

расширение производства биотоплива, что по своему влиянию улучшает современное состояние экологии. Обоснованы организационно-экономические меры по активизации внедрения органического земледелия и производства биотоплива.

Ключевые слова: аграрная сфера, экологизация, природный капитал, технология, экологическая безопасность.

Stelmashchuk Yu.A. Technological maintenance ecologization agrarian of natural production capital

Determined in the article basic strategic landmark ecologization of agricultural production of natural capital, which is the transition of enterprises of agrarian sphere on mode of sustainable development through the introduction of progressive technology industrial production. Noted the importance of introducing organic agriculture, which contributes to the preservation and restoration of the environment, biodiversity in agricultural landscapes and soil fertility, as well as expanding biofuels that under its influence improves current environmental conditions. Substantiated organizational and economic measures to enhance implementation of organic farming and production biofuels.

Keywords: agricultural field, greening, natural capital, technology, environmental safety.

УДК 553.661:504.5

Аснір. У.М. Тарас¹ – НЛТУ України, м. Львів

ПРОБЛЕМИ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ СІРЧАНОГО КАР'ЄРУ В ЗОНІ ДІЯЛЬНОСТІ ЯВОРІВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ГІРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА "СІРКА"

Досліджено антропогенний вплив гірничої промисловості на навколишнє природне середовище. Розглянуто проект створення на порушених землях рекреаційних територій. Встановлено низку проблем, що перешкоджають рекультивациі та залісненню берегів, а також приживанню та росту вже посаджених рослин.

Ключові слова: біорізноманіття, рекреаційні території, рекультивациа, Яворівський кар'єр, сірчані підприємства, заліснення берегів.

На межі тисячоліть на Землі практично не залишилося місця, яке б не зазнало антропогенного впливу. Україна належить до країн, які істотним чином впливають на глобальну екологічну ситуацію. Високий рівень ресурсоспоживання та відходності виробництва ведуть до вичерпання запасів мінеральних ресурсів. На сьогодні в Україні спостерігається недостатня лісистість території – 14,3 % та швидке зниження родючості ґрунтів. Саме для того, щоб повернути землям їх природній стан та радикально покращити екологічну ситуацію в країні, Законом України від 21 вересня 2000 р. №1989-III затверджено загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 рр. Вона охоплює всі ділянки природних ландшафтів, що підлягають особливій охороні. Програмою також передбачено низку заходів для збільшення і розширення площі мережі, одним з яких є консервація та відтворення деградованих і забруднених земель. Згідно зі статтею 171 Земельного кодексу України, до деградованих земель відносять ділянки, поверхня яких порушена внаслідок видобування корисних копалин, а господарське використання є економічно не ефективним. Стаття 172 передбачає консервацію таких земель шляхом залуження або заліснення. Отже, створення на поруше-

них землях гірничо-хімічних підприємств рекреаційних територій відповідає прийнятим Україною міжнародним угодам та кодексам [1, 2].

Особливої уваги потребують території діяльності колишніх сірчанних підприємств. У давнину сірку збирали лише на вулканах, а з XV ст. виникли перші рудники. Метод видобутку полягав у запаленні сірки на залізних листах з дірочками, через які вона витікала в горщики. У XVII ст. почала розвиватися наука хімія, в основі якої було вивчення важливих для людства хімічних речовин, одною з яких була сірчана кислота [1]. У 1690 р. французькі хіміки Н. Лемері і Н. Лефевр започаткували перший промисловий спосіб отримання сірчаної кислоти, реалізований у 1740 р. в Англії на першому побудованому сірчано-кислотному заводі у Річмонді. За цим методом суміш сірки та селітри спалювали в ковші, підвішеному у скляному балоні, наповненому водою. Виділявся SO₃, реагував з водою утворюючи сірчану кислоту. У 1746 році Дж. Робек в Бірмінгемі замінив скляні балони камерами з листового свинцю, започаткувавши камерне виробництво сірчаної кислоти. Згодом сірчані заводи було відкрито у Франції у 1766 р. (Руан), у Германії в 1810 (Лейпциг), у Росії – у 1805 (Московська губернія). Вдосконалення процесу у Франції та Великобританії сприяли виникненню башневої системи. У 1926 р. у Росії, на Уралі, було запущено першу баштову установку на Полевському металургійному заводі [6].

У XVIII-XIX ст. сірку і сірчану кислоту починають застосовувати в металургії, електротехніці, паперовій, шкіряній, цукровій та гумовій промисловості. Значного прискорення набуло виробництво сірки, коли у 1799 р. англієць Дондональд виявив, що для росту та розвитку рослин необхідний фосфор, внаслідок чого виникло виробництво фосфорних мінеральних добрив, для якого потрібно багато сірчаної кислоти. У 1900 р. їх було вироблено 1 млн т, у 1960 р. – 9,6 млн т, а у 1980 р. – 30 млн т.

