УДК 631.434.633

Мельник С.І., Шемавньов В.І., Забалуєв В.О.,
Гордієнко М.О., Дирда В.І.

ФОРМУВАННЯ СТІЙКИХ АГРОЛАНДШАФТІВ НА ТЕХНОГЕННИХ ТЕРИТОРІЯХ УКРАЇНИ

Обоснована необходимость и продолжительность стабилизационно-фитомелиоративного периода при рекультивации земель сельскохозяйственного назначения. Предложены рациональные модели рекультивации земель.

FORMATION OF RESISTANT AGROLANDSCAPES IN TECHNOGENIC TERRITORIES OF UKRAINE

Necessity and duration stabilization fitomeliorative period is proved at recultivation of lands of agricultural purpose. Rational models of recultivation of lands are offered.

1 Обґрунтування необхідності та тривалості стабілізаційно-фітомеморативного періоду при рекультивації земель

Загальна площа ґрунтового покриву у світі, яка використовується для виробництва продукції рослинництва, має стійку тенденцію до скорочення. По теорії Т. Мальтуса людство розмножується в геометричній прогресії, а виробництво продуктів харчування збільшується в арифметичній прогресії. Тому людству для ведення землеробства необхідно освоювати нові території, які потребують значних капіталовкладень на меліоративні заходи, адже площа орнопридатних земель обмежена, а староорні землі щорічно виводяться з обробітку через опустелювання, урбанізацію, ерозію, гірничі розробки, засолення та інші деградаційні процеси.

Тому рекультивацію земель необхідно розглядати не тільки як технологію відновлення порушених територій, але й у більш широкому розумінні як частину науки про ландшафти – «учение о тех многосложных и многообразных соотношениях и взаимодействиях, а равно и о законах, управляющих вековыми изменениями их, которые существуют между так называемой живой и мертвой природой, между a) поверхностными горными породами, b) пластикой земли, c) почвами, d) наземными и грунтовыми водами, e) климатом страны, f) растительными и g) животными организмами и человеком, гордым венцом творения…» (Докучаев, [1]).

Ландшафтні комплекси, як саморегулюючі і частково самовідновлюючі системи, складаються з компонентів і комплексів більш низького рівня організації, які тісно пов'язані між собою.

Л.С. Берг [1] відзначив, що «... ландшафт есть как бы некий организм, где части обусловливают целое, а целое влияет на все части. Если мы изменим одну какую-нибудь часть ландшафта, то изменится весь ландшафт». Отже, дослідження ландшафтних комплексів має значні складнощі, перш за все із необхідності визначення ролі факторів, що впливають на їх формування. М.О. Солнцев [2] усі компоненти ландшафту вивів у такий ряд за ступенем «сили

впливу» на формування: геологічна будова > літологія > рельєф > клімат > води > ґрунти > рослинність > тваринний світ. Літогенну основу (геологічну будову, літологію і рельєф) він вважає найбільш впливовими чинниками, місцевий клімат і місцеві води – слабшими, біогенні компоненти (рослинний і тваринний світ) – найбільш слабкими за впливом на формування ландшафту.

При відновленні порушених земель відбувається «перебудова» літогенної основи, утворюється техногенний рельєф зі зміною як абсолютних, так і відносних відміток висот у порівнянні з первинно непорушеною поверхнею, що зумовлюється формуванням кар'єрно-відвальних комплексів. Навіть сформована платоподібна поверхня відвалів характеризується динамічними змінами, значною мозаїчністю форм мезо- та мікрорельєфу. Схили відвалів мають значну крутизну (14-40°), тому схильні до процесів площинної та лінійної ерозії, що формують значні конуси виносу субстратів.

Отже, оптимізація рекультивованих територій передбачає таку організацію ландшафтів, яка забезпечить відповідну до умов використання топографію та рельєф, їх екологічну стійкість, а також ефективну господарську продуктивність. Оцінюючи введення рекультивованих земель в сільськогосподарське виробництво як позитивне явище, слід звернути увагу на якісну сторону рекультивації, адже саме вона в значній мірі визначає економічну та екологічну ефективність відновлених ландшафтів.

На відміну від інших видів рекультивації (лісної, лісогосподарської, водогосподарської, рекреаційної, заповідних територій та ін.), при сільськогосподарській рекультивації особливе значення набуває формування стабільного рельєфу порушених земель.

Попередніми дослідженнями з'ясовано, що порівняно швидко можливо досягти відновлення господарських функцій рекультивованих земель – одержання врожаю сільськогосподарських культур, які можуть навіть не уступати рівню врожайності на непорушених землях. Однак досягнення господарської ефективності не завжди супроводжується екологічною ефективністю, що перш за все пов'язано з проблемою формування стійкого ландшафту, а також поживного, водно-повітряного і геохімічного режимів ґрунтів, сприятливих для стійкого функціонування агроекосистем.

На жаль, практика рекультивації земель на сучасному етапі обмежується зазвичай досягненням тимчасового господарського ефекту і не приділяє належної уваги екологічним аспектам проблеми, формуванню стійкого екологічно збалансованого ландшафту. Такий підхід у кінцевому рахунку часто може привести до не передбачуваних наслідків людської діяльності, до швидкої втрати досягнутого господарського ефекту і погіршення екологічної ситуації не тільки на відновлених, але й на оточуючих територіях.

