

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ  
У ЗАХІДНОМУ ДОНБАСІ НА ДНІПРОПЕТРОВЩИНІ**

Висвітлено теоретико-практичні аспекти щодо проблеми лісової меліорації у степовій зоні. Наведено характеристику лісових насаджень і штучних ґрунтів на ділянках лісової рекультивациі шахтних відвалів у Західному Донбасі за 29-річний (1976–2005 рр.) період їх росту і розвитку.

*Ключові слова:* лісова рекультивациія, ґрунти, Західний Донбас.

A. P. Travleyev, N. A. Belova, V. N. Zverkovsky

*Dnipropetrovsk National University*

**THEORETICALLY-PRACTICAL ASPECTS OF FOREST RECLAMATION ON THE  
TERRITORY OF WESTERN DONBASS IN DNIPROPETROVSK REGION**

Theoretically-practical aspects of forest reclamation in steppe zone are described. Characteristics of wood plantings and artificial soils on the plots of forest rehabilitation of mine dumps in Western Donbass for 29 years (1976–2005) and of their growth and development are presented.

*Keywords:* forest rehabilitation, soils, Western Donbass.

У сучасний період, коли планується створення додатково 1,5–1,8 млн га штучних ползахисних лісових насаджень, у тому числі на порушених землях, доскональні знання екологічної сутності процесів ґрунтоутворення є невід'ємною частиною лісового ґрунтознавства – найважливішого розділу степового лісознавства.

Своєрідні умови ґрунтоутворення в степовій зоні визначаються непромивним типом зволоження, материнською ґрунтоутвірною породою, що складається переважно з лесів і лесових суглинків, які містять до 20 %  $\text{CaCO}_3$ , помірно-континентальним кліматом, насиченістю поглинаючого комплексу, наявністю степової трав'янистої рослинності, що поставляє в ґрунт велику кількість органічних речовин, збалансованістю процесів мінералізації і конденсації органічних речовин, що сприяє нагромадженню в ґрунтах гумусу.

У процесійному блоці (ґрунтовому профілі) протікає складний багатофункціональний процес ґрунтоутворення, що контролюється факторами середовища – програмою, обумовленою фізико-географічною зоною, типом біогеоценозу. Тут визначається морфологічний вигляд ґрунтового профілю, вид ґрунту (що характеризується проявом типових, підтипових і родових властивостей) і тип ґрунтоутворення.

Нарешті, завершальний етап діяльності – дослідження ґрунтового профілю виконується в ґрунтових лабораторіях за стандартними загальноприйнятими методиками і візуально як головний прийом польових ґрунтових досліджень, сутність якого полягає в тому, що людина сприймає видиму частину спектра від 4 до 7 тис. ангстрем (1000 кольорів і відтінків) і на основі досвіду і навичок з великою ймовірністю діагностує ті чи інші процеси. У даний час увесь спектр відображення можна визначити високочутливими фотоелементами, монохроматорами, аналізаторами, що дають можливість оцінити хімічний склад ґрунтів.

Процеси ґрунтоутворення в лісових біогеоценозах степової зони протікають в основному за семиаридним (напівпосушливим) типом. Тут яскраво виявляється гуматний характер обміну. Як показали дослідження, фітогенне і зоогенне структуроутворення в лісі не поступається таким процесам, що протікають у степу. У байрачних лісах у підсумку формується так званий зоогенний копролітовий горизонт.

Мікроморфологічні, фізико-хімічні дослідження лісових ґрунтів розкривають природу диференціациі ґрунтового профілю на елювіальний і ілювіальний горизонти.

Як правило, її головною причиною є не наслідки руйнування феро-алюмо-силікатних ядер під впливом водню, а лесиваж, транспортування тонких часток зверху вниз без руйнування під дією гравітаційних сил і вібраційних ефектів, що виникають у лісовому масиві. Багатьом трав'янистим рослинам, що живуть під пологом лісу, властива здатність створення водотривкої структури. Викинутий на поверхню ґрунту структурований шар лісового чорнозему протягом десятків років зберігає свою водотривкість і агрегованість. Однак диференціація ґрунтового профілю може виникати і при різних процесах природної та техногенної деформації генетичних ґрунтових горизонтів, що, імовірно, може бути пов'язано зі зсувними, ерозійними, епейрогенічними й іншими широко розповсюдженими явищами. Біорізноманіття елементарних ґрунтових процесів, властивостей – найважливіший наслідок циклічних і сукцесійних змін, що протікають у лісовому біогеоценозі.

Зазначені форми динаміки взаємообумовлені функціональною структурою ґрунту і біоценозу в цілому. Вироблені стійкі консортивні трофічні зв'язки в ґрунтовому і наземному блоках і властива їм трофічна піраміда зі сталим моноценотичним кругообігом речовин і потоком енергії несе на собі відбиток впливу степової зони. Руйнування, деструкція природних лісів у степу, знищення частини екологічних ніш, тобто флористичне і фауністичне збіднення БГЦ, призводять до порушення трофічних зв'язків, розпаду моноценотичності лісового кругообігу. Цей процес не тільки сприяє деградації і загибелі степових лісів, але й відкриває шлях до спустелювання, формування нової функціональної структури, властивої аридним біогеоценозам.

Паралельно з річними, сезонними, флуктуаційними процесами спряжено протікають корінні автогенні зміни: сингенез, ендодинамічні зміни, філоценогенез й інші форми еволюції біоценозу і ґрунтів. Ці сукцесії надзвичайно важливі для пізнання генезису й еволюції лісових ґрунтів і знаходяться в центрі уваги наших досліджень. Серед екзогенних сукцесій слід зазначити гологенетичні, пов'язані зі зміною клімату, геоморфології, а також із селектоценогенезом, коли в силу розселення рослин і тварин виникають корінні зміни в біогеоценозі і ґрунтах. Для пізнання динаміки ґрунтів лісових БГЦ у залежності від зміни екзогенних факторів середовища в часі і просторі враховуються особливості гологенетичних процесів.

