані понад 4 метри від поверхні терикона вплив сезонних коливань температури відсутній. Кліматопо відвалів формується залежно від орієнтації схилів (північ-південь, захід-схід) та характеру поверхні едафотопу. Оптимальними для зарощування є схили північної орієнтації (північний, північно-західний, північно-східний), на яких краще утримується волога. Для схилів південних експозицій характерними є ксерофільні умови (відносна вологість субстрату 37%).

Безпосередньо вивченням процесів самозаймання на териконах Нововолинського гірничопромислового району присвячена наукова праця [6]. Встановлено, що процеси горіння породи спостерігаються на середньому рівні терикона, температура осередків виходу продуктів горіння

та газів становить +35-47°C. Біля місць самозаймання ростуть *Taraxacum officinala* Wigg., *Leontodon autumnalis* L., *Polytrichum commune* Sp. У радіусі 5 м від місць самозаймання ростуть деревні види — *Betula pendula* Roth., *Robinia pseudoacacia* L., *Pinus sylvestris* L. Процес природного заростання терикона ускладнюється внаслідок самозаймання та просідання породи.

Проте у наведених працях питання гірничотехнічного етапу рекультивації згасаючих та діючих териконів вугільних шахт вивчені недостатньо.

Постановка завдання. Мета роботи – на підставі аналізу літературних джерел та власних рекогносцировочно-маршрутних дослідженнях виявити найбільш перспективні шляхи гірничотехнічного етапу рекультивації згасаючих та діючих териконів вугільних шахт.

Виклад основного матеріалу. Під час проведення досліджень у Нововолинському гірничопромисловому районі виявлені рекультивовані терикони та не рекультивовані. Рекультивовані терикони штучно залісені ще у 80-х роках минулого століття. Залісенню передував процес гірничотехнічної рекультивації та переформування відвалів з насипанням ґрунто-сумішей шаром 20-50 см. Рекультивовані терикони регіону не горять (рис. 1).



Рисунок 1 – Рекультивованій терикон «Шахти №2 Нововолинська»

Виявлені не рекультивовані терикони умовно поділено на два види: згасаючі та діючі. Згасаючі – це відвали, які горять, але їх уже не досипають і тут відбуваються процеси природного заростання. Біологічним та гірничотехнічним етапам рекультивації ці відвали не підлягали. Відвали складені переважно перегорілими породами. У відвалах наявні так звані «чорна» і «червона» породи, а в місцях горіння власними дослідженнями виявлено «сіру» породу, яка, очевидно, набула кольору внаслідок тривалих підвищених температур (рис. 2).

Діючі відвали наявні біля шахт, на яких продовжується вугледобування («Шахта №1 Нововолинська», «Шахта №5 Нововолинська», «Шахта №9 Нововолинська», шахта «Бужанська»). Це терикони, які з часом збільшуються унаслідок безперервного відсіпання «пустої» породи. Зазвичай відрізняються вони від інших териконів наявністю стрічкового конвеєра на своїй вершині та незначним самозаростанням рослинністю біля підосви (рис. 3).



Рисунок 2 – Згасаючий терикон «Шахти №9 Нововолинської»



Рисунок 3 – Діючий терикон шахти «Бужанська»

Гірничотехнічний етап рекультивації згасаючих териконів та штучна фітомеліорація. У Малому Поліссі на згасаючих териконах вугільних шахт необхідна орієнтація на природне лісовідновлення. Під час проведення лісової рекультивації териконів, які були відсипані ще у 80-х роках минулого століття, вирівнювання поверхні здійснювати не бажано, адже внаслідок вирівнювання буде знищено вже наявний трав'яний покрив, порушиться стабільний стан відвальної породи, зміняться шляхи водовідведення з териконів і оголяться ґрунти, які не були вивітрені. Заростання згасаючих териконів навколо осередків виходу продуктів горіння та випарів зображено на рис. 4.

