

УДК 379.85:712.23: 332.32

ЕКОЛОГООРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКРИТОЇ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ ТА СТВОРЕННЯ ВТОРИННИХ ЕКОСИСТЕМ НА ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЛЯХ

А.Г. Шапар, О.О. Скрипник

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, вул.
Московська, 6, 49000, м. Дніпропетровськ, ippe-main@svitonline.com

Розглянуто екологоорієнтовані технології розробки крутопадаючих залізорудних родовищ і покладів флюсової сировини із застосуванням внутрішнього відвалоутворювання. Автори наводять узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень зі створення рослинного та ґрунтового покривів, використання та впровадження результатів. *Ключові слова:* екологоорієнтовані технології, створення вторинних екосистем

Экологоориентированные технологии открытой разработки месторождений и создание вторичных экосистем на поврежденных землях. А.Г.Шапарь, О.А. Скрипник. Рассмотрены экологоориентированные технологии разработки крутопадающих железорудных месторождений и залежей флюсового сырья с применением внутреннего отвалообразования. Авторы приводят обобщение теоретических и экспериментальных исследований по созданию растительного и почвенного покровов, использования и внедрения результатов. *Ключевые слова:* экологоориентированные технологии, создание вторичных экосистем

Environmentally friendly technology for open-cast mining and creation secondary ecosystems on destructed lands. A.G. Shapar, O.O. Skrypnyk. Technologys of development of deep quarries with internal dumps are considered. The authors present the generalization of experimental research on vegetation and plant covers creation, practical and industrial use of the results. *Keywords:* environmentally friendly technology, creation secondary ecosystems

Вступ

Реалізація стратегії сталого розвитку передбачає вирішення екологічних проблем, насамперед, глобальних. Проблема втрати родючих земель загострюється у всьому світі і визнана глобальною у міжнародних документах, ратифікованих Україною: Порядок денний на XXI століття ("AGENDA-21", 1992); Міжнародна конвенція по боротьбі з зупустеленням (Convention to Combat Desertification, CCD, 1994).

В Україні створене законодавче підґрунтя збереження земель у вигляді наступних документів: «Земельний кодекс України» від 25.10.2001 № 2768-III; Законів України «Про охорону земель» від 19.06.2003 № 962-IV; «Про формування національної екологічної мережі на 2000-2015 рр.» від 21.09.2000 № 1989-III; «Про екологічну мережу України» від 24.06.2004 № 1864-IV; «Про плату за землю» № 2480-VI (2480-17) від 09.07.2010.

Основним напрямком збереження земель слід вважати зміну гірничих технологій, які б знижували їх земле-

ємність. Розробка і впровадження екологоорієнтованих технологій з внутрішнім відвалоутворенням стала сьогодні надзвичайно актуальною задачею, вирішення якої дозволяє виключити необхідність формування зовнішніх відвалів, що означає збереження сотен гектарів родючих земель.

Традиційні уявлення про відновлення земель на Україні вичерпуються рекультивацією, які були унормовані ще в радянські часи. Однак, необхідність вкладання значних коштів без реальної віддачі, часто незадовільні результати відновлення, організаційні проблеми стають причиною припинення проведення традиційної рекультивації.

У всьому світі ведеться пошук нових менш витратних методів реставрації, реабілітації, рекламації порушених гірничими роботами земель. Задача розробки принципів, методів, технологій – формування вторинних екосистем, інтеграції їх в загальний процес видобутку стає надзвичайно актуальною, особливо для техногенно навантажених регіонів.

Метою представленої роботи є узагальнення результатів екологічних досліджень з розробки екологоорієнтованих технологій гірничих робіт, які забезпечують збереження земель.