В. А. Ковда (1973) звертає увагу на поховані (реліктові) ґрунти четвертинного часу. Поширення лісів у степовій зоні було пов'язане із зледеніннями, серед яких найбільш потужні міндельське та риське супроводжувалися не холодними, а вологими епохами. Зледеніння найбільш холодної вюрмської епохи було порівняно помірним. Слідом за вюрмською епохою прийшло потепління – відхід материкового льоду і зворотний рух природних зон на північ. Взаємозв'язок форм динаміки обумовлює закономірні зміни біоценозів і ґрунту як компонента, що інтегрує в собі багатівікову динаміку формування генетичної розмаїтості лісових ґрунтів у степу.

Реліктові ґрунти виявляються необхідними для установлення властивостей сучасних ґрунтів при використанні всього комплексу палегеографічних, геологічних і геоморфологічних даних. Реліктовість часто виражається в окремих ознаках, у морфемах, морфонах, горизонтах, а іноді й у цілому профілі, що свідчить про накладання нових ґрунтових процесів на реліктовий і перетворений профіль. У зв'язку з цим треба мати на увазі (Ковда, 1973), що сучасні ґрунтові профілі не адекватні сучасним умовам ґрунтоутворення. Вони зберігають у собі також властивості, що були придбані на попередніх етапах розвитку.

Дослідники Комплексної експедиції ДНУ застосовують рубрикацію реліктових ґрунтів, запропоновану І. А. Соколовим (1997).

Усі ці «природжені» особливості виявляються тією чи іншою мірою в байрачних ґрунтах – лісових чорноземах степу. Облік і розмежування цих властивостей дає можливість перейти від оцінки лісового псевдоґрунтоутворення до істинних процесів, властивих складному лісовому ґрунтоутворенню на тлі ксерофітної степової обстановки семиаридних територій України. Педогенні ґрунтови властивості розділяються на динамічні, стійкі, консервативні. При цьому велике значення має визначення віку ґрунтового профілю. Тут важливо не забувати наявності таких властивостей, як ґрунт-пам'ять, ґрунт-момент, ґрунт-відображення (відтворення), ґрунт-режим і

грунт-життя. Використання цих понять ніяким чином не змінює загального наукового значення сформульованої В. В. Докучаєвим (1883) тези про те, що ґрунт – це дзеркало ландшафту. Зовсім навпаки, ці нововведені поняття намагаються деталізувати і поглибити докучаєвську формулу, розглядати «дзеркало ландшафту» не тільки на рівні генетичного аналізу, але і на рівні природно-історичного генезису. Тривалість існування байрачних або долинних ґрунтів, середовищевірного ефекту лісових насаджень у степу повинна оцінюватися за абсолютною шкалою часу. Відомо, що вік ґрунтів може встановлюватися інструментально на основі визначення  $C^{14}$ ,  $H^3$ ,  $Th-U$  або термолюмінесцентним методом.

У своїх дослідженнях ми встановлюємо вік безпосередньо на підставі археологічних знахідок, мікропилкового аналізу, історичних фактів, стратиграфічних особливостей горизонтів профілю, геоморфологічних особливостей, дендроіндикації тощо. Вік ґрунтів на основі геологічних показників характеризує ґрунт із погляду «геологічного» віку, хронології геологічних процесів, що протікали в ґрунтах даної зони, провінції, регіону.

Варто звернути увагу на метод хронологічних рядів (Іванов, Александровский, 1984). Подібні прийоми успішно використовують Л. Г. Полозов і С. Г. Шиятов (1976), М. В. Ловеліус, Ю. І. Грицан (1998) для встановлення меж районів, подібних за дендрокліматологічними зв'язками і характером прояву вікових циклів для різних типів умов місцеперебувань. Хронологічні ряди в лісовому ґрунтознавстві дають можливість розшифрувати тривалість ґрунотвірного процесу, ступінь сформованості ґрунтового профілю, тобто ступінь відмінності від вихідних ґрунтів (у нашому випадку лісових ґрунтів – від степових), ступінь екологічної відповідності ґрунтів минулій і сучасній природній обстановці.

Проектуючи погляди О. Л. Бельгарда (1971) на генезис лісових ґрунтів у степу, виникає питання про монопедони й амфіпедони, про географічну й екологічну відповідність виду ґрунтоутворення умовам формування і положення ґрунту на траєкторії філоценогенезу даного біогеоценозу. Як відомо, кожний ґрунтовий генетичний горизонт складається з морфонів (Корнблум, 1982). Екоморфонний аналіз ґрунтового горизонту і профілю в цілому розглядається залежно від клімату, космічних і наземних факторів, материнської породи, біоти. Ґрунтовий покрив складається з генетично неоднорідних педонів, кожний з яких, у свою чергу, може об'єднуватися в поліпедони (системи) – своєрідні популяції, з яких складається генетичний тип ґрунту. З іншого боку, хроноряди дають можливість використовувати ідеї М. І. Вавілова, викладені в класичній праці «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» (1920), адже це – основна правильність, що визначає спадковий склад ліннеєвського виду як системи. Подібна «правильність», ідентичність присуща і ґрунтам, що формуються в лісових БГЦ степової зони України і Молдови.

