

АРТАМОНОВ В. М., МАРТИНОВА О. А. (Донецький національний технічний університет), ЖУКОВ С. П. (Донецький ботанічний сад НАН України)

ПОРІВНЯЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДОНЕЦЬКОГО ТА ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ПРОМИСЛОВИХ РАЙОНІВ

Показано екологічні аспекти впливу відвалів вугільних шахт на довкілля на основі аналізу ситуації у Донецькому та Червоноградському промислових районах.

Показаны экологические аспекты влияния отвалов угольных шахт на окружающую среду на основе анализа ситуации в Донецком и Червоноградском промышленных районах.

The ecological aspects of influencing waste heap of mines on the ecological state on the basis of an existing situation method in Donetsk and Chervonograd industry regions.

З метою порівняння деяких екологічних аспектів впливу відвалів вугільних шахт (ВВШ) на довкілля, а також особливостей ВВШ як антропогенних екотопів нами було проаналізовано присвячену згаданій проблемі монографію У. Б. Башуцької [1] та відповідні роботи науковців Донбасу [3, 6, 9–10].

Відомо, що промислово девастровані землі навіть у відносно сприятливих умовах виводяться з екологічного кругообігу на десятки років, а відвали фітотоксичних порід – навіть на сотні років. В Україні ж під гірничими відводами знаходиться близько 154000 гектарів земель [2]. Якщо взяти до уваги загальний надзвичайно високий рівень антропогенної трансформації території країни і мало не найвищу у світі щільність населення, то проблема відродження девастрованих земель перетворюється в одну з найактуальніших.

Монографія [1] містить послідовне розкриття проблеми зниження шкідливого впливу ВВШ Червоноградського промислового району (Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн) на довкілля.

Автор розглянула досвід лісової рекультивації відвалів різноманітного генезису (переважно ВВШ) у зарубіжних країнах, СНД та Україні. У. Б. Башуцька акцентує увагу на наукових аспектах рекультивації та її результатах у вигляді створення стійкого рослинного покриву, здатного протистояти жорстким едафічним та мікрокліматичним умовам відвалів. Відзначено певний внесок у розробку теоретичних і практичних засад рекультивації науковців Донбасу.

Слід зауважити, що саме у Донбасі вперше були створені спеціалізовані підрозділи, що запроваджували озеленення відвалів численних вугільних шахт. Згадані підрозділи було залучено до створення на базі Донецького наукового центру об'єднання „Рекультивація”. Діяльність об'єднання базувалася на рекомендаціях науковців Донецького ботанічного саду [3]. У подальшому теоретичний досвід з рекультивації було узагальнено [4], а методичні рекомендації з практичних заходів були затверджені як базові для інститутів, що складають проекти рекультивації ВВШ [5]. Досвід рекультивації дає можливість постійно вдосконалювати рекомендації щодо асортименту фітомеліорантів і агротехніки їх посадки та вирощування [6].

Особливості географічної зони, у якій розташований Донбас, майже виключають можливість лісової рекультивації, принаймні у випадку ВВШ, з їх екстремально напруженими едафічними та геоморфологічними умовами, розташованістю у густонаселених районах тощо. Тому пріоритетним напрямком рекультивації у даному випадку вважається санітарно-гігієнічний, який не приносить прямого прибутку, а лише „консервує” екологічно небезпечний об'єкт під густою рослинністю. Великі витрати вкупі з відсутністю прямого економічного ефекту досі являються основним чинником наявності у Донбасі безлічі нерекультивованих ВВШ.

Аналізуючи природно-кліматичні особливості Червоноградського промислового регіону, У. Б. Башуцька відзначає їх сприятливість для сукцесійного розвитку рослинності на породах шахтних відвалів. До таких особливостей належить, перш за все, достатній рівень вологості – у середньому 720 мм опадів на рік, що до того ж випадають відносно рівномірно протягом року. У Донбасі відповідний показник становить лише 450–500 мм, і опади трапляються переважно у вигляді короткочасних літніх злив, часто з градом. Такі дощі навіть не встигають промочити ґрунт на істотну глибину; вода стікає у низини та дрібні річки (до речі, саме ця особливість опадів

є однією з основних причин накопичення у степових ґрунтах Донбасу великої кількості гумусу і утворення тучного чорнозему, що зберігся, на жаль, лише у заповідних об'єктах).