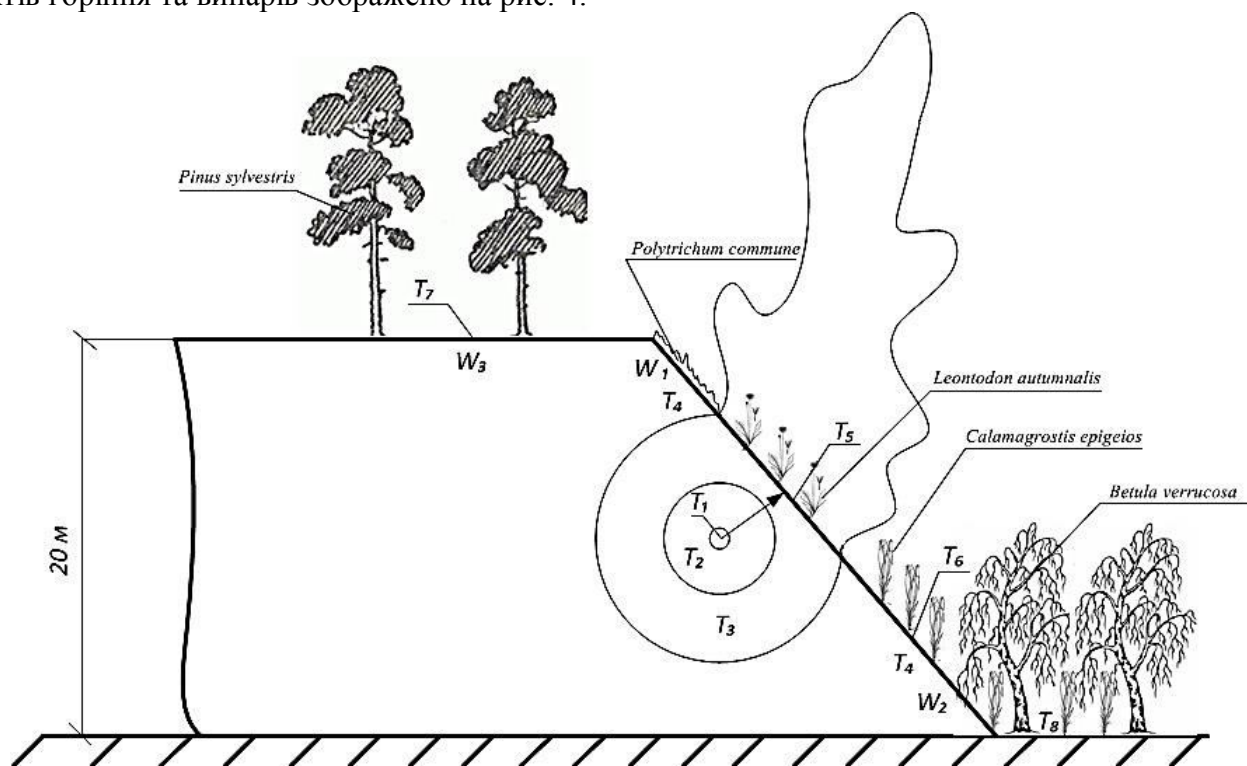


Рисунок 4 – Схема згасаючого терикону із природними фітомеліоративними процесами

Гальмують процес природного заростання згасаючих териконів скельні відвальні породи, які не здатні утворювати однорідний субстрат. Унаслідок цього лісові культури на териконах Нововолинського гірничопромислового району необхідно запровадити на невеликих за площею ділянках, максимально використовуючи еколого-біологічні властивості деревних порід, які будуть задіяні у залісенні відвалів. При плануванні природно зарощених площ відвальних ландшафтів необхідно враховувати сформовані водотоки, оскільки при їх засипанні в інших місцях можуть виникнути рови і конуси виносу, а також підтоплення понижених ділянок, які були задерновані раніше засипаними водяними потоками.

Слід зазначити, що вологість субстрату згасаючих териконів на різних рівнях та віддалях від підніжжя відрізняється. Найвища вологість субстрату спостерігається біля підніжжя терикону та свідчить про акумуляцію вологи у нижніх шарах. Найнижча вологість субстрату виявлена на бічних поверхнях, що є наслідком горіння відвальної маси (рис. 5).