Прояв процесів елювіальних, ілювіальних, вилуговування, збагачення, кумуляції, декальцифікації, лесиважу, розкладання і синтезу, характеру утворення підстилки і калдана, співвідношення процесів гуміфікації і мінералізації нерідко відбувається ідентично як у степових, так і в лісових чорноземах. Розбіжність виявляється у швидкості вилуговування, лесиважу, ерозії, осолонцювання, педотурбації.

Як показують дослідження, гомологічність і розбіжність ознак мають багато спільного в характері свого генезису. Так, наприклад, умови жаркого степового клімату впливають на ґрунтоутворення в різних БГЦ, нівелюючи їхні якісні розходження. Первинне ґрунтоутворення на оголених лесових породах відбувалося принципово ідентично як під лісовою, так і під степовою рослинністю. Тут виявляється закон аналогічності, коли різні причини приводять до однотипних результатів: у степу й у байрачному лісі виявлені чорноземи лісові (Димо, 1955; Крупеников, 1959; Афанасьєва, 1966; Травлєєв Л. П., 1972; Белова, 1997; Зонн, Травлєєв, 1989 та ін.). Про це красномовно свідчить І. В. Тюрин (1930): *«те чи інші об'єднання цих процесів може відбуватися різним шляхом, тобто або спільним ходом того чи іншого процесу, або ж накладенням одного на інший, але той і інший шлях можуть дати цілком однакові результати»*.

Морфологічна подібність ґрунтових профілів ще не свідчить про споріднення їхніх поглинальних комплексів. Тут необхідні ретельні дослідження конвергентних явищ, коли уявна подібність визначається розбіжністю ґрунтоутворення при подальшому розвитку й еволюції ґрунтів. Звідси ряд помилкових уявлень, що змішують зовні подібні особливості з істотними властивостями, наприклад: солоді і підзоли, диференційований байрачний чорнозем з підзолистим рядом ґрунтів, лісо-лучно-болотні ґрунти вільшняків з підзолами й ін. Лісова рослинність у степу своєю позитивною середовищевірною діяльністю не погіршує, а поліпшує ґрунти.

Локально-катастрофічні сукцесії – деструктивні процеси, які враховуються при аналізі того чи іншого ґрунтового профілю. Вони розділяються на: а) денудаційні процеси (розкопка, знищення часткове або повне); б) акумуляцію; в) турбацію (верти- та кріо- – омолодження і знищення); г) біологічну сумісність, гемісумісність, несумісність сполучення горизонтів і ін. Тут наочним прикладом може слугувати деструкція ґрунтів у Львівсько-Волинському, Західно-Донбаському басейнах, де під впливом просадкових явищ відбувається деструкція ґрунтового покриву аж до повного його знищення і з'являється необхідність конструювання нових штучних едафотопів.

Як відомо, широкі можливості сучасної науки і техніки висунули на передній план і нові галузі знань. Так, наприклад, С. В. Зонн (1979) запропонував сучасний напрямок у ґрунтознавстві – «техногенне ґрунтознавство», що покликане розробляти проблеми створення штучних ґрунтів на територіях, що піддаються корінним порушенням чи гранично шкідливим забрудненням, як субстратів, які можуть забезпечувати люду ресурсами харчування. Розроблена нами галузь – *екологічна мікроморфологія ґрунтів* – здатна проникнути у глибину ґрунтових процесів аж до молекулярного рівня і визначити за допомогою поляризаційного й скануючого мікроскопа, комп'ютерної і відеотехніки зародження хімічних сполук, які ще не може визначити методика хімічних аналізів. Усяке руйнування ґрунту хімічним аналізом не дає можливості визначити функціонування окремих складових структурних елементів у їхній взаємодії, взаємозв'язку і взаємообумовленості. Екологічна мікроморфологія без руйнування структурної архітекτονіки зразка розкриває якісний і кількісний склад субстратів, документує не тільки рівні структурної організації, але й у сполученні з фізико-хімічним аналізом розкриває таємниці й особливості ґрунтоутворення.

Вивчаючи деформовані, деструктивні ґрунти в умовах техногенезу в Західному Донбасі, Олександрійському і Львівсько-Волинському вугільному басейнах, нам удалося одержати матеріали, що досить повно висвітлюють екологічну сутність усієї гами ґрунтоутворення, що протікає в субстратах (едафотопах), створених природою чи змодельованих руками людини на ділянках рекультивації.

У Західному Донбасі під впливом підробітку вугільних шарів відбувається осідання території долини ріки Самари Дніпровської і, як наслідок, підтоплення лісових біогеоценозів, що руйнує всі їх компоненти. Однак підтоплення відбувається поетапно, що дає можливість спроектувати послідовність і темпи просадкових явищ, визначити етапи загибелі окремих ділянок Самарського бору, розробити методи і терміни його відновлення.

Колективи кафедри геоботаніки, ґрунтознавства та екології Комплексної експедиції і Присамарського біосферного стаціонару Дніпропетровського університету протягом 50 років займаються проблемами створення штучних лісів у степовій зоні, а з 1974 р. – обґрунтуванням теорії і практики лісової рекультивації порушених земель. Створена корифеєм біогеоценологічної науки проф. О. Л. Бельгардом нова наука – степове лісознавство знайшла своє втілення в типології природних і штучних лісів, стала основою розробки принципів лісової рекультивації шахтних відвалів і техногенних ландшафтів у великих промислових регіонах України. Починаючи з 1988 р. навчальна програма студентів-геоботаніків включає курс рекультознавства.

Працюючи з 1975 р. до цього часу у складі бригади рекультивації порушених земель при Комплексній експедиції ДНУ з дослідження лісів степової зони, автори особисто брали і беруть безпосередню участь у дослідженні ґрунтового і рослинного покриву, розробляють пропозиції щодо природоохоронних заходів по лінії Дніпро-гіпрошахтпроєкту, а також проводять моніторингові дослідження деструктивних

едафотопів, що необхідно для розробки проектів з конструювання і створення штучних ґрунтів і лісових культурбіогеоценозів на порушених землях.

