

УДК911.9:711(477.83)

ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИРОДНО-ГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМ В МЕЖАХ ЛІКВІДОВАНИХ ДІЛЯНОК ПІДЗЕМНОЇ ВИПЛАВКИ СІРКИ

Іванов Є.А., Ключник В.В., Тиханович Є.Є.

Львівський національний університет імені Івана Франка

В межах ліквідованих ділянок виплавки сірки виникають постмайнінгові природно-господарські (ландшафтні) системи. Проведені еколого-ландшафтні дослідження дали змогу оцінити інтенсивність поширення і прояву екзогенних процесів (ерозійних, суфозійних, підтоплення тощо), розглянути особливості формування і самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів в межах Язівського рудника підземної виплавки сірки.

На прикладі ключових ділянок "Пісоцький" і "Бориси" досліджено процеси функціонування і розвитку постмайнінгових ландшафтних систем. Обрані ділянки презентують два різних сценарії самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів у зонах активного прояву екзогенних процесів. Перший сценарій (ділянка "Пісоцький") передбачає розвиток вторинної лінійної ерозії в окраїнній частині рудника ПВС, а другий сценарій (ділянка "Бориси") - утворення зони закислення ґрунту та формування ландшафтних систем довкола видобувної свердловини. За результатами досліджень складені ландшафтні та еколого-ландшафтні плани (масштаб польового знімання 1 : 200).

З метою вивчення особливостей просторового розподілу актуальної кислотності і вологості ґрунту проведено вимірювання на поздовжньому профілі, який простягався вздовж основної ерозійної вимірювальної та трьох поперечних профілів. Для оцінювання ступеня трансформації ґрунтового покриву досліджуваної площі використано аналізатор ґрунту КС-300В компанії "Kecheng Optoelectronic". У польових умовах за допомогою цього аналізатора визначено температуру, вологість та актуальну кислотність (показник рН) ґрунтів на глибинах 5 і 20 см. За результатами ландшафтно-екологічного дослідження побудовано графіки розподілу актуальної кислотності і вологості ґрунтового профілю.

Ключові слова: Передкарпатський сірконосний басейн, підземна виплавка сірки, природно-господарська система, рекультивация, самовідновлення ландшафтних систем, кислотність ґрунту.

Актуальність проблеми. Функціонування найбільших за розмірами й ступенем трансформації гірничопромислових ландшафтних систем у Західному регіоні України зумовлено видобуванням і збагаченням самородної сірки у Передкарпатському сірконосному басейні. Самородну сірку розвідано у 1950 р. поблизу смт. Розділ (Миколаївський р-н Львівської обл.), а вже у 1956 р. ? розпочато розроблення Роздільського сірчаного кар'єру. У 1972 р. на базі Роздільського ДГХП "Сірка" побудовано Подороженський кар'єр. В 1954-1958 рр. розвідано Язівське родовище, яке підпорядковано Яворівському ДГХП "Сірка". Саме на цьому родовищі від 60-х років минулого століття діяв найбільший у світі Яворівський (Язівський) сірчаний кар'єр.

Подальша геологічна розвідка показала, що у більшості родовищах сірка залягає на глибині 100-150 м, а її видобування кар'єрним способом дороге й недоцільне. Метод підземної виплавки сірки (ПВС) виявився ефективнішим для розроблення таких глибоких родовищ. Уперше цей метод застосували в 1969 р. на Язівському родовищі. Надалі підземну виплавку сірки впровадили ще на двох родовищах - Немирівському і Загайпільському [8].

Не зважаючи на те, що метод ПВС економічно вигідніший, ніж кар'єрний спосіб розроблення сірчаних покладів, він також має ряд недоліків, які суттєво знижують ефективність рекультивации антропогенно-трансформованих земель. У 1992-

1997 рр. остаточно завершено видобування на ділянках ПВС. Проектами ліквідації підприємства передбачено рекультивацию земель на сірчаних полях Немирівського та Язівського рудників ПВС. Ліквідації підлягали понад 4 400 сірчаних свердловин, пізніше території мали очистити від сірки й штучно заліснити. На жаль, повний обсяг рекультивацийних робіт проведено лише на близько 25 % від загальної площі ділянок. Розглянемо умови виникнення та головні аспекти функціонування й розвитку новостворених постмайнінгових природно-господарських систем в межах ліквідованих Язівської (ПВС-600) і Староязівської ділянок підземної виплавки сірки.

Попередні напрацювання. Серед праць, які присвячені проблематиці формування ґрунтового і рослинного покривів Передкарпатського сірконосного басейну варто відзначити статті В. Білоноги [1, 2], Г. Мануїлової [9, 10], О. Марискевич, І. Шпаківської, В. Левики [11, 12, 15] та ін. У роботі використано досвід власних еколого-ландшафтних досліджень в межах Яворівського ДГХП "Сірка", який висвітлено у публікаціях [3-7].

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Метою роботи є вивчення закономірностей функціонування і розвитку природно-господарських систем в межах ліквідованих ділянок підземної виплавки сірки. Серед головних завдань, які вирішувалися під час еколого-ландшафтного дослідження слід виокремити: 1) аналіз поширення та інтенсивності прояву екзо-

генних процесів; 2) вивчення процесів формування та самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів; 3) картування природно-господарських систем й дослідження їхнього функціонування і розвитку в умовах прояву вторинних екзогенних процесів.