Середньорічна температура повітря у районі, досліджуваному У. Б. Башуцькою, становить 6,8°C. У Донбасі вона дорівнює 8,2°C [7]. Найтеплішим місяцем у Червоноградському районі, як і у Донбасі, є липень, середня температура якого, за довідкою У. Б. Башуцької, становить +17,5°C (проти +22,3°C у Донецькій області). Крім того, Донбас відомий суховіями та пиловими бурями, що починаються наприкінці весни і періодично відбуваються влітку. Зимові кліматичні негаразди Донбасу – незначний або зовсім відсутній сніговий покрив, глибоке промерзання ґрунту, коливання температури, відлиги з наступними ожеледицями, ожеледі. Таким чином, кліматичні умови Донбасу можна вважати дуже напруженими взагалі, а стосовно рослинності навіть екстремальними.

Слід додати, що на мікроклімат Донбасу впливає надзвичайно висока концентрація промислових підприємств (гірничо-видобувних, металургійних, металообробних, хімічних), енергетичний комплекс на базі вугільних ТЕС із морально застарілим і зношеним обладнанням, що зумовлює найвищу в Україні кількість повітряних емісій у вигляді пилу, метану, оксидів вуглецю, азоту та сірки, фенолу, аміаку, сірководню, формальдегіду та ін. На долю Донецької області припадає 34 % загальної кількості атмосферних викидів від стаціонарних джерел України. У 2005 р. щільність викидів від стаціонарних джерел складала 61,8 т на квадратний кілометр, або 352,7 кг забруднювачів на душу населення, що відповідно у 8,4 та 3,7 рази перевищує середній рівень по країні. Щільність населення області є найвищою в Європі і дорівнює 175,3 чоловік на квадратний кілометр [8]. Атмосферні забруднювачі викликають явища смогу та кислотних дощів, сприяють загальному парниковому ефекту і значно ускладнюють мікроклімат урбанізованих територій. Природно, що ВВШ, розташовані переважно саме у межах згаданих територій, аж ніяк не можуть уникнути додаткового ускладнення власного мікроклімату. Так, швидкість вітру на верхівках та гребенях хвостової частини териконів перевищує таку на вулицях міст у 4–6 разів, при цьому на поверхні породи утворюється щільна кірка. Подібні „залізани” вітром ділянки спостерігаються на випуклих елементах рельєфу відвалів будь-якого генезису [4]. Вітер охолоджує поверхню відвалів, але водночас висушує її. Температура порід ВВШ влітку сягає 67 °, а різниця температур північної і південної експозицій становить 10–12 °, інколи 20 ° [ibid.]. У. Б. Башуцька повідомляє про дуже близькі показники мікроклімату на досліджуваних нею відвалах: поверхня породи нагрівається до 63 °, а різниця температур по експозиціях сягає 12–14 °; автор пояснює цей факт темним кольором породи, що поглинає теплові промені.

Мінералогічний склад порід ВВШ Червоноградського промислового району відрізняється від такого ВВШ Донбасу перш за все вмістом сірчанних сполук. Ці сполуки, переважно пірит, при контакті з атмосферним повітрям, вологою і тіоновими бактеріями окислюється, а згодом породи займаються внаслідок накопичення тепла та залучення у процес органічних сполук і горючих газів. Чим більше сірки містить порода, тим швидше та інтенсивніше вона займається. Горіння призводить до утворення маси нових хімічних сполук, які вступають у подальші реакції. Численні продукти цих реакцій мають різний агрегатний стан і високу хімічну агресивність. Вони поступають у довкілля, отруюючи атмосферу, ґрунти і водойми.