Наукові дослідження і спостереження, а також практичний досвід сільськогосподарського використання рекультивованих земель у Нікопольському марганцеворудному басейні свідчать про важливість формування динамічно стійкого ландшафту для успішної рекультивації.

Видобуток корисних копалин відкритим (кар'єрним) способом на великих глибинах приводить до втручання у процеси, що впливають на функціо-

нування літо-, гідро- і атмосфери, зумовлюючи зворотні і незворотні зміни, що часто приводять до небажаних і навіть небезпечних наслідків. На техногенних територіях формуються специфічні ландшафти, що характеризуються спрощеною будовою, низькою культурою землевпорядкування, особливо внутрішньогосподарського. Нерідкі випадки формування орних масивів площею більше, ніж 400-500 га, які навіть не розмежовані лісосмугами, без внутрішньогосподарських доріг, культуртехнічних і меліоративних споруджень.

Сучасна стратегія природоохоронних заходів повинна опиратись на нові концепції організації території, основою яких повинні бути природний та природоохоронний каркас які об'єднуються у екологічну мережу. В зв'язку з цим на сучасному етапі йде пошук різних напрямів оптимізації території. Для підтримання екологічної стабільності гірничодобувні і гірничопромислові об'єкти доцільно оконтурювати зеленими масивами з дерев'янисточагарникових насаджень, видовий склад яких найбільш пристосований до специфічних умов рекультивованих земель. Важливо, щоб такі каркаси складались із зелених зон, які об'єднуються суцільними зеленими екологічними коридорами для вільної міграції диких тварин. Втручання у функціонування зелених зон повинно бути мінімальним для забезпечення охорони природної флори, міграції фауни.

В Україні вже є певний досвід – на порушених землях Богдановського марганцеворудного кар'єру Орджонікідзевського ГЗК на площі 960 га створено Богдановський заповідник, планується створення заказника «Кільцевий», який об'єднає всі порушені землі навкруг міста Орджонікідзе. Використання потенціалу сил самовідновлення природних компонентів та спонтанного природного відтворення дозволило сформувати на техногенних ландшафтах вторинні екосистеми, які по сталості біогеоценотичних процесів та відновленню біорізноманіття не поступаються рекультиваційним відновленням.

При створенні екологічного каркасу території важливим фактором є різноманіття елементів техногенного ландшафту (вирівняних, пагористих, балочних, водних комбінацій), що прискорює розвиток біоти, формує її біорізноманіття, сприяє утворенню умов захисту. Важливим чинником прискорення утворення стійких екосистем є організація охоронного режиму, завдяки якому сформувалася рослинність, яка представлена 160 видами, в тому числі 11 деревинними та чагарниковими породами. Фауністичне різноманіття сформованих вторинних екосистем складає близько 700 видів, в тому числі 580 безхребетних та 130 хребетних – 18 видів риб, по 4 – земноводних та плазунів, 9 – птахів, 13 – ссавців. По деяких фауністичних угрупуваннях кількість тварин більша ніж у відповідних природних системах. Так, кількість куріпок, фазанів, косуль в 1,5-2,5 разів вища, ніж в оточуючих полях, лісосмугах та лісових насадженнях. В заповідних територіях техногенних ландшафтів утворюються умови для збереження рідкісних та зникаючих видів регіонального, національного і міжнародного значення [3].

Для сільськогосподарського використання рекультивованих територій формування культурного ландшафту має свою специфіку, основою якої є формування техногенного рельєфу. Стабілізація і формування рельєфу рекульти-

вованих територій проходить кілька послідовних стадій з переважанням характерних специфічних процесів, головними з який є усадка маси порушеної товщі гірських порід і деформація поверхні із-за різних усадочних характеристик гірських порід та недосконалості технології формування відвалів. У цей період відбуваються складні, недостатньо вивчені процеси відновлення режиму ґрунтових вод, формування водоносних і водоупорних горизонтів у товщі технолітосфери.

На стабільність рельєфу впливають також едафічні характеристики техноземів, їх протиерозійна стійкість і здатність до формування рослинного покрову та інші процеси. Вони визначають якісні показники відновлених ландшафтів і характер їх можливого подальшого господарського використання, а також вимагають розробки нових підходів до технології гірничотехнічного етапу рекультивації.

Тому конструювання культурних ландшафтів рекультивованих територій для сільськогосподарських цілей зумовлює необхідність ретельного системного аналізу наявного світового досвіду, а також розробки і впровадження нових науково-практичних підходів і проектно-технологічних рішень.

Одним із сценаріїв створення високопродуктивних агроландшафтів при рекультивації земель в західних штатах США передбачається «поетапне землекористування» з низькою або обмеженою інтенсивністю господарського використання, метою якого є підготовка відновлених територій до майбутнього інтенсивного продуктивного використання [4, 5]. На перших етапах передбачається мінімальне втручання і регулювання в функціонування екосистем (регулювання ресурсів для заселення дикою флорою і фауною, «пасивна» рекреація), а також виконуються деякі прийоми формування майбутніх ландшафтів, його пристосування для майбутнього інтенсивного землекористування.