Прояв екзогенних процесів. Порівняно з іншими способами видобування підземна виплавка сірки суттєво знижувало рівень негативного впливу на природне середовище. У досліджуваних районах значної активізації процесів карстоутворення не спостерігаємо, хоча існують глибинні і поверхневі деформації. Під час роботи рудників підземної виплавки сірки щомісяця у рудоносні шари закачували 700-800 тис. м³ теплоносія, унаслідок чого відбувався гідроліз сірки [14]. Подання теплоносія призводило до порушення залягання гірських порід, а відповідно, просідання земної поверхні (до 3-5 м), що зумовлювало прояв таких екзогенних процесів як суфозія, підтоплення і заболочення. Підвищення пластових тисків подекуди призводило до підняття земної поверхні й утворення грифонів, тоді як на інших ділянках відбувалося її просідання, що пов'язане із відбиранням корисної копалини таруїнуванням скелету сірконосних порід. Через неорганізований водовідлив земна поверхня і водотоки забруднювалися тонкодисперсною сіркою і сірководнем. У надрах, на місці видобутої сірчаної руди утворені великі за розмірами водопроникні зони, складені роздавленим вапняковим каркасом. Водночас, внаслідок нерівномірного осідання надр, покривні неосіровані вапняки стали тріщинуватими, а у підшві рудного поклада виникла водопідпірна зона сірко насичення.

Земна поверхня ділянок сильно горбиста із численними суфозійними западинами і лійками діаметром 2-10 м і глибиною до 3 м, що утворилися на місці видобувних і термоінжекторних свердловин. У місцях щільного розміщення лійок й вимоїн утворені суфозійні поля складної конфігурації площею понад 100-200 м². Формування суфозійних лійок і порожнин у місцях вирізаних свердловин, в які фільтруються поверхневі води, призвело до вимивання поживних і гумусових речовин із родючого шару ґрунту. Суфозійні форми переважно заповнені сильно кислими поверхневими і ґрунтовими водами (од. рН 2,4-3,5).

Порушення поверхневого стоку, значні нахили земної поверхні та наявність відкритих супіщано-піщаних поверхонь призводить до розвитку лінійних ерозійних форм, здебільшого ерозійних борозен і вимоїн. Водночас, в межах значних за розмірами відкритих ділянок ПВС формується розгалужена ерозійна (флювіальна) мережа із ярами і борознами глибиною до 2,0-2,5 м. (рис. 1). Стінки ново-

створених ярів несформовані, крутосхилі, а інколи й обривисті. Частиною таких вторинних форм стікають постійні або тимчасові водотоки.

Нерідко сильної антропогенної трансформації зазначають й ландшафтні системи за межами ділянок ПВС. Після завершення видобування самородної сірки спущено (можливо внаслідок аварійного прориву) дамби технологічних ставів-накопичувачів, які вміщували сильноокислі води виробництва (див. рис. 1). Прорив дамб спричинив розмивання берегів і дна водотоків басейну р. Ретичин, перенесення наносів, замулювання і підтоплення понижених ділянок. Водночас, відбулося забруднення і закислення річкової долини (загальна мінералізація води 2,1-2,4 г/дм³; од. рН води 4,0-4,5, відкладів 2,5-2,6). Високі показники актуальної кислотності відкладів долини не сприяють розвитку рослинності на відстані до 4,5 км від нижньої дамби ставів-накопичувачів. Спущення водойм призвело до осушення кислих намулів, які є потужним джерелом забруднення навколишніх природно-господарських систем.

У понижених формах рельєфу із слабопротічним режимом, що формуються довкола ділянок ПВС виникають затоплені і заболочені ділянки, які заростають очеретами. До розвитку цих процесів також призводить порушення поверхневого стоку й виникнення безстічних площ в межах рудників й пов'язане із руйнуванням технологічної водостічної системи, нераціональним здійсненням рекультиваційних робіт, експлуатацією залишків доріг і дамб, несанкціонованим відбором будівельного матеріалу тощо.

Формування і самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів. Функціонування природно-господарських систем в межах ліквідованих ділянок ПВС пов'язано із процесами формування ґрунтового і рослинного покривів. Після завершення видобування самородної сірки, досліджувані ділянки за специфікою їхнього розвитку поділяємо на рекультивовані і самовідновлювані.

Варто відзначити, що після завершення видобування сірки на ділянках утворився специфічний ґрунтовий покрив. На земній поверхні залишилися перемиті, спустошені, заболочені сильно забруднені елементарною сіркою та її сполуками піщано-ґрунтові суміші. У результаті розроблення сірки методом підземної виплавки (методом Фраша) сформувалися численні зони викидів сірчаної руди на земну поверхню, що призвело до сильного закислення ґрунтів (од. рН до 2,8-3,1) та цілковитого знищення рослинного покриву, просідання та утворення суфозійних лійок у місцях розміщення видобувних і термоінжекторних свердловин.