Судячи з описання відвалів, досліджуваних У. Б. Башуцькою, не всі вони схильні до горіння, оскільки вміст сірки у породах невисокий. В той же час майже всі породи ВВШ Донбасу, у яких вміст сірки сягає 6 % і більше, схильні до горіння. За умов відсутності профілактичних заходів відвали горять протягом десятиріч, безладно і безсистемно, отруюючи довкілля і набуваючи схильності до обвалів, зсувів, розколів та інших катастрофічних проявів.

Породи ВВШ Донбасу, є непридатними до біорекультивациі за фізичними показниками як важко вивітровані скельні, а за хімічними – як такі, що містять понад 0,5 % сірки та її сполук. рН перегорілих порід у більшості випадків знаходиться у межах 3,0-4,0, а на горизонтальних елементах плоских відвалів, де вимивання сірчаної кислоти уповільнене, навіть 1,2–2,0. Вміст рухомих форм калію у свіжій породі становить 29 мг / 100 г, у перегорілій – 17–19 мг / 100 г, фосфору відповідно 1 та 2 мг / 100 г, азоту – 0,019 та 0,011–0,012 мг / 100 г породи [4]. За даними У. Б. Башуцької, фізичні властивості досліджуваних нею порід сприятливі лише у випадку насипних ґрунтів, відвальні ж породи сильнокам'янисті, із рН у межах 4–5. Як бачимо, такий показник рН відповідає класу малоприсадибного до рекультивациі порід. Вміст поживних елементів у доступних формах істотно відрізняється від порід Донбаських ВВШ: калію як у свіжих, так і у перегорілих породах менше у 25 разів, фосфору – у 3 і 7 разів, але вміст азоту перевищує відповідний показник Донбаських ВВШ у десятки разів. Породи Червоноградських ВВШ автор

відносить до малозабезпечених поживними для рослин елементами. Таким чином, породи Донбаських ВВШ слід визнати вкрай несприятливими для біорекультивациі. Породи Червоноградських ВВШ не настільки агресивні. Їх фізико-хімічні властивості втрачають негативне значення, оскільки великі площі відвалів вкрито насипними ґрунтами із сприятливими властивостями.

Доцільно взяти до уваги, що ВВШ Донбасу, на відміну від ВВШ Червоноградського району, високі (переважно 70–100 м) і компактні (здебільшого конічної та хребтової форми). Компактність у даному випадку не зменшує, а значно збільшує екологічну небезпеку: давно відомо, що саме конічні і хребтові відвали горять особливо інтенсивно і найбільш схильні до саморуйнування. ВВШ Червоноградського району, навпаки, мають переважно плоску форму і невелику порівняно з Донбаськими висоту – максимум 50 м.

Таким чином, рекультивациа ВВШ Донбасу, безперечно, повинна бути більш складною і витратною порівняно з рекультивациєю ВВШ Червоноградського району, а перспективи цієї рекультивациі апріорі менш визначені. Факторами, що лімітують розвиток рослинності на Донбаських ВВШ, являються фізико-хімічні властивості порід, гідротермічні показники клімату регіону та мікроклімату відвалів, геоморфологія відвалів.

Про уповільнення суцесійного розвитку біоценозів ВВШ Донбасу свідчить той факт, що навіть на найстаріших (понад 100 років) з них відзначається лише тенденція рослинних угруповань до зближення з типовими зональними фітоценозами. На відвалах, досліджуваних У. Б. Башуцькою, ця тенденція вже реалізується, незважаючи на порівняно малий вік відвалів (20–50 років).

На відвальних екотопах Донбасу спостерігається чітка диференціациа рослинності по експозиціях: мікроклімат схилів тіньової експозиціі складається без участі прямих сонячних променів, отже, притаманні регіону перегрівання та висушування ґрунту тут відсутні. На таких схилах набагато краще, ніж навіть на горизонтальних ділянках, почувається рослинність (як природна, так і висаджена). Південні ж схили формують мікроклімат, який ще більше ускладнює і без того напружені гідротермічні умови; в яких можуть вижити лише максимально стійкі та невибагливі види, більше притаманні зоні сухих степів та напівпустель.