Матеріали та методи

Об'єкт дослідження – геосистеми Криворізького залізрудного басейну та Нікопольського марганцеворудного басейну. Плановою основою служили топографічні карти, аеро- і космічні знімки, ґрунтові та геоботанічні карти М 1: 10 000, 1:25 000,

1:50 000, 1:100 000, 1:200 000. Дешифрування виконувалось методом візуальної оцінки упорядкування природних об'єктів. Для аналізу території застосовувались порівняльно-географічні, історичні, якісно-генетичні, статистико-картометричні (Фридланд, 1972), екосистемологічні методи (Голубець, 2000) . Визначення хімічного складу ґрунтів виконувалось хроматографічним методом.

Основні результати досліджень

Екологоорієнтовані технології внутрішнього відвалоутворення. У даний час більше ніж 86% видобутку залізних руд та 100% флюсової сировини видобувається відкритим способом. Фактична глибина окремих кар'єрів досягла 250-380 м при проектній глибині 500-700 м.

Транспортування гірничої маси із глибоких кар'єрів з використанням технологічного залізничного та автомобільного транспорту потребує значних витрат, що постійно зростають по мірі поглиблення кар'єрів. Навантаження та розвантаження розкривних порід, транспортування та складування всього обсягу розкривних порід у зовнішні відвали щорічно збільшує негативний тиск на навколишнє середовище (запилювання, відведення земель, у тому числі і орних).

Внутрішнє відвалоутворення (ВВУ) та складування відходів виробництва у діючих або відпрацьованих кар'єрах залізрудних та флюсових підприємств дозволяє:

- підвищити ефективність надрокористування при відпрацюванні ба-

лансових запасів мінеральної сировини на глибинах понад 300 м;

- забезпечити раціональне використання земель, у тому числі і орних, поетапну рекультивацию порушених гірничими роботами земель, відновлення природного ландшафту (засипка балок, ярів тощо);

- досягти впровадження найменш енергоємних та більш екологічно чистих технологій при відпрацюванні запасів мінеральної сировини на глибоких горизонтах;

Висота внутрішнього відвалу, кут нахилів бортів і призми можливого сповзання, швидкість посування фронту відвалоутворення встановлюються в залежності від фізико-механічних властивостей порід відвалу та його основи, способу відвалоутворення, конструкції і коефіцієнту запасу стійкості борта кар'єру на період його навантаження відвальними масами. Величину коефіцієнта запасу стійкості відвалу необхідно приймати рівною 1,2, яка враховує похибки розрахунків, зміну властивостей відвальної маси під впливом різних факторів, зміну природних умов під впливом ведення відкритих гірничих робіт. Результати розробок нової технології були впроваджені у виробництво на підприємствах Кривбасу.

Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва в залізрудних і флюсових кар'єрах (Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва в залізрудних і флюсових кар'єрах, 2004) розроблено фахівцями інституту та затверджено Наказом Міністерства промислової політики України від

17.08.2004 р. № 412. Розроблені „Положення...” погоджені Державним комітетом природних ресурсів України, Державним комітетом України з нагляду за охороною праці, Державним комітетом України з будівництва та архітектури. Положення зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19 серпня 2004 р. за № 1027/ 9626.

Створення вторинних екосистем на пошкоджених землях

Формування вторинних екосистем – це технологічне управління природними процесами самовідновлення, саморегуляції, самовідтворення, які притаманні біосфері в цілому. Воно може полягати в активізації, ініціюванні, прискоренні, диверсифікації, зміні сценаріїв розвитку, тощо. Технологічний вплив на природні процеси здійснюється через управління матеріальними та енергетичними потоками: гравітаційними, флювіальними, еоловими, біологічними та іншими (Скрипник, 2010).

Внесення органічної речовини відходів комунального, сільського господарства переробної промисловості для відновлення ґрунтів. Розробку методів формування вторинних ґрунтів природно починати з оцінки властивостей порід, їх ґрунтоутворюючого потенціалу здійснювалась в умовах лабораторних випробувань та вегетаційного дослідження. Лабораторний аналіз технічної суміші розкритих порід відвалу №3 ВАТ «Інгулецький гірничозбагачувальний комбінат» (ІнГЗК) (Активізація самовосстановлення біогеоценозів деградированих земель Інгулецького ГОКа,

2005), свідчить що ґрунти не вміщують токсичних кількостей сполук, забезпечені сполуками азоту, фосфору та калію, але в недостатній кількості.