Підробіток території і наступне осідання на 5–7 м проходить у край нерівномірно і зумовлює строкатість лісорослинних умов. Таке явище обумовлене багатьма обставинами: геологічною стратиграфією, глибиною і темпами підробітку вугільних шарів, глибиною залягання ґрунтових вод, рельєфом, наявністю на поверхні того чи іншого типу рослинності й ін.

Для запобігання загибелі природних долинних лісів на площі понад 5 тис. га необхідно дати висновок щодо розробки та впровадження у виробництво цілого ряду природоохоронних заходів:

1. **Б у д у в а н н я д а м б** на території з метою затримки води, яка надходить з водного басейну, що виник унаслідок осідання сусідніх ділянок лісу. Ширина дамб досягає 70 м, висота – до 7–10 м, довжина – 15 км. У цьому випадку лісова рослинність захищена від підтоплення. Однак повної гарантії збереження кореневих систем дерев від вимокання немає, тому що ґрунтові води гідравлічно поєднані між собою й обумовлюють процес нівелювання дзеркала води по різні сторони дамби. На захисних дамбах створені лісові насадження відповідно до науково обґрунтованих схем посадок (підбір деревних і чагарникових порід, типів лісових культур, відстань у рядах і міжряддях, конструкція едафотопів і ін.), розроблених бригадою рекультознавців Комплексної експедиції ДНУ. По центральній осі дамб прокладалися під'їзні автомобільні дороги, створювалися трактородоступні укоси.

2. **В е р т и к а л ь н е д р е н а ж у в а н н я**. Щоб не допустити проникнення води за межі запобіжної дамби й уберегти територію від підтоплення і загибелі лісового масиву, був використаний метод вертикального дренажу, що здійснювався закладкою шахтних колодязів з постійним відкачуванням води і зворотним скиданням її в нове русло р. Самари. Виникаючі депресійні лійки повинні перекривати одна одну й у такий спосіб досягати бажаного ефекту. Вертикальний дренаж – дорогий прийом, але надійний, він працює ефективно понад 20 років і зберігає нормальну життєздатність лісового масиву.

3. **Г о р и з о н т а л ь н е д р е н а ж у в а н н я** використовують, коли відсутнє осідання, але підтоплення виникає за рахунок розливання техногенних водойм і порушень процесів заплавності у весняну пору року. Такі території, що знаходяться в зоні ризику, необхідно забезпечити влаштуванням горизонтального дренажу, проведенням систематичного моніторингу за ростом і розвитком лісового фітоценозу.

4. **М е л і о р а ц і я ґ р у н т і в і п е р е б у д о в а л і с о в и х н а с а д ж е н ь**. Території, на яких відсутнє підтоплення, але на руйнування і загибель лісових біогеоценозів справляють вирішальний вплив міжбіогеоценотичні зв'язки, коли з великих масивів деструктивних лісових екосистем відбувається інвазійна навала шкідників лісу (безхребетних, хребетних і ін. тварин), бур'янистих лісових трав, а також імпульверизація рідких і твердих викидів виробництва, вугільного пилу, сірководню, токсикантів, що виникають під впливом горіння вугільних порід, та інших факторів, що негативно впливають на докільля. Виникають так звані локально-катастрофічні зміни лісових насаджень і ґрунтів, що викликає необхідність меліорації ґрунтів і перебудови лісових насаджень.

5. **Ш т у ч н е п і д н я т т я д е н н о ї п о в е р х н і**. Цей заход використовують у разі тотальної загибелі всього біогеоценозу, коли руйнується фітоклімат, ґрунт, фітоценоз, зооценоз, мікробоценоз. Відновлення колишнього природного лісу не є можливим. Для запобігання руйнівних процесів у біогеоценозі була розроблена і впроваджена у виробництво технологія штучного підняття денної поверхні на колишній рівень (5–7 м) шляхом створення платформ із шахтних порід з наступною конструкцією на їх поверхні насипних ґрунтів, які б забезпечили нормальне зростання і розвиток лісових культур. Зазначений прийом вирішує не тільки проблеми відновлення лісового покриву Присамар'я, всесвітньо відомого Самарського бору (найбільш південної межі зростання сосни в природному стані), але і технологію поховання шахтних порід, не допускаючи створення териконного ландшафту, що забруднює навколишнє середовище.

З урахуванням викладених обставин уся наша робота в Західному Донбасі, присвячена вивченню екології і техногенезу ґрунтів як складової частини рекультивації порушених земель, була розділена на 2 частини:

*перша* – це вивчення нормальних (еталонних) алювіальних лісо-лучних, лучно-лісових, лучних і ін. генетичних типів ґрунтів (едафотопів), а також ґрунтів різного ступеня деструкції, руйнування і загибелі під впливом просадних деформацій і підтоплення;

*друга* частина роботи зосереджена на дослідженні екологічної мікроморфології, фізико-хімічних первинних і пролонгованих процесах ґрунтоутворення, розробці методів конструювання штучних ґрунтів шляхом створення ґрунтових горизонтів і ґрунтового профілю в цілому відповідно до підбору деревних і чагарникових порід, впровадженні принципів типології штучних лісів для умов лісової рекультивації шахтних відвалів в Україні. Тут особлива увага зверталася на сингенетичні процеси:

- первинне ембріональне ґрунтоутворення, становлення функціональних атрибутів, необхідних для нормального функціонування лісового ґрунту, його прогресивного розвитку;
- потужність і властивості ґрунтового профілю, а також окремих горизонтів (насипних шарів) ґрунту;
- часту відсутність історико-генетичних зв'язків та несумісність окремих насипних шарів ґрунтових (геологічних) горизонтів;
- ступінь біологічної сумісності горизонтів;
- можливість розвитку еколого-біологічних взаємних процесів між окремими горизонтами штучного едафотопу;
- рівень екологічної відповідності лісового культурфітоценозу умовам штучного середовища на відвалах;
- досягнення повної екологічної відповідності лісового культурбіогеоценозу умовам зростання;
- багаторічну динаміку лісорослинного ефекту штучних ґрунтів у виробничому експерименті лісової рекультивації шахтних відвалів.