М.Т. Масюк [6, 7], В.Г. Пахно, М.Т. Масюк [7], М.І. Ткаченко [8] вивчали інтенсивність та тривалість усідання відвалів гірських порід в Нікопольському марганцеворудному і Керченському залізорудному басейнах. Ними встановлено, що ущільнення відвальної маси гірських порід і завершення усадки їх спланованої поверхні відбувається нерівномірно і залежить від ряду факторів:

- способу і технології відвалоутворення;
- співвідношення фазових характеристик порід відвалів (скелет – порова вода – порове повітря);
- агрегатного складу і фізико-механічних властивостей порід та їх сумішок;
- розриву в часі між відсипкою відвалів і їх плануванням;
- інших факторів (висоти відвалу, мікрорельєфу, що утворюється після планування, нерівномірного зволоження порід, ерозійних процесів, кліматичних та інших умов).

Як встановили R.F. Bood, J.V. Thirgood [9] та R.F. Bood, R.M. Semple [10] необхідна для успішного біологічного освоєння стабільність поверхні порушених земель наступає зазвичай через 2-3 роки після їх утворення. Піз-

ніше до такого ж висновку прийшов і E. Lamm [11] який спостерігав за усадкою порушених земель протягом 10 років.

За результатами інструментальних досліджень і спостережень було зроблено висновок, що між вирівнюванням поверхні відвалів і нанесенням на них шару ґрунту повинен бути розрив у часі, який дорівнює часу стабілізації відвалів – орієнтовно 3-5 років. Саме цей показник і прийнято при розробці нормативної бази.

Існуюча в Україні технологія рекультивації для сільськогосподарських цілей складається з двох послідовних етапів: гірничотехнічного і біологічного. [12, 13] Метою гірничотехнічного етапу є формування відвалів з виносом на денну поверхню потенційних-родючих гірських порід, їхнє планування, стабілізація усадочних і просадних процесів порушеної товщі протягом 2-3 років, повторне планування, нанесення родючого шару ґрунтової маси. На біологічному етапі (тривалістю до 5 років) проводиться комплекс фітомеліоративних заходів щодо нормалізації фізичних, агрохімічних і біологічних властивостей рекультивованих земель.

Однак обстеженнями рекультивованих земель, які проведено Дніпропетровським філіалом Інституту землеустрою [14], а також за даними маркшейдерського відділу Орджонікідзевського ГЗК і за нашими багаторічними спостереженнями на науково-дослідному стаціонарі з рекультивації земель в Нікопольському марганцеворудному басейні установлено, що на первинно горизонтально спланованій рекультивованій ділянці через 25-30 років сільськогосподарського освоєння зареєстровані локальні осідання поверхні з різницею між відмітками від 0,2 до 2,5 м, які займають від 28 до 55 % площі. Тут формується рельєф із замкнутими і слабко стічними пониженнями, що викликає порушення науково-обгрунтованих термінів виконання агротехнологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур, істотно знижує їх якість і продуктивність. Для усунення цих негативних наслідків необхідно внести зміни в технологію рекультивації земель для сільськогосподарських цілей.

Тому нами пропонується замість стабілізаційного періоду тривалістю 2-3 роки згідно «Научно-медодических рекомендаций по рекультивации нарушенных земель в Украинской ССР» (1981) ввести стабілізаційно-фітомеліоративний період терміном не менше 15-25 років у залежності від способу відвалоутворення, потужності літологічної товщі, що порушується, едафічних і усадочних властивостей і характеристик відвальної маси й інших факторів. У цей період на потенційно-родючих розкритих гірських породах проводиться комплекс заходів по створенню фітомеліоративних агроценозів та стабілізації рельєфу.

На розкривних гірських породах з вузьким екологічним об’ємом, зумовленим наявністю декількох обмежуючих факторів (соленосні лесоподібні суглинки, червоно-бурі, строкато-зелені і чорні сланцюваті глини) на першому етапі біологічного освоєння доцільно створювати одновидові агроценози двох- і багаторічних бобових трав з такими схемами чергування:

1. *Melilotus albus* Desr. (*M. officinalis* Desr.) два роки → пар (з плануванням поверхні) → *Medicago sativa* L. 4-5 років → пар (з плануванням поверхні) → *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC 4-5 років;

2. *Medicago sativa* L. 4-5 років → пар (з плануванням поверхні) пар → *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC 4-5 років;

3. *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC 4-5 років → пар (з плануванням поверхні) → *Medicago sativa* L. 4-5 років.

Подальше сільськогосподарське використання літоземів здійснюється багаторічними самофітомеліоруючими агрофітоценозами, технологія створення яких розроблена нами [15-19].

На субстратах з більш широким екологічним об'ємом (незасолені лесоподібні і червоно-бурі суглинки, сіро-зелені безкарбонатні і мергелисті глини) можливо одразу культивувати довголітні складні бобово-злакові агрофітоценози, до складу яких входять компоненти з різними екологічними вимогами до середовища (*Medicago sativa* L. + *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC + *Bromopsis inermis (*Leyss.) Holub + *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.). Як показали наші дослідження, застосування азотних добрив істотно підвищують урожайність і фітомеліоративний ефект багаторічних агрофітоценозів.