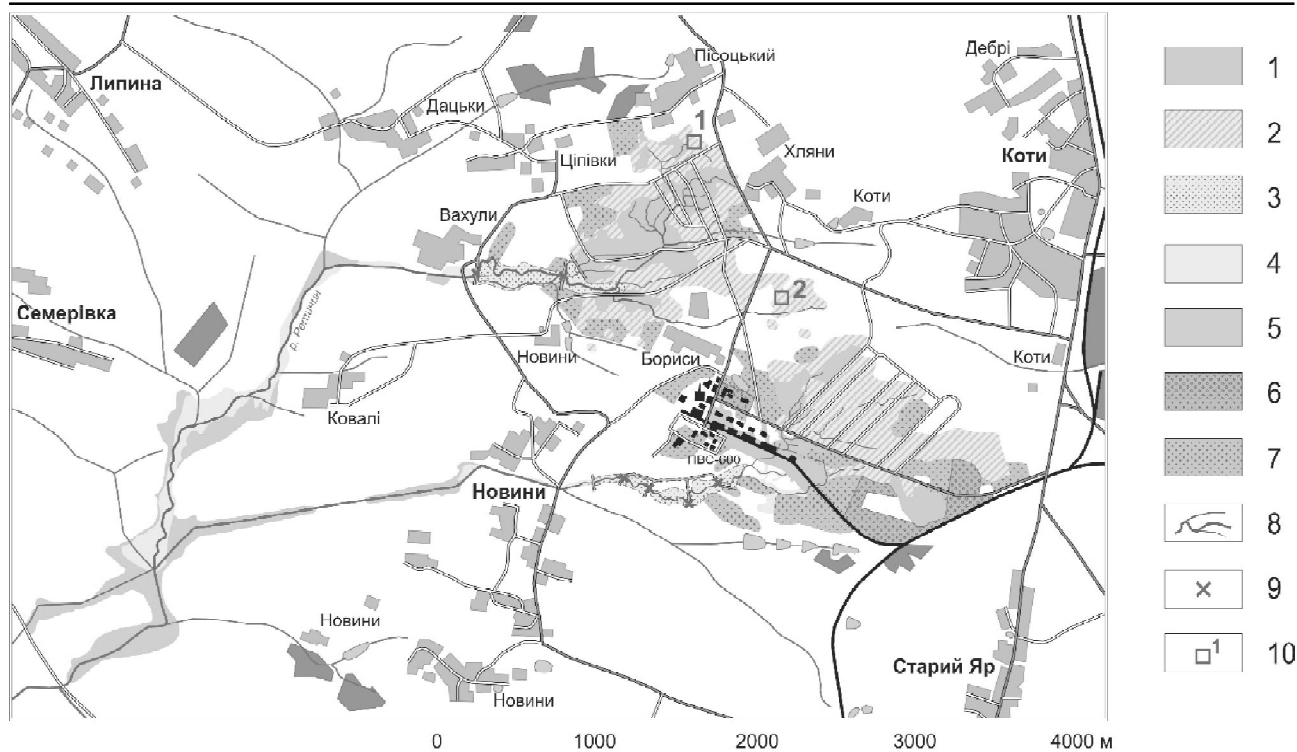


Рис. 1. Антропогенна трансформація природно-господарських систем ділянки підземної виплавки сірки ПВС-600 та її околлиць (складена на основі топокарти 1 : 50 000; за результатами дешифрування космоснімків LandsatETM+ 2008?2011 рр.)

Умовні позначення: 1 - сильнокислі і заболочені ембріоземи ділянок ПВС, практично без ознак рослинності, місцями зі свіжими слідами рекультивацийних робіт; 2 - кислі і перезволожені ембріоземи ділянок ПВС з фрагментарним деревно-чагарниково-трав'яним покривом, частково рекультивовані; 3 - сильнокислі і заболочені намули спущених водойм-накопичувачів, без ознак рослинності; 4 - сильнокислі і заболочені наноси долин водотоків, без ознак рослинності; 5 - кислі і перезволожені ґрунти долин водотоків; 6 - райони ефективної фітомеліорації (лісопосадки); 7 - самовідновлені деревно-чагарникові площі; 8 - сильнотрансформовані флювіальні форми рельєфу; 9 - місця спускання (прориву) дамб; 10 - ділянки детальних ландшафтно-екологічних досліджень: 1. "Пісоцький"; 2. "Бориси".

В межах досліджуваних ділянок ПВС домінують безструктурні монолітні ґрунти, серед яких розрізняють окремі компоненти антропогенних техноґрунтів: материнську породу, після флотаційне вапно і гранули елементарної сірки [16]. Відсутність структури та невисокий вміст гумусу обмежують динаміку процесів аерації за профілем заселення ґрунтів мікроорганізмами, їхню біологічну активність. Незадовільні параметри водно-повітряного режиму елювіоземів суттєво гальмують ріст і розвиток рослинності. Ґрунто-суміші, які використовують під час гірничотехнічного етапу рекультивації характеризує вища щільність, знижена зволоженість і вміст гумусу у поверхневому шарі порівняно із зональними дерново-підзолистими ґрунтами [11, 12].

