

УДК 504.53.054:504.064:62/69

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ҐРУНТІВ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ДІЛЯНКАХ СВЕРДЛОВИН

Журавель М. Ю.¹, Клочко Т. О.², Яременко В. В.³

¹Північно-східний науковий центр «Інтелект-сервіс», Харків, Україна

²Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

³СП Полтавська нафтогазова компанія

²E-mail: klochko.ta@gmail.com²

У роботі розглянуто питання дослідження стану території родовищ вуглеводнів, вплив на ґрунти процесів розробки та оцінка якості рекультивації ґрунтів.

Ключові слова: нафтогазовидобуток, ґрунти, дослідження, порушення, рекультивація, космічні знімки, ГІС.

ВСТУП

Розвиток території залежить від природно-ресурсного потенціалу. Північно-східний регіон України здавна славився наявністю різних галузей та сфер діяльності (підприємства з видобування корисних копалин, виробництва різних видів промислової і с/г продукції тощо). З огляду на довготривале використання стан довкілля у межах регіону і на підприємствах є незадовільним.

В Україні ще наприкінці 90-х ХХ ст. було найвище серед європейських країн антропогенне навантаження на природне середовище, а на більшій частині її території якість довкілля була загрозливою для здоров'я людей. Екологічна безпека залежить від рівня розвитку технологічного способу виробництва. Екологічна небезпека України значною мірою успадкована від колишнього СРСР. В Україні, яка займала лише 2% його території, було зосереджено 25% всього промислового потенціалу й аналогічну кількість забруднення природного середовища Союзу. Після проголошення незалежності Україна, втративши більшу частину колишніх дешевих енергоносіїв, у 90-х продовжувала нарощувати архаїчну для неї структуру виробництва, майже нічого не зробила для трансформації ресурсо- і енергозатратної економіки. Так, незважаючи на майже двократне зниження обсягів ВВП за період 1990–96 р.р., енергомісткість ВВП внаслідок зростаючого зношування застарілих основних фондів зросла на 40%. Реалізація 1 кг умовного палива в Україні приносить 0,5 дол. ВВП, тоді як у Японії – 9,3 дол. /1/.

Новітня історія України продовжила традиції розробки нафтогазових родовищ, з додаванням інших аспектів впливу на довкілля. Це наприклад впровадження технологій видобутку газу засобом гідророзриву. Технологічний процес включає зняття ґрунту та наступну рекультивацію значно більших за розміром майданчиків.

Основним напрямком попередження негативного впливу на ґрунти є постійно діюча система контролю технологічного процесу освоєння та повернення земель власникам, як елемент системи екологічного управління підприємства газового комплексу. Попередніми дослідженнями ґрунтів на майданчиках «радянського»

періоду виявлені комплексні аномалії важких металів. Ураховуючи, що по космічним знімкам старі майданчики вирізняються площинними аномаліями різних тонів, і вони займають досить значну площу в аграрних ландшафтах регіону, постає необхідність детального вивчення вмісту важких металів на старих майданчиках.

1. ВПЛИВ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ НА ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ ТА ОСОБЛИВОСТІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ

Ґрунт – верхній тонкий шар континентальної земної кори, утворений під впливом рослин, тварин, мікроорганізмів з материнських гірських порід та знаходиться в умовах сталого (на певному проміжку часу) клімату. Цей компонент біосфери взаємозв'язаний (взаємообумовлений) з іншими її частинами. В цілих умовах екологічні чинники функціонування ґрунтового покриву стабільні. Але в сучасних умовах сільськогосподарського використання проходить перебудова від складної системи вище перерахованих взаємопов'язаних компонентів до спрощеної системи – агроландшафт. Територія Полтавської низовини, де знаходяться гірничі відводи нафтогазових підприємств, налічує більше двох віків історії сільськогосподарського використання земель. У сталих умовах землеробства усі процеси, які відбуваються в ґрунті, знаходяться в рівновазі. Тимчасове вилучення земель із сільськогосподарського обігу для будівництва або капітального ремонту свердловин і прокладки трубопроводів може мати такі негативні наслідки, як погіршення агрофізичних, агрохімічних властивостей та забруднення важкими металами рекультивованих земель штучно функціонуючої системи агроландшафт.

Рекультивація земель є обов'язковою складовою технологічних процесів, пов'язаних з відновленням порушених земель. Рекультивація повинна здійснюватися в два послідовних етапи: технічний і біологічний. Згідно ГСТУ 41-00032626-00-023-2000 [12], технічний етап рекультивації включає підготовку ділянки для наступного цільового використання, а біологічний етап, що фінансується промисловим підприємством, складається з комплексу агротехнічних і фітомеліоративних заходів з відновлення родючості порушених земель. Земельні ділянки в період здійснення біологічної рекультивації у сільськогосподарських цілях повинні проходити стадію меліоративної підготовки з вирощуванням однорічних, багаторічних злакових і бобових культур для відновлення і формування кореневмісного шару та його збагачення органічними речовинами (ГОСТ 17.5.3.04-83, п.1.13, п.6.1).