Перезалуження і планування поверхні доцільно проводити не рідше, ніж через кожні 5-7 років – при трансформації рельєфу, що виражається різницею між відмітками більше, ніж 0,2-0,3 м.

Таким чином, внесення змін до технології рекультивації земель сільськогосподарського призначення із введенням стабілізаційно-фітомеліоративного періоду дозволить наступне.

1. Проводити вирівнювання поверхні широкобазовими планувальниками при виявленні локальних просідань (при перезалуженні багаторічних фітомеліоративних агроценозів), що забезпечить стабілізацію підґрунтя для майбутніх орних угідь. Американські вчені [20-22] звертають увагу, що навіть мікротопографічні відмінності на поверхні рекультивованих земель можуть бути важливим чинником впливу на величину урожаю сільськогосподарських культур. Для контролю за деформацією поверхні доцільно використовувати лазерні прилади, за допомогою яких можливо провести картографування мікрорельєфу з деталізацією по вертикалі ± 1 см на 100 м довжини. Така карта у комбінації з певною кількістю вимірів створює можливість оперативно оцінювати динаміку деформації поверхні рекультивованих земель, визначати терміни необхідності проведення планувань, розробляти заходи по їх ліквідації.

2. Поліпшити едафічні властивості майбутньої підстилаючої основи рекультивованих земель. Нами доведено, що за 25-річний період сільськогосподарського освоєння і використання розкритих гірських порід без покриття шаром ґрунтової маси в них збільшився вміст гумусу (з 0,2-0,3 до 0,9-1,1 %) і біофільних елементів (у 2,4-5 разів) у порівнянні з первинним вмістом. Істотно покращилися фізичні (розущільнення), хімічні (розсолення) і біологічні (мікробіологічна активність, біорізноманіття ґрунтової фауни) властивості гірських порід. Це створює можливість зменшити товщину нанесення родючого

шару ґрунту: в умовах Нікопольського марганцеворудного басейну – з 50 см до 40 см без зниження їх рівня родючості. Економія родючої ґрунтової маси, необхідної для рекультивації, становить до 20 % (до 1000 м^3/га).

3. Одержувати протягом стабілізаційно-фітомеліоративного періоду щорічно 30-40 ц/га високоякісного бобового чи бобово-злакового сіна при низьких витратах енергетичних і матеріальних ресурсів, а при посіві еспарцету і буркуну (рослин-медоносів) – ще і до 100 кг/га меду. На таких площах доцільна організація виробництва дефіцитного у даний час посівного матеріалу багаторічних бобових і злакових трав, який необхідний при реалізації програми по біологічній консервації низькородючих (деградованих) земель.

4. Скоротити біологічний етап рекультивації після покриття родючим шаром ґрунту з 5 років, що існує в даний час, до 2-3 років у зв'язку з кращими едафічними характеристиками рекультивованих земель. Це забезпечується завдяки нанесенню родючого шару ґрунтової маси на не скошений і не розораний травостій багаторічних трав, що дозволяє зменшити ущільнення підґрунтя від технічних засобів. Сформована при цьому коренева система виконує роль біологічних капілярів і свіжої органічної речовини.

Збільшення в часі періоду рекультивації земель вимагає внесення змін і коректив у нормативні документи, що стосуються введення механізму проміжного землекористування та його оподаткування, проблеми довгострокового збереження родючої ґрунтової маси, фінансування рекультиваційних робіт протягом усього періоду їх виконання.

Для покращення якості рекультивованих земель доцільно також ліквідувати умови, що спричиняють локальні просідання – конусоподібне відвалоутворення замінити фронтальним, а також зменшити розрив в часі між формуванням відвалів і їх першим плануванням для рівномірного ущільнення всієї поверхні.

Отже, зміна технології рекультивації земель для сільськогосподарських цілей з введенням стабілізаційно-фітомеліоративного періоду дозволить створювати стабільно стійкі високопродуктивні сільськогосподарські угіддя, рівень родючості яких не буде поступатися непорушеній ріллі.

2 Обґрунтування раціональних моделей штучних едафотопів для сільськогосподарської рекультивації земель

При відновленні порушених земель першорядне значення має вибір способу рекультивації, який значною мірою визначає конструкції раціональних моделей штучних едафотопів. Узагальнення вітчизняного і світового досвіду, багаторічні дослідження з рекультивації земель в Степу дозволили розробити, апробувати і рекомендувати виробництву універсальні і спеціальні моделі штучних едафотопів для сільськогосподарського використання рекультивованих земель у степовій зоні України з параметрами, що найбільш повно відповідають еколого-біологічним і соціально-економічним умовам регіону.

При розробці конструкцій моделей враховували рівень родючості зональних ґрунтів, наявність достатньої кількості родючого шару зонального ґрун-

ту, його якісний стан, наявність та якісні показники потенційно-родючих гірських порід, еколого-економічна доцільність створення тих чи інших моделей, прогноз майбутнього землекористування.