Україна долучилася до сірчаної лихоманки з 50-х років минулого століття. Відкриття сірчанних родовищ Львівщини (1956 р. – Роздільський кар'єр, 1969 р. – Яворівський кар'єр, 1974 р. – Подороженський кар'єр) забезпечило швидкий розвиток гірничо-хімічної промисловості України та істотно змінило історію та географію регіону. Утворилися нові міста, побудовано газопроводи, електромережі та дороги, відкрито навчальні заклади для підготовки кадрів, створено колективи високоосвічених спеціалістів геологів, гірників і будівельників [1, 7].

У Західній Україні одним з найбільших було Яворівське державне підприємство "Сірка". Об'єктом дослідження є сірчаний кар'єр, що утворився в зоні діяльності підприємства. Історія держпідприємства "Сірка" починається з 1969 р., коли у Яворівському р-ні Львівської обл. було розпочато експериментальний видобуток сірки. Після цього в Москві було ухвалено рішення про старт масштабного будівництва у цьому слабозаселеному районі. Вже за кілька років було створено технологічний комплекс вартістю близько 3 млрд крб для видобутку та перероблення сірки відкритим способом і методом підземної виплавки. За роки експлуатації, на гігантській площі 950 га добули понад 20 млн т сірки, яка в основному йшла на виготовлення мінеральних доб-

¹ Наук. керівник: доц. В.П. Оліферчук, канд. біолог. наук – НЛТУ України, м. Львів

рив для сільського господарства колишнього СРСР. Загалом у світі простежувалася чітка тенденція до збільшення видобутку сірки. Економісти прогнозували стійкий дефіцит. У Польщі діяли кар'єри Махув та дві копальні підземної виплавки сірки, а також будувався найбільший в світі рудник підземної виплавки Osek. На Американському континенті було споруджено платформу для фраш-рудника в Мексиканській затоці [1, 3]. В Україні успішно функціонували три кар'єри, а також свердловинна копальня. Експерти вважають, що через гонитву за високими виробничими показниками видобуток вівся хижацьким методом, що завдало непоправної шкоди навколишньому середовищу [1]. На фоні прогресу екологічні проблеми відходили на задній план і до слів та аргументів екологів, на жаль, ніхто не прислухався. Саме це спричинило утворення катастрофи сірчаної промисловості в Україні та й у світі загалом, що включає в себе недбале і надлишкове виробництво, її непотрібність, занепад і розпад підприємств і заводів, безробіття кваліфікованих спеціалістів, і як наслідок – низка ряд екологічних проблем у зв'язку зі закриттям та затопленням кар'єрів. Уже на початку 90-х років виробництво самородної сірки стало нерентабельним і видобуток руди майже припинився. Причиною кризи також став розрив виробничих зв'язків під час розпаду СРСР. Водночас стало відомо про розробки нового методу видобутку сірки в процесі очищення природного газу. Отже, в Україні гостро постало питання ліквідації величезних кар'єрів та відновлення понівеченого навколишнього природного середовища [1, 3].

На території Яворівського підприємства повинна була відбутись рекультивация земель, що передбачала очищення та заліснення [2]. Основною проблемою стали підземні порожнечі, що виникли після підземної виплавки. Щоб запобігти їх затопленню підземними сірководневими зливами, польські фахівці, наприклад, спроектували відсіпку на дні кар'єру Махув глиняного екрана завтовшки 25 м, а також передбачили систему свердловин для осушення кар'єру. На реалізацію проекту було виділено 200 млн дол. [3]. Проекти в Україні були аналогічними, однак для реалізації не вистачало коштів. Підприємству виділяли кошти лише для "підтримки екологічної рівноваги". Практично всі вони витрачалися на відкачку води кар'єру. Цей процес супроводжувався низкою негативних екологічних наслідків: скиданням у річку мінералізованої сірководневої води, викидами в атмосферу, карсто-суфозійними провалами та вичерпуванням запасів питних підземних вод. Фахівці ствердили, що засипання кар'єрів пов'язане з великими витратами і тому єдино можливим є рішення піти дешевшим шляхом і перетворити виймку на озеро, створивши Яворівське водосховище [1, 3, 7].