Основними очікуваними негативними наслідками проведення робіт з будівництва трубопроводів та нафтогазових свердловин, які, як правило, з'являються після рекультивації та повернення земельних ділянок власникам, є:

- ущільнення ґрунту;
- зменшення вмісту гумусу у верхній частині родючого шару ґрунту;
- зменшення вмісту мінерального азоту та рухомих сполук фосфору і калію;
- зміна кислотності ґрунту, за рахунок розсіяння компонентів бурових розчинів;
- аномальне накопичення важких металів (Pb, Ba, Zn, Mo та інших);
- локальне засолення ґрунту компонентами бурових розчинів.

Ущільнення відбувається внаслідок надмірного тиску на ґрунт ходовими системами транспортних засобів та іншої техніки і значно посилюється при

виконанні земляних робіт за підвищеної вологості ґрунту. Ущільнюється не тільки верхній, кореневмісний шар ґрунту, але й нижні глибокі горизонти. Щільний ґрунт у сухому стані чинить великий опір розвитку кореневої системи рослин, погано фільтрує воду, для обробки потребує додаткових витрат. Вологоємність ущільненого ґрунту є гіршою, ніж у природному розпушеному стані. У зв'язку з цим рослини постійно відчувають дефіцит необхідної їм вологи.

Зменшення вмісту гумусу і поживних речовин у верхній частині родючого ґрунту виникає через перемішування з нижньою частиною шару (у природному стані ці показники поступово знижуються з глибиною), і обумовлює дискомфорт росту рослин при недостатній забезпеченості основними поживними елементами.

Зміна кислотного стану ґрунту може бути наслідком розсіювання компонентів бурових розчинів в процесі їх приготування та використання в технологічних процесах буріння. Це призводить до порушення фізичного, хімічного та мікробіологічного режиму ґрунтів і може знизити доступність поживних елементів рослинам.

Окремо слід зазначити, що при будівництві об'єктів газовидобувного комплексу існує можливість втручання в природний процес перерозподілу поверхневого стоку. При цьому різко підвищується вірогідність розвитку ерозійних процесів.

2. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами досліджень були вибрані рекультивовані ділянки сільськогосподарських полів після буріння свердловин на території родовищ. Точки дослідження розташовані в межах поширення чорноземів звичайних. Для вивчення фізичних та хімічних властивостей ґрунту проаналізовано проби на різних глибинах родючого шару. На кожній з обстежуваних ділянок закладені пробні площадки, на яких відібрані точкові проби ґрунту з орного (0–25 см) та підорного шарів (25–50 см) для встановлення водно-фізичних (вологість, щільність), агрохімічних (вміст гумусу, рН, вміст азоту, фосфору і калію), фізико-хімічних (склад водних екстрактів) та агроекологічних показників.

Найбільш актуальними при проведенні моніторингу робіт з рекультивації, на наш погляд, з вище перелічених показників, є щільність складення ґрунту, вміст гумусу, та значення рН. Вміст поживних елементів (азоту, фосфору, калію) у ґрунті контролюється за допомогою внесення мінеральних і органічних добрив, тому відокремлення фактору використання ділянки під свердловину за цими показниками може бути нівельовано з початку її цільового використання, протягом одного або декількох вегетаційних сезонів, окрім одиничних випадків. Єдине, що звертає на себе увагу, – це одночасне підвищення вмісту рухомих сполук калію та значення рН.

На всіх ділянках із різним ступенем проявлено відносно ущільнення ґрунту орного і підорного горизонтів відносно фонових значень, тобто проявлено певний вплив на структурно-агрегатний склад унаслідок рекультиваційних робіт. Значення щільності складення ґрунту перебувало у межах 0–20 % границі від фонового значення, як для орного так і підорного шарів. На всіх свердловинах видно, що більшого ущільнення відносно фону зазнав підорний горизонт, оскільки фактично він був основою бурового майданчика.

Вміст гумусу в орному і підорному горизонтах на всіх ділянках виявився нижчим за фонові значення – в орному шарі на 9–17%, у підорному – на 20–30%. Підорний шар за вмістом гумусу більш помітно відрізняється від фонових значень, ніж орний. Очевидно, він зазнав більшої трансформації та його відновлення відбувається повільніше, ніж в орному шарі.

Значення кислотно-лужного показнику ґрунтів (рН) варіює у межах 5,55 – 7,29, що відповідає нейтральній та слабко лужній категорії. На рекультивованих ділянках середнє значення рН виявилось до 25 % вище від фонового. Поясненням цього може бути розсіяння залишків лужних бурових розчинів та змішування більш глибоких шарів, які містять карбонати, з поверхневими шарами ґрунтового профілю.