Узагальнюючи відому інформацію та спираючись на власні дослідження з відновлення ґрунтового покриву після гірничих розробок, для Степу України можна рекомендувати такі моделі штучних едафотопів.

Універсальна модель. Передбачає нанесення родючого шару ґрунту оптимальної товщини на поверхню відвалів, що складені потенційно-родючими гірськими породами. На таких землях сільськогосподарське виробництво продукції рослинництва не відрізняється від зонального на непорушених територіях. Рівень родючості штучних едафотопів залежить насамперед від товщини і якості насипного шару ґрунтової маси. Вміст і валові запаси гумусу є найбільш істотний і стійкий критерій родючості ґрунтів, який враховується при визначенні потенційної родючості окремих генетичних горизонтів ґрунту і їх суміші.

При рекультивації земель у Степу України використовується ґрунтова суміш гумусо-акумулятивного і першого перехідного горизонтів чорнозему. У непорушених зональних чорноземах загальні запаси гумусу в ґрунтовому профілі складають від 217 до 381 т/га при середньому показнику 298 т/га. У десятисантиметровому шарі технічної суміші гумусо-акумулятивного і першого перехідного горизонтів запаси гумусу складають 48 (38-60) т/га [23].

Технологія створення універсальної моделі складається з таких взаємозалежних етапів: первинне планування поверхні відвалів, фітомеліоративний період на час стабілізації поверхні, повторне планування, нанесення родючого шару ґрунту.

При проведенні первинного планування відвалів необхідно враховувати різноякісність літологічного складу: у розкритій надрудній товщі можуть зустрічатися геологічні відклади з несприятливими властивостями (фітотоксичні, мономінеральні, монодисперсні, соленосні та ін.), які повинні перекриватися потенційно родючими гірськими породами (лесоподібними і червонобурими суглинками, червоно-бурими і сіро-зеленими глинами, а також їхніми технічними сумішами) шаром не менш 2-3 метрів.

Для створення штучного едафотопу із запасами гумусу, рівними запасам у зональних непорушених ґрунтах, необхідно створити 50-60-сантиметровий шар ґрунтової маси. Необхідний об'єм ґрунту – 5-6 тис. $м^3$/га.

Модель підвищеної родючості. Вона відрізняється від універсальної якісними або кількісними характеристиками насипного шару ґрунтової маси. Здійснюється за рахунок збільшення товщини насипного шару ґрунтової маси до 70-100 см чи використання високогумусованої ґрунтової маси (нанесення тільки гумусо-аккумулятивного горизонту).

Дослідженнями учених Дніпропетровського сільськогосподарського інституту установлено, що збільшення насипного шару ґрунту чорнозему південного до 80-100 см підвищує урожайність зернових культур (найбільш чутливих на вміст гумусу) в середньому на 1,4-3,8 ц/га на кожні 10 см додатково нанесеного шару ґрунту. На таких рекультивованих землях рекомендується

впровадження сівозмін з максимальним насиченням вимогливих до ґрунтової родючості сільськогосподарських культур, урожайність яких може підвищуватися на 20-40 %.

Гідромеліоративна модель. Відомо, що у степовій зоні основним лімітуючим фактором в землеробстві є волога. При рекультивації земель з'являється можливість створювати штучні моделі едафотопів з більш раціональними гідрологічними характеристиками в порівнянні із зональними ґрунтами, забезпечують майже повне поглинання атмосферних опадів у теплий період року. Це досягається створенням тришарової моделі з двохярусною підстилаючою основою. На спланованну поверхню після фітомеліоративного рельєфостабілізуючого періоду спочатку наносять шар з водоупірних незасолених глин потужністю 25-30 см, потім – водовміщуючий 30-50-сантиметровий шар з відкладів легкого гранулометричного складу (піщані або супіщані субстрати). Водовміщуюча ємність кожного 10-см шару цих відкладів становить 25-40 мм. При нанесенні шару родючої маси ґрунту товщиною 50-60 см загальна водовміщуюча ємність забезпечує практично повне поглинання атмосферних опадів. Отже, за рахунок раціонального використання гідрологічних ресурсів родючість рекультивованих земель може підвищуватися на 25-35 %.

Геомеліоративна модель. При винесенні на денну поверхню геологічних відкладів з несприятливими для рослин властивостями (фітотоксичні, у т.ч. з вмістом піриту, соленосні гірські породи й ін.), останні перекриваються спочатку лесоподібними суглинками шаром 50-80 см, а потім – родючим шаром ґрунтової маси товщиною 50-70 см. В такій моделі лесоподібні суглинки, що містять 12-15 % вуглекислого кальцію, виконують роль геомеліоративного екрану, нейтралізуючи шкідливі сполуки, що можуть утворюватись в перекритих ґрунтовою масою гірських породах.

Локальна модель. На підставі тривалих грунтово-біологічних досліджень по вивченню садопридатності рекультивованих земель І.П. Чабан [24-27] визначив оптимальні параметри властивостей техногенних ґрунтів, що забезпечують високу продуктивність плодових і ягідних культур в степовій зоні України. Під ягідні культури достатньо локального внесення родючого шару ґрунтової маси чорнозему (технічна суміш гумусо-акумулятивного і першого перехідного горизонтів) у траншеї (глибина 70 см, ширина – 100 см) при 3-метрових міжряддях.