Гірничотехнічний етап рекультивації ділянок ПВС проведено на 35?40 % від їхньої загальної площі. Під час цього етапу рекультивації відсипано суглинисто-супіщано-піщану суміш потужністю 0,5-0,6 м й вирівнено земну поверхню. На жаль, біологічний етап рекультивації здійснено ще на менших площах (до 25 %). Більшість рослин в

лісових культурах відзначаються пригніченим розвитком, малим діаметром стовбурів, що зумовлено низькою забезпеченістю поживними речовинами. Найкращою біологічною стійкістю та показниками росту відзначаються робінія псевдоакація, верба козяча і ліщина. Середні значення приросту характерні для берези бородавчастої і сосни звичайної [9]. Однак значної шкоди розвитку лісових культур завдає регулярне вигорання трав'яного покриву. Слід також відмітити, що деревні рослини порослевого походження мають значно більший приріст по висоті.

Стан рослинного покриву само відновлюваних ділянок ПВС залежить, головню, від часу завершення її експлуатації, засміченості поверхні сіркою й ступеня закислення ґрунтів. Більшість таких площ у центральних частинах вкриті фрагментарним рослинним покривом, що носить неупорядкований, плямистий чи острівний характер. Здебільшого цей покрив представлений лучно-болотними видами рослин. Окрайні поверхні само відновлюваних ділянок ПВС мають багатші і різноманітніші рослинні угруповання, які представлені деревно-

трав'янистими куртинами або розрізненими деревами сосни звичайної, берези бородавчатої, верби, осики та ін. Окремі ділянки повністю позбавлені рослинності через високі показники актуальної кислотності техногрунтів. Стійкість та стабільність приросту характерна болотним угрупованням очерету звичайного, які нерідко мають субедифікаторів - осоку мохнату і рогіз широколистяний. Поширення таких угруповань зумовлено наявністю зон затоплення, підтоплення і вторинного заболочення, а також мокрими і вологими техногрунтами у пониженнях, пересічених й слабостічних ділянках.

Функціонування і розвиток досліджуваних ландшафтних систем. Розглянемо процеси функціонування і розвитку природно-господарських систем ліквідованих ділянок ПВС на прикладі ключових ділянок "Пісоцький" і "Бориси" (див. рис. 1). Обрані ділянки презентують два несхожих сценарії самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів у зонах активного прояву екзогенних процесів. Перший сценарій (ділянка "Пісоцький") передбачає розвиток вторинної лінійної ерозії в окраїнній частині рудника ПВС, а другий сценарій (ділянка "Бориси") - утворення зони закислення ґрунту та формування ландшафтних систем довкола видобувної свердловини. В межах цих ділянок проведено детальне ландшафтне картування (масштаб польової зйомки 1 : 200). На її основі складено ландшафтні карти, які відображають різноманітність природно-господарських систем на рівні ландшафтних урочищ і фацій та еколого-ландшафтні карти.

Ключова ділянка "Пісоцький" розміщена у північній окраїнній частині рудника ПВС-600, у 200 м на пн. від с. Пісоцький Яворівського району. Вона охоплює розгалужену ерозійну вимоїну глибиною 0,7-0,8 м, складену сильноокислими мокрими піщаними відкладами й без ознак рослинності. Довжина вимоїни складає 82 м, а ширина - до 1,2-1,7 м. Ця вимоїна утворена на пологому схилі крутизною 2,0-2,5° й закінчується конусом виносу, що розширюється в межах плоскої рекультивованої поверхні ПВС. До основної вимоїни примикають бічні ерозійні борозни глибиною 0,3-0,7 м, складені сильноокислими мокрими супіщаними відкладами, також без ознак рослинності. Верхні частини окремих ерозійних форм мають заглиблені водозбори із тонким мохово-лишайниковим "напливом" на сильноокислих супіщаних відкладах. У свою чергу, нижня частина ерозійної вимоїни має надвимоїнні підняття, які вкриті мохово-лишайниковим покривом на кислих перезволожених супіщаних відкладах.

Власне у верхній розгалуженій частині ерозійних вимоїн і борозен у 70-80 pp. минулого

століття проводили підземну виплавку самородної сірки. Площа видобування представлена похилими й розмитими поверхнями, складеними сильно кислими середньо щебенистими піщаними відкладами й без ознак рослинності. На сьогодні видимих слідів свердловин не залишилося, але на поверхні рясно розкидані залишки елементарної сірки. Дещо вище (5-7 м) від цієї зони розміщені розорані похилі ділянки південної і південно-західної експозиції з сільськогосподарським культурами (виросували пшеницю м яку) та дрібнозлаково-осоково-різнотравні луки на потужному дерново-підзолистому ґрунті.

Навколо ерозійних форм, у вигляді клину, простягаються похилі водозбірні ділянки ПВС, які вкриті порушеними березово-сосново-чагарниковими заростями різнотрав'ям на кислих перезволожених ініціальних ембріоземах. Ці ділянки знаходяться на відстані 4-15 м від центру видобування сірки й зазнали сильної антропогенної трансформації. Значно нижчий рівень антропогенної перетвореності властивий для самовідновлюваних ділянок, які являє собою припідняті слабопохилі ділянки з ожиново-осиково-березовими угрупованнями на вологому дерново-підзолистому ґрунті. У нижній частині угруповання розділені ерозійною вимоїною, а берези "вкривають" її власними кронами.