Матеріали даної роботи містять матеріали, отримані на експериментально-виробничих ділянках лісових культурбіогеоценозів, створених бригадою рекультознавців у складі А. П. Травлєєва, В. М. Зверковського, Н. А. Белової, Н. П. Тупіки на площі 60 га з охопленням різноманітних варіантів насипних ґрунтів і різних за конструкцією лісових насаджень. Активну участь у роботі брали студенти-дипломники, які виконували свої наукові завдання в Західному Донбасі.

Територія Західного Донбасу – це науковий полігон Комплексної експедиції ДНУ і Присамарського біосферного стаціонару, що у своєму розпорядженні має дві пересувні екологічні лабораторії, трактор (МТЗ), причіпний транспорт, пересувну гідрологічну лабораторію ПЛБН-64 (на шасі автомобіля ГАЗ-66), лісосаджальну машину, тракторний ямобур, наметовий табір, необхідний інвентар для проведення лісогосподарських і лісокультурних робіт. Він служить базою екологічних досліджень не тільки для багатьох дослідників України, але і для фахівців-екологів країн СНД.

У 2005 р. штучним експериментальним посадкам на шахтних відвалах виповнюється 29 років. Створений ліс перебуває в стадії жердняку. У ньому фахівцями Комплексної експедиції ДНУ проводяться стаціонарні моніторингові дослідження всіх компонентів БГЦ.

Для детального ознайомлення з характеристикою варіантів експериментальних досліджень, різних конструкцій лісових екосистем і едафотопів ми рекомендуємо звернутися до монографії Н. А. Белової «Екологія, мікроморфологія, антропогенез лісових ґрунтів степової зони України» (1997.), до книги «Естественные леса и степные почвы» (Белова, Травлєєв, 1999), а також до наукових праць, опублікованих у журналах «Екологія та ноосферологія» і «Ґрунтознавство», у щорічному науковому збірнику наукових статей ДНУ «Питання степового лісознавства і лісової рекультивації порушених земель».

## Характеристика лісових насаджень і штучних ґрунтів на ділянках лісової рекультивациі шахтних відвалів у Західному Донбасі за 29-річний (1976–2005 рр.) період їх росту і розвитку

Із шести експериментальних ділянок як приклад зупинимо свою увагу на ділянці №1 (3,2 га), де моніторингові дослідження проводяться протягом 29 років. Тут випробується 16 деревних порід на загальній платформі потужністю 10–12 м, що заповнила територію осідання. Платформа є основою, на поверхні якої конструювалися штучні едафотопи різної потужності, конфігурації і стратегічної будови.

Випробувалося 5 варіантів насипних едафотопів.

Варіант 1: чиста шахтна порода.

Варіант 2: 0,5 м – лес; 0,5 м – пісок; 2,0 м – шахтна порода.

Варіант 3 «а»: 0,5 м – чорнозем; 0,5 м – пісок; 1,0 м – шахтна порода.

Варіант 3 «б»: 0,5 м – чорнозем; 0,5 м – суглинок; 0,5 м – пісок; 0,5 м – шахтна порода.

Варіант 4: 0,5 м – чорнозем; 0,5 м – лес; 1 м – пісок .

Варіант 5: 0,5 м – чорнозем; 0,5 м – пісок; 1,0 м – лес.

### ВАРІАНТ 1

Заплава р. Самари. На просівшій території створено платформу із шахтних порід. На неї спеціально наносився шар з такої самої породи 2-метрової потужності. Завдання: показати екологічну придатність чи непридатність шахтної породи для вирощування безпосередньо на ній лісових насаджень.

Типологічна формула: глина важка, сухувата, рівень морфологічної організації (РМО) – 1, освітлена структура насадження, початковий склад деревостану – 10 Б. ак.

До 2005 р. насадження з білої акації, берези бородавчастої, тополі чорної, тополі Болле цілком зникли.

#### Мікроморфологічний опис ґрунтового профілю

Шахтна порода являє собою важкосуглинисту за гранулометричним складом масу, що складається з алевролітів і аргілітів і містить приблизно 16–20 % органічної речовини, що скоагульована незворотно і представлена смолистими полімеризованими хімічними сполуками. Як показали дослідження, органічні речовини шахтних порід не мінералізуються і не стають доступними для живлення рослин.