Ділянки старих свердловин помітно відрізняються від рекультивованих у сучасний період ступенем варіації вмісту елементів. Коефіцієнти варіації певного набору елементів – Ag, Ba, Pb – сягають 120–150%, що свідчить про вкрай нерівномірний розподіл сполук цих елементів у ґрунтах. Такі коливання є наслідками концентрації залишків бурових відходів на ділянках буріння деяких свердловин.

За рядом показників встановлено, що ступінь перетвореності хімічного складу мінеральної частини ґрунтів на сучасних рекультивованих ділянках свердловин є незначним. Стан ґрунту на цих свердловинах різко контрастує з ділянками рекультивації до 1994 року, де спостерігаються перевищення у 1–10 разів фонових концентрацій та ГДК вмістом низки металів – Pb, Ba, Ag, Zn, Cu, Mo.

У результаті літолого-мінералогічного вивчення ґрунтів навколо свердловин можна зробити такі висновки:

- забруднення такими елементами, як Ba і Pb закономірно просліджується у пробах орного і підорного шару, що представлені техноземами (проби неоднорідні з великою кількістю домішок); в пробах, що основі свого складу мають суглинок; і всі проби, які мають велику кількість включень різної розмірності, але основою проб є чорнозем.
- ступінь забруднення в цілому пропорційно залежить від ступеня неоднорідності ґрунтів та кількості механічних домішок в них;
- також всі незабруднені проби ґрунту без винятку мають силікатний тип, а забруднені проби – змішаний, силікатно-карбонатний або карбонатно-силікатний;
- механічні домішки у пробах свідчать про забруднення не лише в результаті зберігання бариту, монтморилоніту та інших матеріалів на бурових майданчиках, а й через шлам пробурених порід, який потрапив до ґрунту в результаті буріння;
- у результаті літолого-мінералогічного аналізу також було виявлене забруднення ґрунтів на декількох бурових майданчиках графітовими змазками.

3. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ХІМІЧНИХ АНАЛІЗІВ ҐРУНТІВ

З метою більш глибокого осмислення процесів, що формують сучасний стан ґрунтів районів нафтогазових родовищ для обробки отриманого фактичного матеріалу були застосовані методи математичної статистики.

При одномірному статистичному аналізі у вибірках даних розраховувалися: середнє значення компонента, похибка середнього, середньоквадратичне відхилення, похибка середньоквадратичного відхилення, мінімальне і максимальне значення компонента, розмах, коефіцієнт варіації (%), коефіцієнт асиметрії нормалізований, коефіцієнт ексцесу нормалізований. За двома останніми

характеристикам робився висновок про відповідність або невідповідність вибірки нормальному розподілу, що в свою чергу визначало подальшу процедуру обробки даних.

З метою виявлення статистичної близькості чи віддаленості різних типів природних та техногенно-змінених ґрунтів і виявлення груп об'єктів найбільш подібних (чи навпаки – віддалених) за характером забруднення та геохімічними процесами був застосований кластерний аналіз, який, використовуючи формальні математичні методи, класифікує об'єкти з багатовимірними показниками на однорідні групи.

Спочатку кластерний аналіз виконувався із застосуванням агломеративної ієрархічної процедури з побудовою дендрограми – одномірного графа, що зображує взаємні зв'язки між об'єктами. Дендрограма дозволяє візуально оцінити кількість утворених кластерів та їх якісний склад.

Стандартизація даних дозволяє враховувати всі параметри з однаковою вагою, незалежно від їх абсолютних значень. Надалі проводилося автоматичне розбиття всієї сукупності точок на задане число груп (кластерів), з перерахунком центральної точки кластеру і повторенням процедури до отримання стійкого рішення (метод к-середніх).

Для математичного обґрунтування причинно-наслідкових зв'язків процесів трансформації ґрунтового покриву, був застосований факторний аналіз. Цей статистичний метод є одним з найефективніших засобів виявлення закономірностей, прихованих в масивах даних, для яких відсутня можливість безпосереднього спостереження і вимірювання геохімічних процесів – факторів. Про них можна судити лише за кінцевими результатами, що відображаються у значеннях різних характеристик.

Процеси формування техноземів на майданчиках радянського періоду та на сучасних рекультивованих майданчиках абсолютно різні за хімізмом ґрунтів. Радянські майданчики, що рекультивовані зі значними порушеннями, мають переважно кальцито-баритовий тип техноземів з аномальним накопиченням важких металів. Рекультивовані сучасні майданчики з додержанням технологій характеризуються ґрунтами дуже близькими з хімізмом до фонових чорноземів.