Різноманітність природних умов зумовлена сильною антропогенною трансформацією ландшафтних систем під час виплавки сірки методом Фраша та розвитком вторинної лінійної ерозії вже після завершення її видобування. В межах досліджуваної ділянки здійснено ліквідацію свердловин, забрано трубопроводи й обладнання, виконано вирівнювання земної поверхні. Водночас, на цій території повноцінних рекультиваційних робіт не проводили. На земній поверхні та в ґрунтосуміші спостерігаємо суттєві обсяги залишеної сірки та її сполук, що призводить до надмірного закислення ґрунтів. У свою чергу, розвиток ерозійних процесів призводить до перерозподілу вологості ґрунтів. Власне актуальна кислотність і вологість ґрунту визначають швидкість самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів.

З метою вивчення особливостей просторового розподілу актуальної кислотності і вологості ґрунту нами проведено вимірювання на одному поздовжньому профілі, який простягався вздовж основної ерозійної вимоїни та трьох поперечних профілях, що пересікали ерозійні форми у верхній (А-А), середній (Б-Б) і нижній (В-В) частинах ділянки. Для оцінювання ступеня антропогенної трансформації ґрунтового покриву досліджуваної площі використано аналізатор ґрунту КС-300В компанії "Kecheng Optoelectronic". У польових умовах за

допомогою аналізатора визначено температуру, вологість та актуальну кислотність (значення рН) ґрунтів на глибинах 5 і 20 см. За результатами проведеного ландшафтно-екологічного дослідження побудовано графіки розподілу актуальної кислотності і вологості ґрунтового профілю (рис. 2).

У таблиці подано розподіл актуальної кислотності ґрунту для окремих каскадних ландшафтно-геохімічних систем за ґрунтовим профілем. Відзначимо в усіх вимірюваннях зменшення показників іонів водню у ґрунтовому розчині зі зростанням глибини від 0-5 до 10-20 см. Сильнокислі ґрунтосуміші виявлено в межах ерозійної вимоїни та її конусу виносу. Найнижчі значення (од. рН 2,17) зафіксовано у ґрунтосуміші конусу виносу на глибині 10-20 см. В ерозійних вимоїнах і борознах показники закислення ґрунтосуміші коливаються у широкому діапазоні: від сильнокислих до відносно кислих (2,5-5,5 од. рН). Окремі "стрибки" значень припадають на стінки ерозійних форм та пересічення їхніх меандр. Сильно трансформовані ділянки ПВС переважно мають кислі ґрунтосуміші (од. рН 4,40-4,69). Для навколишніх самовідновлених природно-господарських систем, які представлені, головню, ожиново-осиково-березовими угрупованнями, властива злегка підкислена реакція ґрунтів (5,85-6,04 од. рН). Найкращі умови властиві для сільськогосподарських угідь, що розміщені неподалік (7 м) від сильно трансформованих площ. Це зумовлено домінуванням цих угідь за абсолютною висотою над порушеними територіями, а відповідно й відцентровим напрямком міграційних потоків.

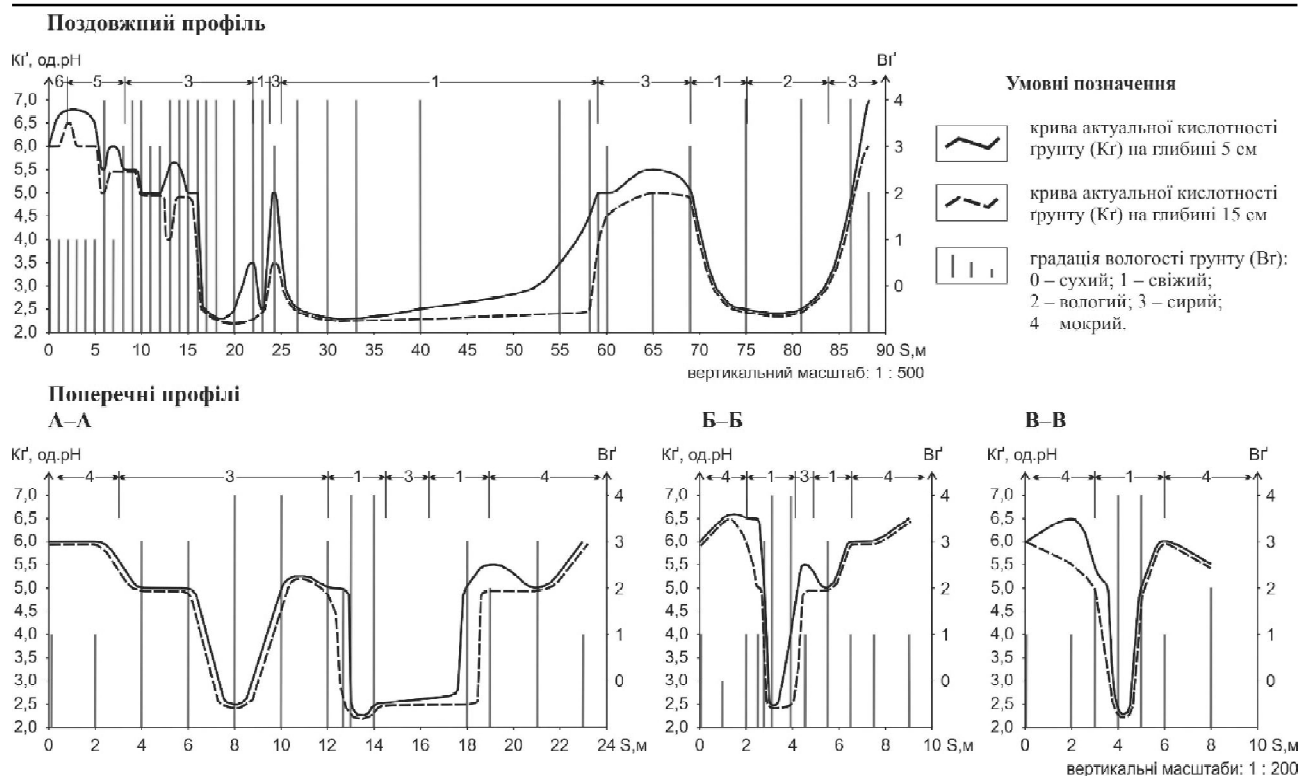
Проведені вимірювання дали змогу виявити залежності між актуальною кислотністю і вологістю ґрунтів. Для сильнокислих ґрунтів характерний перезволожений, практично мокрий, тоді як для сусідніх сільськогосподарських угідь - свіжий стан ґрунтової маси. Це зумовлено відсутністю рослинного покриву, а відповідно відсутністю можливості вбирати надлишкову вологу з ґрунтового профілю. У свою чергу, незадовільні показники кислотності і вологості ґрунтів не дають змоги "зачепитися" й розвиватися рослинності, а це не сприяє їхньому відновленню та формуванню природно-господарських систем.