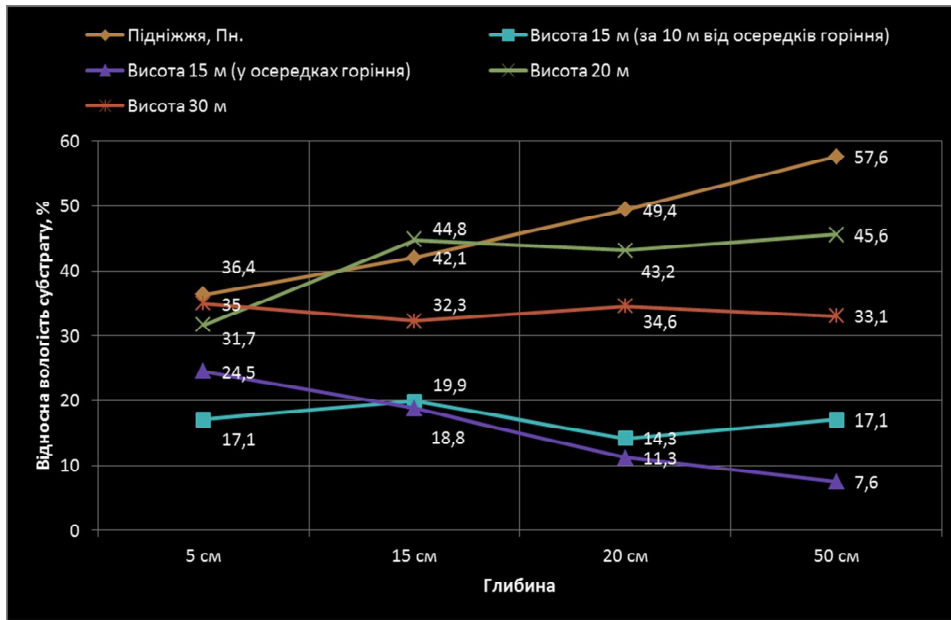


Рисунок 5 – Вологість субстратів згасаючого терикона «Шахти №9 Нововолинська»

Використовуючи статистичні методи досліджень, нами описана зміна вологості із глибиною у осередках горіння згасаючих териконів (найнижчі значення вологості):

$$\varphi = 0,5l^2 - 8,32l + 32,6;$$

де l – глибина заміру.

Зміна вологості із глибиною біля підніжжя згасаючих териконів описується рівнянням (найвищі значення вологості):

$$\varphi = 0,625l^2 + 3,965l + 31,775;$$

де l – глибина заміру.

Кореляційний аналіз дав змогу простежити закономірності взаємовпливу показників відносної вологості субстрату ділянок згасаючого терикона. При підвищенні вологості субстрату біля підніжжя зростає вологість субстрату на середній експозиції схилу. Причому, на вершині згасаючого терикона значення вологості субстрату обернено пропорційні показникам на висоті 15 м та 20 м, що свідчить про висушування породи внаслідок повітряних потоків. Вологість субстрату в осередках горіння терикона обернено пропорційна значенням, які виміряні біля підніжжя та на рівні 20 м від підніжжя.

Таблиця 1

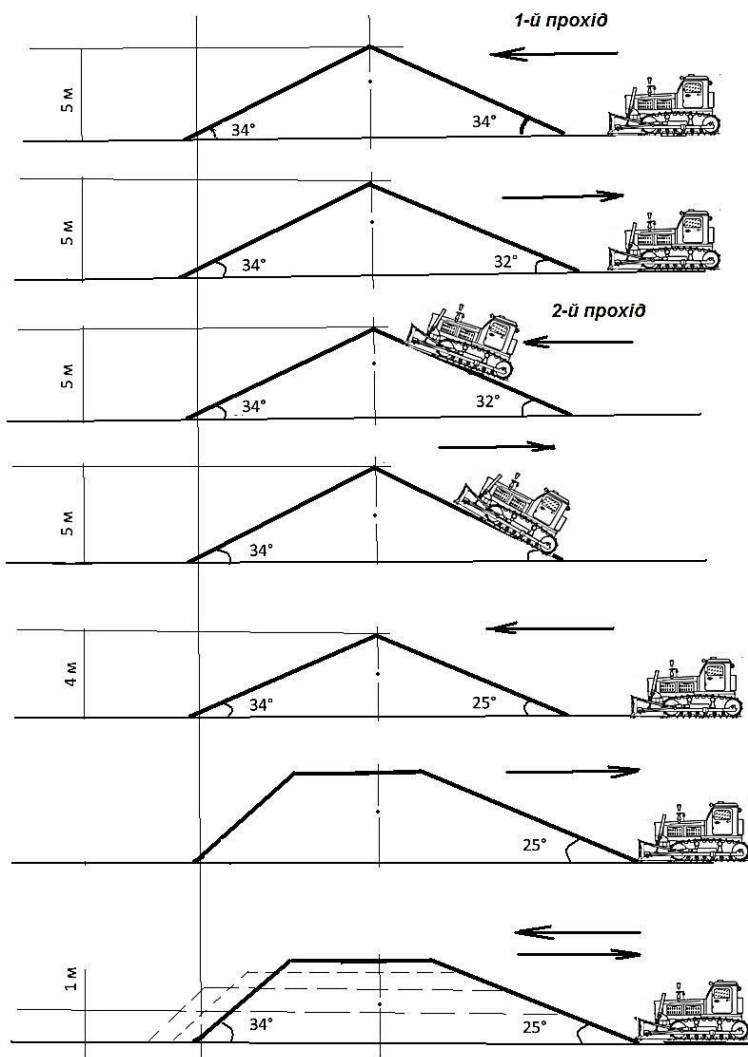
Кореляційний аналіз відносної вологості субстрату згасаючого терикона