Для створення плодових насаджень рекомендується модель з локальним внесенням родючої ґрунтової маси у ями. Мінімальна потужність кореневміщуючого шару для плодових культур на слаборослих підщепах повинна бути не менше 1,2 м, на середньо- і сильнорослих підщепах – збільшується до 2 м. Оптимальна площа поверхні ям – на менше 2-3 м^2.

Таким чином, під ягідні насадження при траншейному способі достатньо локально внести 2500-2700 м^3/га родючі ґрунтові маси, а під плодові при ямочному способі посадки – від 1000 до 2000 м^3. тобто, у 2,5-5 разів менше, ніж для створення універсальної моделі.

Спеціальні моделі. Штучні едафотопи представлені потенційно-родючими полімінеральними полідисперсними нефітотоксичними гірськими породами без покриття їх родючим шаром ґрунтової маси.

При використанні геологічних відкладень у якості едафотопів необхідно враховувати різні умови їх утворення, навіть у межах однієї геологічної епохи. Вони формують строкатість складу і властивостей субстратів. Так, лесова товща Нікопольського марганцеворудного басейну (потужністю 5-14 м) одним-трьома шарами похованих ґрунтів розчленовується на 2-4 яруси, що неоднорідні по хімічному складу: зустрічаються яруси із соленосними елювіально-залишково-акумулятивними горизонтами, у яких вміст легкорозчинних солей підвищується до 1 % і більш. У процесі гірських розробок відбувається перемішування ярусів лесової товщі, що викликає нерівномірний розподіл легкорозчинних солей у гірській відвальній масі, строкатість гранулометричного складу і деяких фізико-хімічних властивостей.

Окремі стратиграфічні яруси пліоценових (червоно-бурих глин) і міоценових (сіро-зелених мергелистих глин) відкладів також неоднорідні по літологічному і хімічному складу. В основному їх походження морське, однак часті трансгресії морського басейну в палеогені і неогені приводили до зміни глибини і територій обводнення, іноді солоний морський басейн змінювалася опрісненим, а морські осадонакопичення – континентальними. При опусканні моря на його дні накопичувався тонкий матеріал (мул, глини, дрібний пісок), у мілководному басейні відкладалися більш крупні піски, черепашники і карбонатні осади, а уздовж прибережної смуги – грубозернисті піски, галька, валуни. У зв'язку з такими особливостями утворення частина пліоценових і міоценових відкладів представлена складними карбонатними і безкарбонатними, різного ступеня засоленими строкатокольоровими глинами, піщано-глинистими відкладами, різнозернистими кварцовими пісками зі значними домішками гальки, валунів і інших включень, а також мергелями, вапняками тощо.

Таким чином, гірські породи, що розроблюються навіть з одного стратиграфічного ярусу, не можуть бути охарактеризовані як однорідна маса. Оцінюючи їх придатність для біологічної рекультивації, необхідно враховувати насамперед гранулометричний склад, соленосність, особливості мінералогічного і хімічного складу.

У процесі біологічного освоєння розкривні гірські породи піддаються інтенсивним процесам вивітрювання і ґрунтоутворення, змінюючи ефективну родючість від бідних (оліготрофних) субстратів до субстратів середнього рівня родючості. Винятково важливу роль у їх біологізації на перших етапах відіграють багаторічні бобові трави, завдяки яким стало можливим уведення фітомеліоративних сівозмін у постфітомелиоративний період із врожайністю люцерни й еспарцету в середньому до 37-45 ц/га, бобово-злакових травосумішей – до 43-54 ц/га сіна, озимої пшениці – до 35-41 ц/га.

Запропоновані моделі рекультивованих земель будуть доповнюватися й удосконалюватися в процесі розвитку нових технологій видобутку корисних копалин і рекультивації земель. За висловом М.О. Бекаревича, при конструю-

ванні моделей штучних едафотопів виникає унікальна можливість «створювати землі на замовлення агровиробника» з необхідними параметрами і властивостями, що дозволяють найбільше повно розкрити генетичний потенціал рослин залежно від біокліматичного потенціалу місцевості.

Висновки.

Техногенні території, що утворились при винесенні на денну поверхню гірських порід, є якісно новими едафо-технічними компонентами екосистем зі специфічним складом і властивостями та взаємодією з навколишнім середовищем. Геологічні відкладення голоцен-олігоценового віку, як едафічний компонент екосистеми, характеризуються азональністю, неоднорідністю гранулометричного, мінералогічного і хімічного складу, різним ступенем дисперсності і низькою забезпеченістю основними біофільними елементами.

У розкривній товщі геологічних відкладень родовищ корисних копалин Степу України основну масу складають полімінеральні полідисперсні нефітотоксичні гірські породи, які використовуються як підстилаюча основа (підґрунтя педоземів) при створенні штучних едафотопів з насипним шаром ґрунтової маси або без покриття шаром ґрунту (літоземи).