Ключова ділянка "Бориси" розміщена у центральній частині ділянки ПВС-600, у 330 м на пн.-сх. від с. Бориси Яворівського району. Вона представляє собою площу закислення ґрунтосуміші довкола ліквідованої свердловини. На плані досліджувана територія виглядає як випалена "лисина" у лучно-болотній рослинності. У ландшафтному відношенні вона являє собою похилу

розмиту ділянку відкритої поверхні, ускладнену суфозійними процесами, без ознак рослинності із сильнокислими, заболоченими і середньощебенистими супіщано-піщаними відкладами. Сильно трансформована ділянка видовжена з півночі на південь й має розміри 8 - 17 м. У місцях ліквідованих свердловин утворилися невеликі суфозійні пониження, які заповнені водою. Вище відкритої ділянки простягається похилий схил крутизною 2° із слабоувігнутим водозбором з мохово-дернисто-щучниковими угрупованнями, молодими березами та їхнім підростом на слабокислих і перезволожених ініціальних ембріоземах. Внизу схилу, поряд з сильно трансформованою зоною сформувалася рівна поверхня з щучниковими-осоковими угрупованнями на фрагментарних кислих і заболочених ініціальних ембріоземах.

Закономірності розподілу актуальної кислотності і вологості в межах ландшафтних систем є схожими на вищеописані для ключової ділянки "Пісоцький", тому зупинимося лише на геопросторових особливостях процесу самовідновлення ґрунтового і рослинного покривів. В межах відкритої навколосвердловинної поверхні утворився "острів", що заріс щучником, осокою і підростом берези. Проведені на ньому вимірювання показали підвищення кислотності ґрунту з 2,8-3,0 до 4,5 од. рН. Певне зменшення кількості іонів у ґрунтовому розчині спостерігаємо в крайніх кам'янистих і щебенистих частинах відкритої поверхні. Варто також відзначити, що схили мають сприятливіші умови для відновлення і розвитку рослинності. Значної шкоди процесу самовідновлення завдає неконтрольоване перекопування місцевості з метою пошуку залишків металу, яке спостерігаємо у південно-східній частині досліджуваної ділянки.

Висновки і рекомендації. Метод підземної виплавки сірки сформував специфічний спектр екологічних проблем, що не властивий для видобування самородної сірки кар'єрним способом. Особливістю умов функціонування природно-господарських систем в межах ліквідованих ділянок ПВС є сильне закислення техноґрунтів та ембріоземів (од. рН 2,1-4,5), яке не дає змоги відновитися рослинному покриву. Саме через пошкодження земної поверхні, відсутність чи фрагментарність рослинного покриву, після завершення розроблення сірчаних покладів активізуються флювіальні, ерозійні і суфозійні процеси, виникають підтоплені і заболочені зони. У свою чергу, розвиток вторинних екзогенних процесів є екологічно дестабілізуючим чинником, що перешкоджає як рекультивації, так і самовідновленню природно-господарських систем.



**Рис. 2. Розподіл актуальної кислотності і вологості ґрунту
в межах ключової ділянки "Пісоцький"**

Каскадні ландшафтно-геохімічні системи: 1 - ерозійні вимоїни, борозни; 2 - конус виносу; 3 - сильнотрансформовані ділянки ПВС; 4 - самовідновлені ділянки ПВС, які вкриті ожиново-осиково-березовими угрупованнями; 5 - не порушений трав'яний покрив; 6 - рілля.