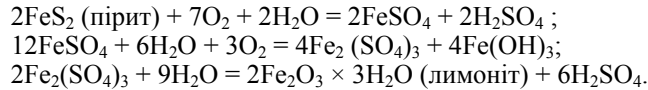
За своїми фізико-хімічними, водно-повітряними і механічними властивостями шахтні породи непридатні для зростання рослин. Вони абсолютно водонепроникні, мають підвищену щільність, твердість, в'язкість, липкість, клейкість. При підсиханні цементуються, а при зволоженні перетворюються у в'язкі глини з високою вологоємністю і без повітря. З погляду хімічної родючості шахтні породи – безазотисті утворення, мають сліди фосфору, калію, кальцію, магнію, сірки, заліза і мікроелементів. На цьому тлі особливо різко негативний вплив зумовлює пірит, що міститься у кількості до 1,5 % і викликає зниження *pH* до 3,0

Парадоксально, що шахтна порода в процесі облугування не має помітного негативного впливу на водойми. Наші досвіди показали, що свіжа, викинута на денну поверхню, шахтна порода має сухий залишок не більше 0,4 %. Об'ємна маса шахтної породи варіює в межах 1,6–2,2 г/см<sup>3</sup>, питома маса – від 2,7 до 2,5 г/см<sup>3</sup>. Співвідношення  $C_{ГК}/C_{ФК}$  досягає 10, що свідчить про превалювання гумінових перегнійних кислот над фульвокислотами.

Розглядаючи екологічну мікроморфологію шахтних порід, можна прийти до висновку, що за 29-річний період функціонування породи її зв'язок з атмосферним повітрям, імпульверизаційними процесами, а саме головне із процесами окиснення, вплинув на мікробудову породи, що у даний час відрізняється строкатістю і неоднорідністю свого складу у порівнянні зі свіжовикинутим із шахти матеріалом .

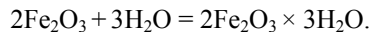
Світлозабарвлені мікроділянки чергуються з буропофарбованими карбонатно-глинистими. У результаті фізичного і хімічного вивітрювання, під впливом екзотермічних реакцій, на тлі процесів розкладання первинних шахтних субстратів процеси

окиснення (горіння) породи йдуть інтенсивними темпами. При роздробленні вугільної породи збагачувальної фабрики зростає сумарна поверхня, площа контакту з атмосферним повітрям і біотою примітивною, але активною і діяльною. Тут найбільш розповсюдженими є реакції гідратації, дегідратації, гідролізу, окислювання, розчинення й обміну. Пірит при взаємодії з киснем та водою включається в наступні зміни:



У результаті реакції утвориться лимоніт. Цей мінерал у шліфах має буре фарбування і складається з окремих часточок, здатних усмоктувати вологу.

Гідратація характерна для реакцій, що приєднують воду. Червона залізна руда, окис заліза – гематит, взаємодіючи з водою, утворює гідроокис, або той самий лимоніт:



Дегідратація – зворотний процес, що протікає в умовах дефіциту вологи. Пірит як сульфід заліза переважає в шахтних відвалах там, де значна частина заліза представлена його окисними сполуками.

На прозорих шліфах після 29-річного їх фізичного, хімічного і біологічного перетворення можна спостерігати, що верхні шари породи відрізняються від нижніх. Чітко видно переважний розподіл плазми, тонкодисперсного матеріалу, що складається в основному з глин. Елементарна мікробудова змінюється по окремих ділянках, але переважає піщано-плазменно-пилувата. Структурні агрегати невідособлені. Кістяк – пилуватих розмірів, мається небагато піщаних зерен розміром 1,4–0,5 мм. Великі зерна кварцу і кальцит розкидані по всій масі. Невелика кількість слюд у вигляді світних паличок розподілені в глинистій масі. Плазма карбонатно-глиниста, досить насичена, дуже великої різномірності, оптично не орієнтована. Пори неправильної форми, не сполучені одна з одною. Діаметр деяких – 0,6 мм. Новоутворень немає.

#### ВАРІАНТ 2

#### ХАРАКТЕРИСТИКА НАСАДЖЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНА МІКРОМОРФОЛОГІЯ ГРУНТОВОГО ПРОФІЛЮ НА ДРУГОМУ ВАРІАНТІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ (ЧЕРЕЗ 29 РОКІВ)

Тип лісорослинних умов – СГ<sub>0-1</sub> (суглинок сухуватий). Стратиграфічна будова едафотопу: лес – 0–50 см; пісок третинний – 50–100 см; шахтна порода – 100–700 см. Тип світлової структури насадження – напівосвітлений, світловий стан – нормальний, другого вікового ступеня розвитку (жердняк). Тип деревостану – 10 Б. ак. 29-річного віку, висота – 8,5–9,5 м, діаметр стовбурів – 95–120 мм, ширина крони – 350–420 мм, зімкнутість – 0,9. Типологічна формула:

$$\frac{\frac{\text{СГ}_{0-1} (0-50 \text{ см})}{\text{П}_{0-1} (50-100 \text{ см})}}{\text{Г}_2 (100-700 \text{ см}) \text{ РМО}-3} \quad 10 \text{ Б. ак.}$$

Н/осв. II

#### Характеристика макро- і мікроморфологічної будови ґрунтового профілю

Н<sub>0</sub><sup>1</sup> 0–0,7 см. Лісова підстилка з листя білої акації і домішки трав (підмаренника, чистотілу, рідко – злаків).

Н<sub>0</sub><sup>2</sup> 0,7–1,5 см. Трухоподібна маса, що цілком покриває ґрунт і служить мульчою проти поселення степової трав'янистої рослинності.

Нр<sub>1</sub> 1,5–35 см. Лесовидний суглинок, середньогумусований на глибину до 15 см із сіруватим відтінком. Мікробудова пухка. Карбонатно-глиниста речовина утворює агрегати розміром 0,02–0,5 мм. Зерна мінерального кістяка (кварц, польові шпати, глауконіт, рогова обманка) займають 40–60 % від площі шліфа, однорідні за розмірами, мають обкатану і напівобкатану форму. Кристалічний кальцит заповнює плазму і



цементує лесові агрегати. У значній кількості маються великі зерна кальциту. З 1995 по 1999 р. поровий простір продовжував формуватися у вигляді пор розміром 1–2 мм. У розглянутому шліфі маються згустки й ущільнення круглої форми, утворені глинистою речовиною. Помітний розвиток одержують біопори, часто заповнені копролітами і копролітоподібними залишками. Верхні шари ґрунту придбали сірий відтінок із-за наявності гумусової речовини і значної кількості трухоподібної маси підстилки.