Експозиція	Підніжжя, Пн.	Висота 15 м (за 10 м від осередків горіння)	Висота 15 м (у осередках горіння)	Висота 20 м	Висота 30 м
Підніжжя, Пн.					
Висота 15 м (за 10 м від осередків горіння)	-0,32457				
Висота 15 м (у осередках горіння)	-0,98433	0,404455			
Висота 20 м	0,753657	0,100588	-0,792		
Висота 30 м	-0,31523	-0,74155	0,279233	-0,74003	

Значення вологості субстратів є важливими даними, які дають змогу оцінити екологічну суцесію на різних ділянках та особливості підбору асортименту рослинності для біологічного етапу рекультиватії.

Облаштування під'їзних і транспортних доріг на згасаючих териконах необхідно здійснювати у серпні або вересні, за рік до початку висаджування лісових культур. На згасаючих териконах шахт, де наявна скельна відвальна порода, яка має підвищений вміст важких металів, перед запровадженням лісонасаджень необхідно нанести шар ґрунтосумішей. Ґрунтосуміші повинні бути сприятливого фізичного та хімічного складу для належного приживання і росту рослинності. Найбільш ефективними у межах Малого Полісся є карбонатні суглинки. За необхідності освоєння ділянок із сильно кислою реакцією середовища ґрунти необхідно ізолювати перед нанесенням шару ґрунтосумішей 30-40 см шаром водоізолюваних глин.

При фітомеліорації ділянок згасаючих териконів необхідно підготувати ґрунт для садіння. Садіння потрібно здійснювати на ділянках, які розміщені на невеликих платоподібних вершинах та схилах відвалів. Садіння передбачає осіннє розорювання борозен глибиною до 15 см. Розорювання доцільно здійснювати на териконах давнього відсіпання, адже вони характеризуються суцільною задернованістю поверхні субстрату. Водночас на окремих ділянках териконів можливе механізоване та ручне садіння. Садіння саджанців деревних порід слід проводити у ранньовесняний період стандартним посадковим матеріалом на попередньо визначених ділянках териконів. При садінні необхідно дотримуватися вимог щодо заглиблення кореневої шийки саджанців на 5-7 см для регіону Малого Полісся. Саджанці у рядах рекомендуємо розміщувати через кожні 60 см, відстань між рядами 1,5-2,0 м. На згасаючих териконах регіону можна створювати чисті та змішані лісові культури.



Гірничотехнічний етап рекультивуації діючих териконів. За В. П. Кучерявим [7] процес рекультивуації на териконах вугільних шахт передбачає три етапи: підготовчий, гірничотехнічний, біологічний. Науковці Донецького національного технічного університету [8] передбачають також три покоління переформування териконів, які забезпечують адаптацію девастрованих ландшафтів до умов довкілля.

Терикони переформовують від конічних гострих до плоских. При переформуванні конічного відвалу в плоский утворюються схили стрімкістю 35-40°, подібні до кута природного нахилу відвальної маси. Для вирівнювання схилів застосовують бульдозери. При цьому площа відвалу може збільшуватися від початкової на 40%. Переформування териконів бульдозерами здійснюють в декілька етапів (рис. 6).