На початку біологічного освоєння літоземи, в порівнянні із зональними непорушеними ґрунтами, характеризуються несприятливими едафічними властивостями, мають більше лімітуючих чинників для росту і розвитку культурних рослин, а їх обмежувальний рівень – більш значний. Однак при їх сільськогосподарському освоєнні і використанні більшість лімітуючих факторів (поживний режим, засолення, фізичні властивості) зменшують свій обмежувальний рівень.

Важливим фактором підвищення стабільності агроекосистем на рекультивованих землях є введення в технологію рекультивації стабілізаційно-фітомеліоративного періоду, протягом якого усувають локальні просідання поверхні та проводять фітомеліорацію літоземів шляхом створення на них багаторічних бобових і бобово-злакових агроценозів. Завдяки цьому літоземи набувають сприятливих фізичних, агрохімічних і біологічних властивостей. В подальшому вони можуть покриватись шаром ґрунту або використовуватись без покриття їх ґрунтовою масою. Термін часу на стабілізацію поверхні залежить від глибини порушеної товщі, літологічного складу, технології відвалоутворення і становить не менше 15-25 років.

Висока продуктивність бобово-злакових агрофітоценозів впродовж тривалого періоду господарського використання забезпечується завдяки підбору екологічно і фітоценотично сумісних компонентів. На першому етапі сільськогосподарського освоєння літоземів (перші 7-10 років) вирощують одновидові багаторічні бобові трави (варіанти: *Medicago sativa* L. → чистий пар → *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC; *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC → чистий пар → *Medicago sativa* L.; *Melilotus albus* Desr. (*M. officinalis* Desr.) → чистий пар → *Medicago sativa* L. (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC). Перед посівом вносять фосфорні добрива (P_{90}), насіння бобових інокулюють ризоторфіном. При необхідності у паровому полі проводять планування поверхні.

Отже, створення стійких високопродуктивних агроландшафтів на рекультивованих землях базується перш за все на відповідності агрофітоценозу едафічним умовам, здатності агроекосистем до самоорганізації на еколого-біологічній (фітоценотичній та структурно-динамічній) основі, а також на використанні енергетичних субсидій – мінеральних і органічних добрив, біологічного азоту від симбіозу бобових рослин і азотфіксаторів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Берг Л.С. Климат и жизнь. –М.: Географгиз, 1947. –356 с.
2. Солнцев Н.А. О взаимоотношениях «живой» и «мертвой» природы // Вестник МГУ. География. –1960. – № 6.
3. Булахов В.Л., Романенко В.Н., Тарасов В.В. Організація заповідно–охоронних територій у вторинних екосистемах – шлях до відновлення екологічно–стійкого розвитку індустріальних регіонів // 36. наук. праць ІППЕ НАН України. –Дніпропетровськ. 2000. –Вип. 2. –С. 161-170.
4. Nieman T.J. Merkin Z.R. Wildlife management surface mining and regional planning. Growth Change. – 1995,.26 (3): 405-424.
5. Merkin Z.R., Nieman T.J. Reinterpreting SMCRA: `Permitting` phased land use. 1996. p. 766–780. In W. L. Daniels et al. (ed.) Proc. 1996 Annu. Meet. Am. Soc. Surf. Mining and Reclamat., Knoxville, TN. 18–23 May. Virginia Tech. Res. Div., Powell Rivet Progect, Blacksburg, VA.
6. Масюк Н.Т. О некоторых изменениях и дополнениях в технологические приемы рекультивации // Пути рационального использования земель: Тез. докл. науч.-практич. конференц. Днепропетровский СХИ. – Днепропетровск. –1974. –С. 8-9.
7. Пахно В.Г., Масюк Н.Т. Продолжительность усадок и обеспеченности фитомелиоративного пери ода биологического этапа рекультивации // Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых: Тез. докл. конф., г. Орджоникидзе, 1977. –Москва. –1977.–С. 304-307.
8. Ткаченко Н.И. Эффективность устранения просадок на рекультивированных площадях // Экологические проблемы аграрного производства. Симпозиум 1. Биологические и горнотехнические проблемы рекультивации нарушенных земель и повышение их продуктивности. Матер. межрегион. науч.-практич. конференции. ДГАУ. –Днепропетровск. –1992. –С. 71.
9. Bood R.F., Thirgood J.V.. Tree planting on colliery spoil heaps. Colliery Engang. 33. –№ 3. –1956. –P. 27-32.
10. Bood R.F., Semple R.M.. Tree planting on industrial sites. Chart. Surv., 95. –1963. –p. 587-591.
11. Lamm E.A. Land Reclamation spotlighted // Mining Congress Journal. –№3. –1964. –p. 60-61.
12. Бекаревич Н.Е., Масюк Н.Т., Узбек И.Х., Пистунов Н.И. Рекомендации по биологической рекультивации земель в Днепропетровской области. – Днепропетровск. – Промінь. – 1969. – 36 с.
13. Бекаревич Н.Е., Колбасин А.А. Итоги научных исследований по рекультивации и перспективы создания высокопродуктивных рекультивированных участков // Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными разработками. – Губкин – Орджоникидзе, 1974. – С. 3–5.
14. Новикова А.И., Левчишина Н.И. Качество рекультивированных земель Днепропетровской области // Рекультивация земель. Сб. науч тр. ДСХИ. –Днепропетровск. –1987. –С. 168-171.
15. Забалуев В.А. Создание сложных агрофитоценозов на серо-зеленых мергелистых глинах в постфитомелиоративный период // Вісник аграрної науки. –1998. –Спеціальний випуск. –С. 25-28.
16. Забалуєв В.О. Продуктивність, динаміка та структура складних агроценозів, створених на розкривних гірських породах Нікопольського марганцеворудного басейну // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. –2001. –№15-16. –С.41-44.
17. Забалуев В.А. Приемы создания высокопродуктивных многолетних агрофитоценозов при сельскохозяйственной рекультивации вскрышных горных пород // Збірник наукових праць Луганського державного аграрного університету. –2002. –№ 18 (30) . –С. 25-32.
18. Забалуєв В.О. Технологія створення продуктивних багаторічних агрофітоценозів для рекультивованих земель // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. –2003. –№3. –С. 12-15.
19. Шемавнев В.И., Масюк Н.Т., Узбек И.Х, Чабан И.П., Забалуев В.А., Мыцык А.А. Создание и рациональное использование рекультивированных земель в черноземной зоне Украины // Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивація, охорона. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. –Дніпропетровськ. –2003. –С. 110-112.
20. Wollenhaupt N.C., Richardson J.L. The role of topography in revegelation of disturbed lands. –1982, p, C-2-1 to C-2-I I. In Mining and reclamation of coal mined lands in the northern Great Plains. Proc. Conf., Billings, MT Montana Agric. Exp. Stn. Res. Rep. 19.
21. Schroeder S.A. 1992. Reclaimed topography effects on small grain yields in North Dakota, p. 31-34. In R.E. Dunker et al. (ed.) Prime farmland reclamation. The Surface Mining Control and Reclamation Act: 15 years of progress. Dep. Agron., Univ. Illinois, Urbana, 1L.
22. Schroeder S.A. 1995. Topographic influences on soil water and spring wheat yields on reclaimed mineland. J. Environ. Qual. 24:467-471.
23. Масюк Н.Т. Рекультивация земель в Украине: фундаментальные и прикладные достижения // Вісник аг-