Проект майбутнього водосховища розробили фахівці Львівського ВАТ "Гірхіпрому" [2], а над концепцією створення берегової смуги штучної водойми працювали науковці Національного лісотехнічного університету України та Аграрного університету. У 2003 р. проект затоплення Яворівського сірчаного кар'єру та відновлення порушеного навколишнього ландшафту затвердив Кабінет Міністрів України. За задумами авторів, почали споруджувати штучне озеро з площею акваторії 10 км², довжиною берегової смуги

12 км, глибиною понад 100 м. Для цього води річки Шкло спрямували у величезний котлован сірчаного кар'єру. У 2007 р. після заводнення штучної водойми вона знову потекла своїм руслом через Яворів і Краків у Польщу. Утворилося глибоке і чисте озеро. На цей час розроблено проект, що передбачає створення там зони відпочинку, безпечних умов для купання, риболовлі, пляжних територій, лікувальні санаторії, гідропарк та орнітологічний заказник, але існує низка проблем, які цьому перешкоджають [4].

По-перше, перед заводненням сірчаного кар'єру необхідно було виконати земляні роботи з ізоляції відкритих родовищ самородної сірки, провести індивідуальний тампонаж підземних свердловин, тобто провести ліквідацію за спеціальною технологією. Для цього необхідно було засипати ложе водойми водостійкою породою – глиною. Такий штучний водостійкий екран товщиною 20-25 м запобіг би контактуванню вод озера з сіркою та забруднюватися її сполуками. Такі роботи не було виконано і просто залито водою річки Шкло. Як наслідок, вся органіка водосховища відмираючи і гниючи на агресивному дні буде створювати велику кількість сірководню (газу), який буде переміщуватися вгору і нищити все живе в водоймі, а критичні нагромадження сірководню на дні спричинять залпові викиди на поверхню і замор риби. По-друге, наповнення водосховища водою підпирає водоносні горизонти навколишньої території і заплави річки Шкло, що призводить до підняття рівня ґрунтових вод та підтоплення осель. По-третє, з цих територій вже понад 100 років добувається артезіанськими свердловинами питна вода і потужними водогонями подається до міста Львів. З часом необхідно буде шукати нові водозабори, адже існуючі стають все більше отруєними сіркою та її сполуками. По-четверте, в Яворівському районі активізувалися такі негативні екологічні явища, як карсти. Це процеси вимивання легкорозчинних порід і утворення порожнин під землею та садибами людей. Важливою проблемою також є той факт, що дзеркало водосховища розташоване вище рівня Яворова, а річище Шкло, за роки відсутності в ньому води, зменшилось у ширині, замулилось і є засміченим непотребом, а селяни розорали санітарно-захисну смугу по берегах річки. Отже, в разі руйнації нестійкого берега прогнозується затоплення навколишніх сіл, зокрема Цетуля, Окілки та Вільшаниця [5].

На жаль, усі наведені процеси, пов'язані зі затопленням кар'єру, є незворотними, хоча їх можна призупинити. Єдиним способом порятунку землі є вчасна рекультивация та заліснення берегів. Тут постає нова проблема – ґрунт навкруги не родючий. Виявлено, що показники вмісту сольового залишку SO₄ коливаються від 330 мг/кг до 8000 мг/кг, за ГДК 160 мг/кг. Ці питання вже кілька років досліджують працівники Академії гірничих наук України, зокрема Іван Зозуля, Михайло Єфремов, Ілля Гуменик, Анатолій Гайдін, Іван Повх, Мирослав Мальований, Валерій Кроквенко, Степан Сеньків, Анатолій Костирко, Зиновій Варивода, Михайло Коструба. За результатами їх досліджень впроваджуються проекти екологічного відродження територій у зоні впливу гірничо-хімічних підприємств Яворова, Роздолу, Стебника, Подорожжя та інших [4]. Проводять науково-дослідну роботу науковці Інституту екології Карпат, під керівництвом О.Г. Марискевич і І.М. Шпаківської, та Наці-

онального лісотехнічного університету, представлену у працях професора Л.І. Копія, доцентів В.І Мокрого та В.П. Оліферчук. Їх завдання полягає у відновленні корінного деревостану, а саме того, що формується в даних природних умовах і характеризується домінуючою породою, яка відповідає певним лісовим умовам. На досліджуваній об'єкт було здійснено дві експедиції з висадження саджанців. Перша – сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) та берези повислої (*Betula pendula*), друга – дуба звичайного (*Quercus robur*), дуба скельного (*Quercus retraea*), та дуба червоного (*Quercus gubra*). На жаль, прижилося лише 10 % рослин. Це свідчить про перевищення вмісту важких металів.