Рисунок 6 – Технологія розрівнювання насипів з відвальної породи

Під час складування порід у багатоярусні відвали для забезпечення стійкості слід здійснювати терасування (висота до 10 м). Тераси і мікротераси створюються на схилах териконів з метою запобігання розвитку ерозійних процесів та відведення атмосферних опадів (рис. 7).



Рисунок 7 – Процеси ерозії та зсуви на териконі «Шахти №4 Нововолинська»

Висота терас приймається 8-10 м, ширина горизонтального майданчика – 6-10 м з кутом відкосу 15-25° [7]. Для запобігання ерозії тераси повинні мати поперечний нахил додатково 1,5-2° в бік вищої тераси (рис. 8).

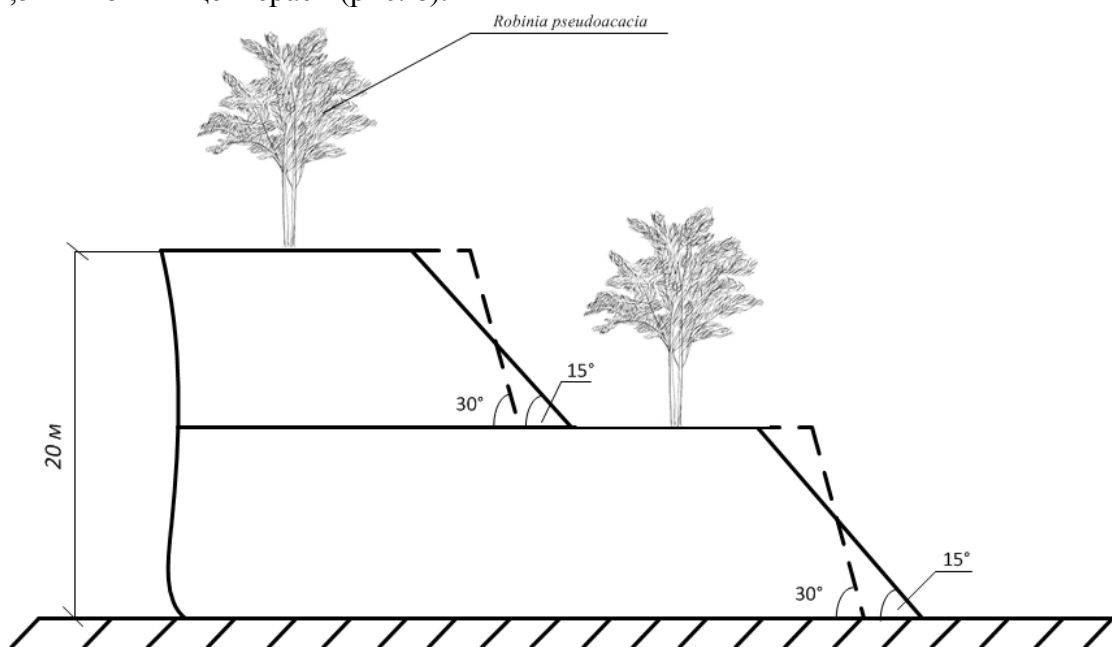


Рисунок 8 – Складування породи в багатоярусні відвали (утворення терас та штучне залісення)

Слід зауважити, що на понижених ділянках, а також у місцях свіжого відсипання породи (діючі терикони), водонасичені ґрунти не витримують навантаження важких технічних засобів, які залучаються до планування відвальних площ (бульдозери, грейдери). У такому випадку слід запроваджувати заходи із видалення води.

На свіжовідсипаних ділянках териконів, які віднесені до проведення фітомеліоративних робіт, не рекомендується здійснювати підготовку до сівби плуговими боронами, оскільки вони можуть стати ділянками водовідведення, що посилить процес водної ерозії та на підвищеннях буде призводити до вимивання корневих систем саджанців, а на пониженнях – до їх затоплення.

Заліснення терас переформованих відвалів деревно-чагарниковою рослинністю забезпечує їх стійкість, збільшує естетичну цінність техногенно порушеного довкілля [8]. Після нанесення насипних ґрунтосумішей необхідно здійснити лісогосподарський напрям рекультивації, що входить до біологічного етапу, який передбачає створення лісонасаджень озеленувального, протиерозійного та санітарного призначення.