В результаті досліджень ряду методів внесення поживних речовин (мінеральні добрива, препарат «Ріверм» та ін.) було обґрунтовано використання метода внесення органічних речовин відходів господарства. Дослідження хімічного складу осадів стічних вод свідчить про відсутність токсичних кількостей важких металів (Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами, 2007). Кількість внесення важких металів на порушені землі може регулюватися технологічними засобами, зокрема, через норму внесення.

Внесення органічної речовини дозволяло подолати недоліки в живленні. Випробування в умовах підприємства пройшли кілька прийомів:

1. Внесення невеликих об'ємів стічних вод ($0,5 \text{ дм}^3$) в лунки під час посадки в них насіння деревних та чагарникових видів. Таке дискретне внесення органічної речовини в нормах (150 мг/дм^2) не вимагає наявності великих обсягів відходів (до $5 \text{ м}^3/\text{га}$). Застосування такого прийому дозволило стимулювати проростання насіння дуба звичайного. Такий прийом важко застосовувати на схилі відкосу відвалу, де стрімкість схилу може сягати 45° . Будь яке пересування на такому схилі людей і механізмів пов'язане з загрозою безпеці праці.

2. Внесення на поверхню ґрунту суміші насіння та побутових стічних вод в нормах $1\,000 \text{ м}^3/\text{га}$. Після внесення восени органічна речовина

встигає проникнути в ґрунт, перепріти, та навесні почати свою дію по збільшенню елементів живлення, агрегування ґрунтів, накопиченню вологи. Для знезаражування комунальних стічних вод необхідно застосовувати 10 % розчин аміаку. У результаті такого знезаражування ґрунт додатково збагачується формами мінерального азоту, що легко засвоюються рослинами. Використання таких великих об'ємів стічних вод одночасно вирішує проблему їх утилізації, що в деяких випадках перетворилося в проблему, що неможливо вирішити. Внесення побутових стічних вод дозволило значно збільшити родючість ґрунтів екосистем, що знайшло своє відображення в збільшенні продуктивності фітоценозу.

3. Сьогодні державне підприємство «Кривбасводоканал» накопичило більше 150 тис. м^3 осадів стічних вод отриманих за різними технологіями. Більшість осадів вже пройшла знезараження в процесі переробки в аеротанках та метантанках. За хімічним складом вони подібні до торфу, і можуть включати до 80 % органічної речовини. Осади застосовуються в нормах $100 \text{ м}^3/\text{га}$ з покриттям рослинною мульчею. Внесення осадів стічних вод комунальних підприємств для активізації відновлення екосистем є найбільш перспективним напрямком їх утилізації. При застосуванні такого прийому зменшуються транспортні витрати, спрощується процедура знезараження, зростає інтенсивність активізації.

4. Внесення ґрунтової суміші (30 % органічної речовини осадів стічних вод, 70 % суглинку) в нормах $100 \text{ м}^3/\text{га}$ на поверхню або в посадкові ями дозволяє отримати ряд пере-

ваг: стабілізувати режим живлення, закріпити суміш на поверхні. Однак, створення ґрунтової суміші потребує додаткових витрат на приготування. Можливе суміщення процесів приготування ґрунтової суміші і внесення насіння дерев та трав, застосування спеціальних технічних засобів.

5. Внесення органічної речовини відходів сільського господарства (соломи, кукурудзиння, лушпиння насіння соняшника, тощо) може здійснюватись сьогодні лише в невеликих обсягах через значний занепад сільськогосподарського виробництва. На порушених землях гірничодобувних підприємств застосування відходів треба супроводжувати перемішуванням з ґрунтом, що дуже складно зробити, зважаючи на його великоуламковий гранулометричний склад.