Зіставляючи первинне ґрунтоутворення вихідних лесових субстратів (1975 р.) з цими самими породами через 20 і 30 років, можемо твердо переконатися, що лісова рослинність на відвалах не підкисляє лесовий субстрат до такого ступеня, щоб був виявлений процес руйнування важкорозчинних сполук. Спочатку, навпаки, активно відбувається накопичення гумусу, структуроутворення, утворені гумати кальцію забезпечують поліпшення лісорослинних умов. В умовах степу на оголених лесових едафотопях під лісовою рослинністю гумусонакопичення йде інтенсивніше порівняно з відкритим степом. Ліс накопичує лесову підстилку, що повільно руйнується, проходить стадію розкладання, мінералізації і конденсації перегнійних речовин. Гумусовий стан цих «лісових» едафотопів, у порівнянні з початковими, незалісненими лесами і лесоподібними суглинками, досягає свого апогею. Щодо думки В. В. Докучаєва про те, що «леси – це ґрунти», можна відзначити, що дійсно, потрапляючи в умови активного біологічного впливу, вони здатні високими темпами реанімувати свої потенційні можливості і набути властивості чорноземного типу ґрунтоутворення.

#### ВАРІАНТ 4

#### ХАРАКТЕРИСТИКА НАСАДЖЕННЯ Й ЕКОЛОГІЧНА МІКРОМОРФОЛОГІЯ ГРУНТОВОГО ПРОФІЛЮ НА ЧЕТВЕРТОМУ ВАРІАНТІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ (ЧЕРЕЗ 29 РОКІВ)

Цей варіант найбільш сприятливий, продуктивний і недорогий.

Тип лісорослинних умов – СГ<sub>0-1</sub> (суглинок сухуватий). Помітимо, що тут піщаний прошарок знаходиться не на дні продуктивного шару, а всередині, створюючи скарбничку вологи як унаслідок конденсаційних процесів, так і в результаті вільного поглинання води та підпірного впливу важкого підстилаючого суглинку. Умови зволоження у зв'язку з цим можна кваліфікувати як періодично атмосферно-ґрунтові. Товща насипних ґрунтів має наступну стратиграфію: чорнозем – 0–50 см; третинний пісок – 50–150 см; глина – 150–200 см.

Тип світлової структури – напівосвітлений, тип деревостану – 10 Б. ак., вік – 29 років. Типологічна формула:

$$\frac{\frac{\text{СГ}_{0-1} (0-50 \text{ см})}{\text{П}_2 (50-150 \text{ см})}}{\text{СГ}_2 (150-200 \text{ см})} \quad 10 \text{ Б. ак.}$$

Н/осв. III

Загальна зімкнутість – 0,8–0,9. Насадження характеризується високою життєвістю, рясно плодоносить, шкідники практично відсутні. Травостій розвинутий. Панують кореневищні злаки (*Poa compressa*, *Elytrigia repens*), покриття — 45 %.

#### Характеристика макро- і мікроморфологічної будови чорнозему лісопокрашеного

Горизонт 0–30 см за період 1975–2005 рр. під впливом лісової рослинності придбав ряд позитивних якостей. Покращився структурний склад, збільшилася кількість великих округлих агрегатів. Поровий простір займає 45–55 % у верхніх шарах і 25–35 % – у нижніх. Фарбування горизонту – темно-буре, майже чорне. Мінеральний кістяк включає: польові шпати, слюди, групу епідотциозитових мінералів. Циркон зустрічається рідко. По всьому профілю виражена активна робота ріючої мезофауни.

У верхніх горизонтах зібралася значна кількість копролітів дощових хробаків. Розмір – 0,2–0,6 мм, 1–2 мм. Мікробудова пухка. Органічна речовина розсіяна по всій ґрунтовій масі, гумус – типу муль. У деяких мікрозонах видні натйоки глини. Рослинні залишки – у напіврозкладеному і розкладеному стані.

Таким чином, екологічна мікроморфологія лісових ґрунтів як розділ лісового ґрунтознавства дає можливість прогнозувати та керувати біогеоценотичними процесами, темпами генезису та генерації техногенного ґрунтоутворення на ділянках лісової рекультиваци у Західному Донбасі. За період існування штучних ґрунтів та лісових культурфітоценозів відзначалось поступове збільшення гомогенізації мікроморфологічної архітектоники ґрунтів, їх складу, текстури, мінералогічного, гумусового та порового стану, що обумовлювалося процесами натуралізації лісу, подоланням біологічної несумісності окремих морфонів та ґрунтових горизонтів.

У зонах гірничих розробок нами виконана кадастрова оцінка лісових насаджень і діагностика ґрунтових умов.

Експериментальні роботи в зоні підтоплення були спрямовані на виявлення ефективності штучного водозниження й визначення оптимального режиму дренажу. На стаціонарних пробних ділянках нами вивчалась життєвість та стан лісових культур у різних умовах ґрунтового зволоження, які, в свою чергу, визначались ступенем осідання поверхні й дослідним режимом дренажу.

У результаті досліджень встановлено оптимальний рівень ґрунтових вод (1,4–2,0 м) залежно від едафічних умов та типологічної характеристики лісу. Він забезпечує нормальний розвиток лісових насаджень у підданих осіданню долинних місцезростаннях. Використання дренажної системи в такому режимі рекомендовано і впроваджено у виробництво. Практичне застосування штучного дренажу на полях шахт «Павлоградська» і «Самарська» (лісові урочища «Самарський ліс» і «Богданські піски») зумовило появу стійкого меліоративного ефекту.