Метою дослідження є вивчення біоти ґрунтів з високим вмістом сірки, а саме мікроміцетів, що є відповідальними за утворення гумусу і трансформацію сірковмісних сполук. Провівши фізико-хімічний, мікологічний та системно-морфологічний аналіз ізолятів ґрунту стане можливим описати існуючі родини мікроміцетів та визначити переважаючі види, тобто ті, що трансформують сірку. На їх основі пропонуємо розробити мікоризаційний препарат, що надалі забезпечить високу ефективність відтворення лісових культур на сірковмісних ґрунтах.

Література

1. Гайдін А.М. Нові озера Львівщини / А.М. Гайдін, І.І. Зогуля. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – Львів : Вид-во ТЗОВ "Афіша", 2009. – 103 с.
2. Проект ліквідації сірчанних кар'єрів, відновлення екологічної рівноваги і ландшафту в зоні діяльності Яворівського ДГХП "Сірка" / ВАТ Гірхімпром. – Яворів. – 126 с.
3. Сірчани будні // Галицькі контракти, березень 2008. – Вип. 10. – С. 2.
4. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.girhimprom.narod.ru>
5. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.karelin.org.ua/problemu-yavorivskogo-moгуа/>.
6. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.sulphuricacid.ru> (офіційний сайт Челябінського металургійного заводу).
7. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.yaniv.net.ua>.

Тарас У.М. Проблемы рекультивации серного карьера в зоне деятельности Яворовского государственного предприятия "Сирка"

Исследовано антропогенное влияние горной промышленности на окружающую природную среду. Рассмотрен проект создания на нарушенных землях рекреационных территорий. Установлен ряд проблем, препятствующих рекультивации и облесению берегов, а также приживаемости и роста уже посаженных растений.

Ключевые слова: биоразнообразие, рекреационные территории, рекультивация, Яворовский карьер, серные предприятия, облесение берегов.

Taras U.M. The revegetation problems of sulphuric pit during activity of the Yavoriv state mines-chemical enterprise

Anthropogenic influence of mining industry to environment is investigated. The project of creating recreational territories on defected territories is observed. The number of problems that prevented land reclamation, shore afforestation and non getting accustomed to a place already planted plants are established.

Keywords: biodiversity, recreational territories, land reclamation, Yavoriv pit, sulphuric plants, shore afforestation.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 634.0.377

Проф. М.П. Мартинців, д-р техн. наук;
доц. І.М. Рудько, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів;
інж. В.М. Мартинців – ТЗОВ "НЕО-сервіс", м. Львів

ОСНОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПІДВІСНИХ КАНАТНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК

Розроблено алгоритм проектування та методика створення системи автоматизованого проектування канатних лісотransпортних установок. Запропоновано схему синтезу канатних установок і наведено залежності для визначення критеріїв оцінювання ефективності роботи окремих елементів та установки загалом. Наведено приклади найбільш перспективних типів канатних установок, отримані внаслідок синтезу та оцінення їх конкурентоздатності за критеріями ефективності роботи.

Ключові слова: система автоматизованого проектування, канатна лісотransпортна установка, елемент канатної установки, схема синтезу, критерій ефективності роботи.

Канатні лісотransпортні установки є найбільш ефективним видом первинного транспорту деревини під час освоєння гірських і заболочених лісових масивів, де рух інших наземних транспортних засобів утруднений, а в деяких випадках й узагалі неможливий. Складність освоєння таких лісів пов'язана також з їх екологічною значимістю. Тому, залежно від рельєфних умов та складу деревостану, потрібно застосовувати відповідну технологію й спеціальні установки. Часта зміна технологічних схем і схем запасування канатної оснастки потребує використання різних конструкцій установок та індивідуального розрахунку їх основних параметрів. Цієї мети ефективно можна досягнути шляхом використання систем автоматизованого проектування (САПР) підвісних канатних систем.

Автоматизованому проектуванню складних технічних систем присвячені роботи багатьох авторів [1-6]. Якщо ще донедавна можливості САПР обмежувалися низькою швидкістю оброблення інформації і невеликими доступними обсягами пам'яті, то можливості сучасних комп'ютерних систем дають змогу вирішувати найскладніші завдання в найкоротші терміни. Автоматизоване проектування дає змогу значно зменшити суб'єктивізм при прийнятті рішень, підвищити точність розрахунків, обрати оптимальні варіанти конструкцій складних систем на основі математичного аналізу усіх або більшості варіантів проекту з оцінкою технічних, технологічних та економічних характеристик виробництва й експлуатації проектованого об'єкта, значно підвищити якість конструкторської документації, повніше використовувати уніфіковані вироби.

САПР – це складний комплекс технічних і програмних засобів й містить технічне, математичне, лінгвістичне, програмне, інформаційне, методичне та організаційне забезпечення. Сучасні системи проектування пред-