В Інституті проблем природокористування та екології розроблено та запатентовано метод дистанційного внесення водної суміші осадів стічних вод та насіння рослин (Пат. 85669 Україна, МПК (2009) A01B 79/00). Такий метод дозволяє ефективно наносити активізаційні суміші на важкодоступні для іншої техніки ділянки та забезпечує рослини початковим запасом вологи та поживних речовин.

Випробування прийомів свідчить про те, що внесення рідких стічних вод дозволило збільшити кількість агрономічно цінних агрегатів ґрунтів в середньому на 5%, осадів стічних вод – на 10%. Агрегація технічної суміші дозволяє збільшити водопроникнення, особливо, на відкосі відвалу.

Створення рослинного покриву. Фахівці Інституту проблем природокористування та екології НАН Укра-

їни з 2004 року проводять дослідження розвитку рослинності на різновікових та різнопорідних субстратах схилів та терас відвалу № 3 ПАТ «Інгулецький ГЗК» та ландшафтному заказнику «Візирка». За цей час, з метою пошуку перспективних видів рослин та розробки методів активізації було випробувано більше 200 експериментальних варіантів з висаджування рослин.

А



В



Рисунок – Результати формування вторинних екосистем: А – насадження акації білої; В – зарості буркуну на схилі відвалу

На початкових етапах досліджень добрі результати для більшості субстратів показали рослини з великим насінням – дуб звичайний, горіх грецький, горіх чорний, абрикос звичайний. Однак, з часом розвиток рослин уповільнюється, що пояснюється нестачею вологи та підгризанням вер-

хівок зайцями. Серед трав'янистих рослин відмінні результати спостерігались для буркуну лікарського та люцерни посівної (приживання до 40-60%).

З 2006 року одночасно з випробуваннями рослин проводились дослідження щодо активізації розвитку рослинного покриву. Для цього пропонувалось вносити осади стічних вод, формувати відповідні форми рельєфу. При нанесенні осадів стічних вод у пусті породи молодих відвалів спостерігається збільшення проективного покриття до 100 % у перший же рік внесення осадів.

Це досягається за рахунок того, що осади стічних вод містять значні кількості елементів мінерального живлення та насіння рудеральних (бур'янистих) видів, які бурхливо ро-

звиваються протягом 2-х років. З часом вони заміщуються видами пізніших стадій розвитку, які також мають прийнятні показники проективного покриття (до 60 %).

Наступні дослідження показали перспективність насінневого відновлення для сосни кримської, акації білої, люцерни посівної, буркуну лікарського та використання саджанців для акації білої, сумаху коротковолосистого, повію звичайного (дерези) (Рисунок). Їх застосування є можливим без проведення активізаційних заходів, однак внесення осадів стічних вод при висаджуванні дозволяє збільшити процент приживання та пришвидшує розвиток рослин майже вдвічі. Експериментальні насадження мають задовільний стан (Табл. 1).

Таблиця 1.

Стан насаджень експериментальних насаджень на ділянках відвалу № 3 ВАТ «Інгулецький ГЗК» та заказнику «Візирка» (на 09.2010 р.)

Вид	Брівка схилу відвалу		Схил відвалу		Плато відвалу		Плато відвалу заказник «Візирка»	
	Ж	П	Ж	П	Ж	П	Ж	П
Люцерна	3-4	38-42	-	-	-	-	-	-
Сосна кримська	3-4	3-4	1-2	2-3	-	-	3-4	3-4
Акація біла	5	40-42	5	25-30	-	-	-	-
Шипшина	2	12-14	-	-	-	-	-	-
Аморфа	2	14-16	2	7-10	-	-	-	-
Дереза	3	70-75	4	50-55	-	-	-	-
Сумах	4	15-23	-	-	-	-	2-3	10-15
Горіх грецький	-	-	3-4	23-27	-	-	-	-
Дуб звичайний	-	-	-	-	2	12-16	-	-
Буркун білий	-	-	-	-	4-5	100-30	-	-
Форзиція	-	-	-	-	2	10-13	-	-

Примітка: Ж – життєвість в балах від 0 – мертві рослини до 5 – найкращий стан; П – щорічний приріст рослин, см.