Найважливіший аспект монографіі У. Б. Башуцької – аналіз флори, який є, як відомо, відправним пунктом будь-якого геоботанічного дослідження. Незважаючи на порівняно невелику кількість обстежених ВВШ Червоноградського району, їх флористичне багатство досить високе: 271 вид вищих судинних рослин із 190 родів та 59 родин. Спектр родин у Червоноградському районі виявився близьким до такого природної флори. Цей факт, а також екологічна структура відвальної флори вказують на високий ступінь відповідності екотопів ВВШ вимогам природної рослинності.

У. Б. Башуцькій вдалося побудувати суцесійні ряди рослинності для досліджуваних відвалів. На нерекультивованих ВВШ спонтанне заростання починається приблизно через десять років після початку окислення. Піонерами освоєння порід виступають типові для зональних фітоценозів види – *Betula pendula* L., *Populus tremula* L., а подальший хід суцесій визначається мікрокліматом ділянки, який залежить від рельєфу. Так, на схилах до згаданих видів приєднуються мохи та *Pinus sylvestris* L., а плато і підніжжя насичуються трав'янистими видами, особливо руде рантами. Деревна рослинність цих елементів пригнічена, на відміну від схилів, але у всіх випадках рослинність є деревно-злаковою. Передостання стадія суцесії спрогнозована автором і є деревно-чагарниково-злаковою для всіх елементів, а останньою стадією, звичайно, буде притаманна зоні досліджень сосново-дубова, причому очікується домінування сосни звичайної, оскільки породи відвалів мають легкий механічний склад.

За даними багаторічних досліджень ВВШ Донбасу, систематизованих у 1980 р., було встановлено, що стадія окислення породи триває від 10 до 60 років, і в цей час критичні значення рН лімітують поселення рослинності. Воно починається тільки на стадії вимивання, коли рН підвищується до 4–5. Заростання починається з підніж хвостових частин відвалів. Піонерами освоєння порід є анемохорні однорічники *Reseda lutea* L., *Salsola ruthenica* Iljn, *Polygonum aviculare* L., які згодом утворюють невеличкі куртинки. Ця стадія може тривати 10–20 років, і весь цей час рослинність істотно не змінюється – ерозійні процеси травмують, пригнічують або навіть знищують її, і заростання починається з початку. Тільки на стадії масового поселення рослин, коли едафічні умови покращуються, а ерозія уповільнюється, починається перехід до простих, а згодом – складних рослинних угруповань. Їх проективне вкриття сягає 30–60 %, угруповання включають десятки видів, переважно рудерантів (69 %). Чисельність багаторічних видів зростає до

42 %, однорічних знижується до 31 %. Ані дерев, ні чагарників серед них майже немає, оскільки насіння їх не потрапляє на відвали, а якщо і потрапляє, то гине. Лише у окремих випадках деревна рослинність з'являється у вигляді *Robinia pseudoacacia* L., *Populus nigra* L., *P. tremula* L. Дуже цікавим є той факт, що згадані види можуть оселитися в екотопі навіть на стадії окислення, коли інших рослин немає. На стадії вимивання зрідка трапляється *Betula verrucosa* Ehrh., але тільки за умови наявності поблизу джерела насіння, що трапляється нечасто. Виявилося, що природним шляхом на ВВШ Донбасу оселюється 93 види трав, 9 видів дерев та чагарників, 6 видів мохів. На найстаріших (понад 100 років) відвалах утворюється 15–20-сантиметровий гумусований шар із вмістом гумусу до 4 %, а рослинність вже наближається до типово зональної (різнотравно-ковилової степової) [4].