Для всіх підроблених площ за нашими рекомендаціями розроблені проекти водозниження, які передбачають своєчасну підготовку дренажних потужностей, цим запобігається засолення кореневого шару і забезпечується збереження лісу на діючих шахтних полях території Західного Донбасу. Упровадження розроблених принципів меліоративного захисту лісу дозволило на ділянках діючих шахтних полів запобігти загибелі лісових насаджень і зберегти лісові масиви на території Павлоградського держлісгоспу на площі майже 600 га.

Комплексна діагностика стану лісової рослинності на різних стадіях підтоплення розкриває закономірності формування похідних фітоценозів під впливом осідання шахтних полів. Стрес-сукцесії лісових насаджень при просадках у зонах шахтних розробок детермінуються головним чином темпами опускання земної поверхні і фінальними глибинами поверхневих ґрунтових вод. Зміна рівня ґрунтових вод, перезволоження і засолення ґрунтів, зменшення ґрунтового, населеного коренями шару внаслідок підтоплення є головними факторами висихання і загибелі лісу.

Виявлено рівень негативного впливу зазначених шахтних високомінералізованих вод на лісові ґрунти: кольматация пористого простору тонкодисперсною масою, утворення однорідних (глинистих) і змішаних (піщано-пилувато-глинистих) натйоків, виникнення мікрозональності, негативна трансформація форм гумусу і його вимивання з профілю ґрунту, розмивання меж ґрунтових горизонтів, загибель педофауни. У силу цього нами розроблена і використовується у виробництві шкала інтенсивності зміни морфологічної будови ґрунту:

0 – змін практично немає;	3 – значна;
1 – сліди;	4 – сильна;
2 – слабка зміна;	5 – надмірна.

Швидкість деформації залежить від величини мінералізованості водного середовища, генетичного типу ґрунту, тривалості процесу підтоплення. Для запобігання руйнування лісових ґрунтів необхідно застосовувати досвід дамбування, вертикальний і горизонтальний дренаж, а також проводити регенерацію ґрунтів лісогосподарськими, лісокультурними методами в ході повторного їхнього використання.

Відновлення лісових насаджень на просівших територіях базується на типологічній оцінці порушених земель, використанні пластичності й адаптивної здатності деревних порід, їх середовищевірної ролі. Створення стійких високопродуктивних лісових насаджень досягається системою водознижуючих заходів і комплексом лісовідновлювальних робіт у процесі раціональної ландшафтної організації території.

У процесі рекультивациі раціональний видовий склад рослинності та екологічна відповідність ґрунтового блоку, оптимізація лісорослинних умов, світлової структури насаджень зумовлюють стійкість лісових екосистем, їх здатність підтримувати лісовий тип біологічного кругообігу, тобто набувати сталості та адаптації.

Розшифрування особливостей екологічного ґрунтоутворення в степу вкрай необхідне для розробки, використання і розширення масштабів лісомеліоративних прийомів оптимізаціі степового середовища, для збереження наявного потенціалу природних лісів, для відновлення і керування їхньою біологічною розмаїтістю.

Мікроморфологічна екологія – нова галузь екології ґрунтів, яка дає можливість проникнути в глибинні процеси ґрунтоутворення і на основі наочних, добре документованих матеріалів наблизитися до розшифрування шляхів еволюції і генезису лісових ґрунтів у степу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Афанасьєва Е. А.** Режим мощных черноземов под травяными и древесными ценозами // Почвоведение. – 1966. – № 6. – С. 1-11.
- Базовые** шкалы свойств морфологических элементов почв / Э. А. Корнблюм, И. С. Михайлов, Н. А. Ногина и др. – М.: ВАСХНИЛ, 1982. – 56 с.
- Белова Н. А.** Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины. – Д.: ДГУ, 1997. – 264 с.
- Белова Н. А., Травлев А. П.** Естественные леса и степные почвы. – Д.: ДГУ, 1999. – 348 с.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 335 с.
- Вавилов Н. И.** Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. – М.: Наука, 1987. – 92 с.
- Димо Н. А.** Почвы Молдавии, задачи изучения и главнейшие особенности. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1958. – 24 с.
- Докучаев В. В.** Русский чернозем. – СПб, 1883. – 458 с.
- Зонн С. В., Травлев А. П.** Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв. – К.: Наук. думка, 1989. – 220 с.
- Иванов И. В., Александровский А. Л.** Методы изучения эволюции и возраста почв. – Пушино: Ин-т агрохимии и фотосинтеза АН СССР, 1984. – 96 с.
- Ковда В. А.** Основы учения о почвах: В 2 т. – М.: Наука, 1973. – Т. 2. – 468 с.
- Крупеников И. А.** Лесные черноземы как особый вид почв черноземного типа. – Кишинев: Почв. ин-т, 1959. – С. 25-47.
- Ловелиус Н. В., Грицан Ю. И.** Лесные экосистемы Украины и тепловлагообеспеченность. – СПб.: РБО, 1998. – 335 с.
- Полозова Л. Г., Шиятов С. Г.** Вековые колебания климата на основе анализа годичного прироста деревьев вдоль полярной границы леса // История биогеоценозов СССР в голоцене. – М.: Наука, 1976. – С. 14-23.
- Соколов И. А.** Почвообразование и экзогенез. – М.: РСХН, 1997. – 245 с.
- Травлев Л. П.** К стратиграфии четвертичных отложений правобережья Присамарского стационара // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – № 3. – С. 38-41.

*Надійшла до редколегії 23.01.05*