На рис. 9 зображено порядок нанесення родючих шарів на малопритатні та непридатні для лісогосподарської рекультивації відвали.

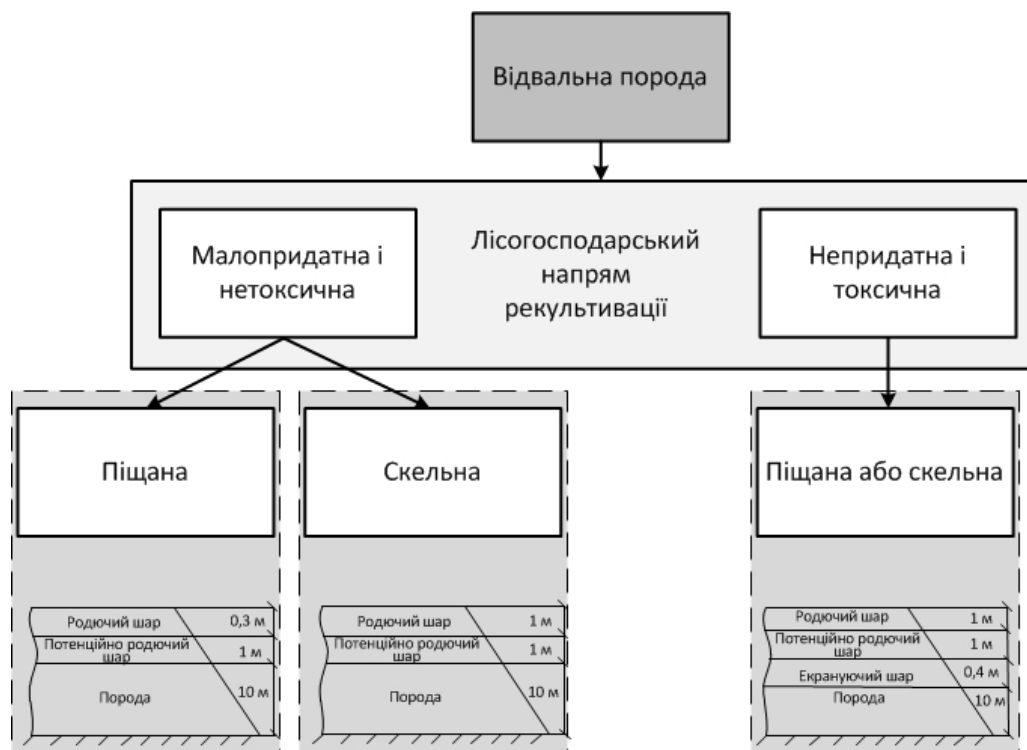


Рисунок 9 – Схема нанесення родючих шарів на відвали вугільних шахт

Залежно до придатності підстилаючих порід для лісогосподарського напрямку рекультивації формується дво- або тришарова поверхня. Загалом потенційно родючі породи вкладаються потужністю не менше 1 м, після чого на плануючу поверхню наноситься родючий шар висотою 0,3 м. Якщо розкриті породи сформовані скельними породами, то родючий шар повинен мати висоту 1 м. У випадку, коли відвальна порода не придатна до лісогосподарського напрямку рекультивації та є токсичною, необхідно запроєктувати екрануючий шар товщиною не менше 0,4 м (зазвичай використовують щебінь), який відділяє породу від потенційно родючого та родючого шарів. Висота екрануючого шару залежить від гранулометричного складу породи і орієнтовно дорівнює: 0,4-0,5 м – для глин; 0,5-1,0 м – для пісків; 1,0-1,5 м – для супісків; 1,5-3,0 м – для суглинків [7].

Висновки. Гірничотехнічний етап рекультивації териконів вугільних шахт передбачає розробку інженерно-технічних заходів із відновлення продуктивності порушених земель. У межах Львівсько-Волинського вугільного басейну функціонують три типи териконів: рекультивовані, згасаючі та діючі. У повному обсязі гірничотехнічну рекультивацію необхідно передбачати лише для діючих териконів. Згасаючі терикони вже піддаються природному заростанню (північні та західні експозиції схилів), тому гірничотехнічний етап слід здійснювати у місцях зсувів та там, де відсутній трав'яний покрив.