Дослідження сукцесій рослинності ВВШ на такому рівні, який є у монографії У. Б. Башуцької у Донбасі більш проблематичне, враховуючи високе різноманіття і величезну кількість ВВШ (близько 1200). Сучасне обстеження 47 різноманітних ВВШ дозволило виявити набагато більше, ніж до 1980 р., рослин, а саме 262 види вищих судинних, які належать до 175 родів та 49 родин, при цьому 244 види з'являються спонтанно. Порівняно з флорою оточуючих урбанізованих територій (1100 видів, 449 родів, 95 сімейств) ці показники досить бідні. У флорокомплексі спектр родин відрізняється від природного, він помітно бідніший. Домінують родини Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae. Сукцесії рослинності ВВШ мають три стадії. Рангова кореляція систематичної структури сукцесійних стадій з відповідним природним об'єктом навіть на останній стадії не перевищує 0,27 [9]. Сукцесійні зміни рослинності ВВШ характеризуються „каскадним ефектом”, який полягає у нерівномірності поселення нових видів. Це зумовлено особливою динамікою факторів середовища, у тому числі біотичних. До того ж у окремі роки сукцесійний розвиток рослинності ВВШ гальмується напруженими погодними умовами, спостерігаються навіть зворотні процеси, що приводить до необхідності використання непрямих статистичних методів ординації [10].

У останньому розділі монографії У. Б. Башуцької розглянуто питання регуляції сукцесій рослинності на ВВШ. Вказані шляхи збереження рослинних угруповань, які утворюються шляхом самозаростання, стимуляції їх подальшого розвитку тощо. Запропоновано схеми штучних лісових насаджень на окремих елементах рельєфу. Подібні дослідження проводилися і у Донбасі: вченими Донецького ботанічного саду розроблено асортимент трав'янистих, деревних і чагарникових рослин, найбільш перспективних при рекультивативі різних елементів рельєфу на різних стадіях вивітрювання порід (стадії окислювання, вимивання, масового поселення рослин) [3-6].

Обмін досвідом фахівців у справах рекультивативі, геоботаніків, екологів може виявити безліч напрямків співробітництва з метою поліпшення стану земель та довкілля взагалі. Таке співробітництво особливо доцільне, зважаючи на різноманіття природно-кліматичних умов і порушених земель України.

Бібліографічний список:

1. Башуцька У. Б. Сукцесії рослинності породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району. – Львів: РВ НЛТУ України, 2006. – 180 с.
2. Дорогунцов С. І., Хвесик М. А., Горбач Л. М., Пастушенко П. П. Екосередовище і сучасність. Т. 1. Природне середовище у сучасному вимірі. – К.: Кондор, 2006. – 424 с.
3. Рева М. Л., Бакланов В. И., Буевский Н. М. Временные рекомендации по озеленению породных отвалоугольных шахт и обогатительных фабрик Донбасса. – Донецк: ЦБНТИ Минуглепрома УССР, 1974. – 20 с.
4. Промышленная ботаника / Кондратюк Е. Н., Тарабрин В. П., Бакланов В. И. Бурда Р. И., Хархота А. И. – К.: Наук.думка, 1980. – 260 с.
5. Методические рекомендации по биологической рекультивации площадей плоских породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик Украинской ССР. – Донецк: ЦБНТИ Минуглепрома СССР, 1990. – 54 с.
6. Башкатов В. Г., Торохова О. Н., Жуков С. П. Рекомендации по формированию мелиоративного растительного покрова на отвалах угольных шахт Донбасса. – Донецк, 2002. – 35 с.
7. Донбас заповідний. Науково-інформаційний довідник-атлас / Під ред. С. С. Куруленко, С. В. Третьякова. – Донецьк, 2006. – 160 с.

8. Земля тривоги нашої. Матеріали доповіді про стан навколишнього середовища в Донецькій області у 2005 р. – Донецьк, 2006. – 108 с.
9. Жуков С. П. Про напрям антропогенної сукцесії рослинності відвалів вугільних шахт Донбасу // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 3. – С. 249–254.
10. Жуков С. П. Каскадний ефект первинної сукцесії рослинності на відвалах вугільних шахт Донбасу // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 1 – С. 5–10.