Оскільки у процесі підземної виплавки сірки поверхні ліквідованих ділянок засмічені елементарною сіркою та забруднені високомінералізованим теплоносієм, слід проводити хімічну меліорацію. Вона передбачає зниження кислотності, яка утворилася за рахунок накопичення надлишків сірки і сірчаного ангідриду. Як хімічний меліорант можна використовувати сиромолоте вапно або флотаційні відходи збагачувальної фабрики Роздільського ДГХП "Сірка", в яких містяться до 80-85 % CaCO_3 . Після хімічної меліорації на цих ділянках розкривають бурти з ґрунтово-рослинним шаром і вкривають ним площу товщиною 0,5-0,6 м [11]. У такому вигляді ділянки ПВС придатні для подальшої біологічної рекультивації. Загалом, недостатній обсяг проведення рекультиваційних робіт залишається головною проблемою для забезпечення належного функціонування і розвитку ландшафтних систем досліджуваних територій.

Список літератури

- Білонога В. М. Рослинність відвалів сірчанних родовищ Львівської області / В. М. Білонога // Український ботанічний журнал. - 1989. - Т. 46. - № 1. - С. 26-29.
- Білонога В. Первинні сукцесії техногенних ландшафтів сірчанних родовищ / В. Білонога, А. Малиновський // Екологічні проблеми природокористування та

біорозмаїття Львівщини: Праці НТШ. - 2001. - Т. VII. - С. 76-82.

- Іванов Є. А. Еколого-ландшафтознавчі дослідження територій порушених гірничовидобувною промисловістю (на прикладі Яворівського ДГХП "Сірка") // Географія і сучасність: Зб. наук. праць. - 1999. - Вип. 1. - С. 94-100.
- Іванов Є. Ландшафтна структура ключової ділянки "Яворівська водойма" / Євген Іванов, Віталій Ключник // Ландшафтознавство: стан, проблеми, перспективи: М-ліміжнарод. наук. конф. (Львів?Ворохта, 24?27 вересня 2014 р.). - Львів, 2014. - С. 53-58.
- Іванов Є. Розвиток процесів трансформації та необхідність окультурення території довкола Яворівського озера / Євген Іванов, Віталій Ключник // Ресурси природних вод Карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання): Зб. наук. статей. - Львів: ЛьВЦНТЕІ, 2009. - С. 215-217.
- Іванов Є. Розвиток фізико-географічних процесів у постмаїнінгових ландшафтних системах Передкарпатського сірконосного басейну / Євген Іванов // Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку: М-ли ІІ Всеукр.наук.-практ.інтернет-конференції (25-26 лютого 2014 р.): Зб. наук. праць. - Переяслав-Хмельницький, 2014. - С. 14-20.
- Іванов Є. А. Формування постмаїнінгових ландшафтних систем Передкарпатського сірконосного басейну / Є. А. Іванов // Геополітика и екогеодинамика регіонів: науч. журнал. - Симферополь,

Просторовий і профільний розподіл актуальної кислотності ґрунту в межах ключової ділянки "Пісоцький"

№ з/п	Каскадні ландшафтно-геохімічні системи	Абсолютні висоти, м	Гранулометричний склад, вологість	Глибина відбору	Актуальна кислотність, од. рН
1.	Ерозійні борозни, вимоїни	256,0?257,5	пісок+супісок, мокрий	0?5 см 10?20 см	4,10 3,45
2.	Конус виносу	255,5?256,0	пісок+супісок, мокрий	0?5 см 10?20 см	3,33 2,17
3.	Сильнотрансформовані ділянки ПВС	257,0?258,5	пісок, сирий?мокрий	0?5 см 10?20 см	4,69 4,40
4.	Самовідновлені ділянки ПВС	257,5?259,0	пісок, вологий?сирий	0?5 см 10?20 см	6,04 5,85
5.	Непорушений трав'яний покрив	258,5?259,0	суглинок+супісок, свіжий?вологий	0?5 см 10?20 см	6,00 5,64
6.	Рілля	259,0?259,5	суглинок, свіжий	0?5 см 10?20 см	6,33 6,17
	<i>Середні показники</i>	<i>257,75</i>	<i>?</i>	<i>0?5 см 10?20 см</i>	<i>5,08 4,61</i>

2014. - Т. 10. Вип. 2. - С. 535?543.