У представлених дослідженнях наведено основні заходи гірничотехнічного етапу рекультивації териконів різних типів. Також зображено схеми териконів, де вказано природні фітомеліоративні процеси (згасаючі) та технології розрівнювання насипів (діючі).

Список літератури:

1. Домская А.С. Восстановление ландшафтов, сформированных в результате промышленного освоения города Краснодона / А. С. Домская // – Краснодон. СГУ ім. В. Даля. – 2009. – С. 1-6.
2. Экологические аспекты воспроизводства почвенно-растительного покрова в нарушенных горнодобывающей промышленностью ландшафтах / [Лисецкий Ф. Н., Голушов П. В., Кухарук Н. С., Чепелев О. А.]. Электронный научный журнал «Исследовано в России». – 2007 г. – С. 2233-2250. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/217.pdf>.
3. Терещук О. Вплив відвалів гірничодобувної промисловості на навколишнє середовище Нововолинського гірничопромислового району / О. Терещук // Вісник Львівського університету.– Сер.: Географічна. – 2007. – С. 279-285.
4. Башуцька У.Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності девастрованих ландшафтів Червоноградського гірничопромислового регіону : дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.01 "Лісові культури та фітомеліорація" / Башуцька Уляна Богданівна. – Львів, 2004. – 214 с.
5. Попович В. В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну / В. В. Попович // Монографія.–Львів: вид-во ЛДУБЖД. – 2014. – 174 с.
6. Попович В. В. Характеристика осередків самозаймання породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового регіону / В. В. Попович // Наук. вісник Нац. лісотех. ун-ту України: зб. наук.-техн. праць. – 2009. – Вип. 19. – С. 77-82.
7. Кучерявий В.П. Рекультивация та фітомеліорація / В.П. Кучерявий, Я.В. Генік, А.П. Дида, М.М. Колодко – Львів : Світ, 2006. – 116 с.
8. Колеснікова В.В. Удосконалення технологій підготовки схилів породних відвалів до озеленення / В.В. Колеснікова // Проблеми екології : загальнодержавний наук.-техн. журнал. – Донецьк : Изд-во ДонНТУ, 2007. – № 1-2. – С. 41-46.

References:

1. Domskaya A.S. Restoration landscapes formed as a result of industrial osvoenyua city Krasnodon / *Krasnodon. EUNU. Dal.* – 2009. – P. 1-6 (in Russ.).
2. Lisiecki F.N., Goleusov P.V., Kuharuk N.S., Chepelev O.A. Ecological aspects of reproduction of soil and vegetation in disturbed landscapes mining / *Electronic scientific journal "Investigated in Russia"*. – 2007. – P. 2233-2250. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/217.pdf>. (in Russ.).
3. Tereshchuk O. The influence of mining dumps on the environment Novovolynsk mining region / *Bulletin of Lviv university. – Geographic.* – 2007. – P. 279-285. (in Ukr.).
4. Bashutska U.B. Anthropogenic-natural succession of vegetation disturbed landscapes Chervonograd mining region: *Dis. ... Candidate. Agricultural Sciences specials. 06.03.01 "Forest planting and phytomelioration"*. – Lviv, 2004. – 214 p. (in Ukr.).
5. Popovich V.V. Phytomelioration fading heaps Lviv-Volyn Coal Basin / *Monohrafiya. Lviv: publishing house LDUBZHD.* – 2014. – 174 p. (in Ukr.).
6. Popovich V.V. Characteristics of cells spontaneous dumps of coal mines Novovolynsk mining region / *Science. Journal Nat. forestry. Univ. Ukraine: Coll. nauk.-Tech. works.* – 2009 – Vol. 19. – P. 77-82. (in Ukr.).
7. Kucheryavyi V. P., Henyk Y.V., Dyda A.P., Kolodko M.N. Reclamation and phytomelioration / – *Lviv: World*, 2006. – 116 p. (in Ukr.).
8. Kolesnikov V.V. Improving technology training slopes dumps to landscaping / *Environmental issues: national nauk.-Tech. magazine.* – Donetsk: Donetsk National Technical University Publishing House, 2007. – № 1-2. – P. 41-46. (in Ukr.).