рарної науки. –1998. –Спеціальний випуск, січень. – С. 15-21.
24. Чабан И.П. Результаты исследований по созданию продуктивных плодовых насаждений на рекультивированных землях горных выработок. // Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными разработками. –Губкин – Орджоникидзе, 1974.
25. Чабан И.П. Оптимальные параметры свойств техногенных почв рекультивированных участков под плодовые и ягодные насаждения. // Тезисы докладов II съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. – Харьков, 1986.
26. Чабан И.П. Итоги 28-летних исследований плодовых культур на рекультивированных землях. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. –Киев: Аграрна наука, 1998. –С. 33-35.
27. Чабан И.П., Зленко И.Б. Модели рекультивированных земель под плодово-ягодные насаждения // Раціональне використання рекультивованих та еродованих земель: Матеріали міжнародної науково–практичної конференції, 29-31 травня 2001. –Дніпропетровськ, 2002. –С. 13-17.

УДК 631.31-187

Кобец А.С., Корабельский В.И., Демидов А.А.

ИНЖЕНЕРНЫЙ ДИЗАЙН ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ТЯЖЕЛЫХ МАШИН

У статті викладено новий підхід до системи моделювання вимог переміщення та деформації ґрунту при розробці нових і вдосконалюванні існуючих ґрунтообробних знарядь.

ENGINEERING DESIGN OF FORMATION OF THE SHAPE OF SURFACES OF END-EFFECTORS OF HEAVY MACHINES

In a paper the new approach to system of simulation of requirements of migration and a strain of a ground is explained by development new and perfecting of existing soil-cultivating instruments.

Основным недостатком в дизайн-разработке техники АПК является эмпиризм в определении конструкционных схем, параметров и форм поверхностей рабочих органов. При этом отсутствует предварительное математическое осмысление процессов и функций, которые должна выполнять проектируемая машина. В результате конструкции непрерывно дорабатываются с изменением множества параметров [1].

Невозможно сразу создать функциональную технику хотя бы потому, что наперед заданные агротребования неконкретны, различны по смыслу и, самое главное, весьма разнообразны. Так, только для Украины необходимо разработать парк почвообрабатывающей техники, который удовлетворял бы условиям землеиспользования более 80 типов почв. Если при огульном рассмотрении технологий при работе на больших площадях возможно было пользоваться тремя типами плугов (цилиндрические, цилиндроидальные и геликоидальные), то после реструктуризации сельского хозяйства при разделении массивов на мелкие фермерские участки (а то и при использовании неудобий, малогумусных, засоленных, облысевших, эрродируемых земель) остро встала проблема расширения объема парка различных орудий, способных так обработать самые различные почвы, что бы они были биологически активными, плодоносили. Не даром западные фирмы давно выпускают в большом наборе различные приспособления, дающие максимальную универсализацию сельскохозяйственных машин и комбайнов [2].