8. Левик В. І. До історії вивчення посттехногенного періоду розвитку відвалів Передкарпатського сірконосного басейну / В. І. Левик // Наукові основи збереження біотичної різноманітності: тематич. зб. - Львів: Інститут екології Карпат НАН України, 2006. - Вип. 7. - С. 171-175.
9. Мануїлова Г. М. Фітомеліорація деєастованих ландшафтів в умовах Львівщини: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук / Г. М. Мануїлова. - Львів, 2005. - 20 с.
10. Мануїлова Г. М. Розвиток рослинності на деєастованих землях гірничодобувних підприємств / Г. М. Мануїлова // Наук. вісн. НЛТУ України: Зб. наук.-техн. праць. - 2004. - Вип. 14.4. - С. 34-37.
11. Марискевич О. Оксидоредуктазна активність ґрунтів техногенних ландшафтів сірчаних родовищ Передкарпаття / [О. Марискевич, В. Левик, І. Шпаківська, М. Бжежінська] // Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. Сер. біол. - 2008. - Вип. 24. - С. 78-82.
12. Марискевич О. Г. Формування ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП "Сірка" / О. Г. Марискевич, І. М. Шпаківська, О. І. Дідух // Наук. вісник Чернівецького ун-ту: Зб. наук. праць. - 2005. - Вип. 251. Біологія. - С. 175-185.
13. Панас Р. М. Рекультивация земель: [навч. посібн.] / Р. М. Панас. - Львів: Новий світ-2000, 2005. - 224 с.
14. Рудько Г. И. Оценка техногенных изменений геологической среды и вопросы управляемого контроля техногенеза (на примере Карпатского региона Украины) / Г. И. Рудько // Геоэкол. Инж. геол. Гидрогеол. Геокриол. - 1999. - № 1. - С. 15-25.
15. Шпаківська І. М. Досвід діагностики посттехногенних ґрунтів сіркодобувних підприємств Львівщини / І. М. Шпаківська // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідом. темат. наук. зб. - 2009. - № 69. - С. 161-166.
16. Kolodziej B. Analiza morfologiczna struktury gleby antropogenicznej na terenie po otworowej kopalni siarki / B. Kolodziej, A. Slowinska-Jurkiewicz // Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych. - 2005. - Z. 505. - P. 177-184.

Иванов Е.А., Клейник В.В., Тыханович Е.Е. Функционирование природно-хозяйственных систем в пределах ликвидированных участков подземной выплавки серы. В пределах ликвидированных участков выплавки серы возникают постмайнинговые природно-хозяйственные (ландшафтные) системы. Проведенные эколого-ландшафтные исследования позволили оценить интенсивность распространения и развития экзогенных процессов (эрозионных, суффозионных, подтопления и т.д.), рассмотреть особенности формирования и самовосстановления почвенного и растительного покровов в пределах Язовского рудника подземной выплавки серы.

На примере ключевых участков "Песоцкий" и "Борисы" исследовано процессы функционирования и развития постмайнинговых ландшафтных систем. Избранные участки представляют два различных сценария самовосстановления почвенного и растительного покровов в зонах развития экзогенных процессов. Первый сценарий (участок "Песоцкий") предусматривает развитие вторичной линейной эрозии в окраинных части рудника ПВС, а второй сценарий (участок "Борисы") - создание зоны закисления почвы и формирования ландшафтных систем вокруг ликвидированной скважины. По результатам исследований составлено ландшафтные и эколого-ландшафтные планы (масштаб полевой съемки 1 : 200).

С целью изучения особенностей пространственного распределения актуальной кислотности и влажности почвы проведено измерения на продольном профиле, т. е. вдоль основной эрозионной промоины и трех поперечных

профилях. Для оценки степени трансформации почвенного покрова исследуемой площади использовано анализатор почвы КС-300В компании "Kecheng Optoelectronic". В полевых условиях с помощью этого анализатора определено температуру, влажность и актуальную кислотность (показатель pH) почвы на глубинах 5 и 20 см. По результатам ландшафтно-экологического исследования составлено графики распределения актуальной кислотности и влажности почвенного профиля.

Ключевые слова: Предкарпатский сероносный бассейн, подземная выплавка серы, природно-хозяйственная система, рекультивация, самовосстановление ландшафтных систем, кислотность почвы.

Ivanov E.A., Kluynyk V.V., Tykhanovych E.E. The nature-economic of systems functioning within liquidated areas of underground sulfur melting. Within the areas of liquidated sulfur melting, arise postmining nature-economic (landscape) systems. Ecological and landscape studies made possible to evaluate the intensity distribution and display of exogenous processes (erosion, suffusion, flooding, etc.), consider the characteristics of the formation and self-renewal of soil and vegetation within "Yazivs'kyi" mine underground sulfur melting.

On example of key areas "Pisots'kyi" and "Borysy", the processes of functioning and development postmining landscape systems. The selected areas represent two different scenarios of soil and vegetation self-healing in areas of active exogenous processes. The first scenario (area "Pisots'kyi") provides for the development of secondary linear erosion in the outlying parts of the mine plant, and the second scenario (area "Borysy") ? establishment of a soil acidification and landscape formation around the producing wells. Based on research compiled landscape and ecological-landscape plans (scale of field survey 1 : 200).

In order to study characteristics of actual acidity and soil moisture spatial distribution were measured on the longitudinal profile, which stretched along main rill erosion and three transverse profiles. To estimate the degree of soil cover transformation on study area used soil analyzer KC-300B by "Kecheng Optoelectronic" company. In the field survey with this analyzer specified temperature, humidity and actual acidity (pH) of soil at depths of 5 and 20 cm. Based on results of landscape-ecological research creating graphs of actual acidity and humidity distribution in soil profile.

Key words: Precarpathian sulfurous basin, underground sulfur melting, nature-economic system, recultivation, self-recovery of landscape systems, soil acidity.