На основі застосування екологічної класифікації у 2008-2009 рр. були здійснені успішні посадки дубу звичайного, абрикосу звичайного,

повію звичайного, винограду дикого, сумаху коротковолосистого, клену польового, сливи, малини, обліпихи крушиновидної, сосни кримської,

гледичії триколючкової, акації білої, буркуну лікарського, шипшини собачої, карагани чагарникової, ковили волосистої та Лесінга.

Показники приживання для коре-невищних саджанців всіх видів склали 75-85 %, та для насіння – 35-55 %, що є підтвердженням дієвості системи підбору рослинності для формування екосистем.

Висновки

1. Технологія внутрішнього відвалоутворення при розробці крутопадаючих залізрудних родовищ та покладів флюсової сировини є ефективною і екологоорієнтованою завдяки суттєвому скороченню відстані транспортування розкривних порід, зменшення землеємності відкритої

розробки і її загальної ресурсоемності.

2. Внесення органічної речовини відходів господарства забезпечує не тільки формування вторинних ґрунтів, розвиток рослинності та екосистем, а й їх утилізацію, включення в природний кругообіг, виключення їх шкідливого впливу на навколишнє середовище

3. Точне визначення абіотичних умов, вибір адекватних видів рослин, та їх угруповань, забезпечує успішне та швидке формування вторинної рослинності порушених гірничими роботами земель.

4. Результати випробувань методів активізації формування вторинних екосистем свідчать про їх ефективність.

Література

1. Фридланд В.М. Структура почвенного покрыва. / В.М Фридланд М.: Мысль. – 1972. – 423 с.
2. Голубець М.А. Екосистемологія. / М.А. Голубець–Львів: В-во "Поллі". – 2000. -316с.
3. Положення про проектування внутрішнього відвалоутворення та складування відходів виробництва в залізрудних і флюсових кар'єрах / А. Шапар, П. Копач, В. Романенко, В. Лашко, В. Бондаренко, А. Дриженко, Ю. Вілкул, Ю. Ніколашин, О. Романенко, В. Слободянюк, В. Квітка, В. Моїсеєнко, А. Воробійов, О. Ігнатів, В. Галімуллін/ Інститут проблем природокористування та екології НАН України. -Дніпропетровськ: Мінерал.- 2004.-50с.
4. Скрипник О.О. Просторові аспекти формування вторинних екосистем як засобу зменшення екологічних ризиків порушених гірничими роботами земель / О.О. Скрипник // Екологія і природокористування: збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип. 13. – 2010. – С. 90-102.
5. Шапарь А.Г. Активізація самовосстановлення біогеоценозів деградированих земель Ингулецкого ГОКа / Шапарь А.Г., Скрипник О.А., Палеха В.Н. [и др.]. // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: міжнар. конф. - Дніпропетровськ, 2005. – С.147-148.
6. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами (створення техногенних ландшафтних заказників, екологічних коридорів, відновлення екосистем) / [Шапар А.Г., Скрипник О.О., Копач П.І. та ін.]; за ред. А.Г.Шапара. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2007. – 270 с.
7. Пат. 85669 Україна, МПК (2009) А01В 79/00. Спосіб рекультивациі відвалів скельних порід та пристрій для його здійснення / Шапар А.Г., Гулямов Б.С., Півень В.О. та ін.; заявник та власник Інститут проблем природокористування та екології НАН України. – № а200507435; заявл. 25.07.2005; опубл. 15.02.2007, Бюл. №4.