Зазначити використання території гірничого відводу, прилеглих територій підприємством та населенням; динаміку, досягнення та проблеми реалізації заходів рекультивації земель дозволило використання матеріалів космічних зйомок. За космічними знімками визначаються зміни стану рослинності, ґрунтового покриву, поява нових технологічних об'єктів та ліквідація старих, зміни у використанні земель гірничого відводу та за його межами. Всього за знімками на території сучасної виробничої діяльності виділено більше 20 ділянок з ознаками деградації ґрунтів та рослинності, визначені ділянки фонових досліджень.

ВИСНОВКИ

Оцінка результатів дослідження агроєкологічних та фізико-хімічних показників ґрунту на добре рекультивованих майданчиках свердловин показує високу якість технічної рекультивації ґрунтів, що підтверджується:

- Близькими показниками вмісту гумусу і поживних речовин (N, P, K) на фонових і рекультивованих ділянках;

- Низьким вмістом токсичних солей на рівні 0,2 ГДК і відсутністю ореолів засолення ґрунтів;
- Відсутністю аномалій вмісту важких металів та перевищень ГДК для ґрунтів сільськогосподарського призначення.

Техногенна трансформація ґрунтового покриву внаслідок рекультивациі бурових майданчиків у минулі роки (до 1994 р.) та на сучасних рекультивованих майданчиках абсолютно різна за хімізмом ґрунтів. Старі майданчики, як правило, рекультивовані зі значними порушеннями, про що свідчить формування на них техноземів переважно кальцито-баритового типу з аномальним накопиченням важких металів.

За допомогою космічних знімків проведена оптимізація розташування точок спостереження ґрунтів, що сприяло репрезентативності опробування. Аналіз космічних знімків різних дат надає змогу вивчити історію освоєння території, показує достатньо високий контраст старих промислових майданчиків на фоні сільгоспугідь через великий строк після їх ліквідації та рекультивациі. Матеріали космічної зйомки повинні стати невід'ємною частиною оперативного моніторингу ґрунтів, оскільки надають об'єктивну інформацію про стан території у часі та просторі.

Дослідження якості ґрунтів рекультивованих майданчиків як свердловин сучасних розробників, так і старих свердловин попередніх власників, контрастний стан яких дозволяє проводити об'єктивну порівняльну оцінку та забезпечує більш повне розуміння процесів техногенної трансформації рекультивованих ґрунтів, розділити відповідальність за успадковане забруднення.

Здійснення моніторингу ґрунтів з метою контролю якості рекультивациі бурових майданчиків є необхідною складовою забезпечення екологічної безпеки діяльності підприємства та санітарно-епідеміологічного благополуччя населення району. Управлінські рішення спрямовані на мінімізацію наслідків проявлення факторів екологічної небезпеки.

Список літератури

1. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / Редкол: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. – К.: Видавничий центр “Академія”, 2000. – 864 с.
2. Белоненко Г.М. Изменение черноземных почв при нефтедобыче и пути восстановления их плодородия / Г.М. Белоненко. – Київ: Аграрна наука, 1996. – С. 27-37. – Агрохімія і ґрунтознавство.
3. Рекультивация земель під час спорудження нафтових і газових свердловин: ГСТУ 41-00032626-00-023-2000. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2000. – 64 с. – (Галузевий стандарт України).

Журавель Н.Е. Оценка техногенной трансформации почв на рекультивированных участках скважин / Н. Е. Журавель, Т. А. Клочко, В. В. Яременко // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1–С. 55-61.

В работе рассматриваются вопросы исследования состояния территории месторождения углеводородов, влияние на почвы процессов разработки и оценка качества рекультивации почв.

Ключевые слова: нефтегазодобыча, почвы, исследования, нарушения, рекультивация, ГИС, космические снимки.

SCORE TECHNOGENIC SOIL TRANSFORMATION ON RECLAIMED AREAS WELLS

Zhuravel M. Y.¹, Klochko T. O.², Yaremenko V. V.³

¹*North-East scientific Center "Intelligence service", Kharkiv, Ukraine*

²*National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkiv, Ukraine*

³*JV Poltava Petroleum Company, Poltava, Ukraine*

E-mail: klochko.ta@gmail.com²

The study is focused on soils within the licensed operation area.

The aim of the study is impact assessment of wells and pipelines installation on soils conditions, physical and chemical properties, soils productivity after land reclamation.

Basing on field physical and chemical analytical investigations the assessment of soils properties and their change under conditions of production infrastructure installation is carried out within the territories of fields.

It is reasonable to provide environmental monitoring using remote sensing materials at all stages of fields' exploration and production. Observation of relief dynamics, production in-frastructure within and beyond the study area allows controlling production processes: in-stallation of new drilling sites and their remediation, pipelines and roads construction, allo-cation of production facilities, impact to soils and other environment components.

Satellite images interpretation has provided the analysis of production and land reclamation history as well as identification of soil disturbance sites.

Up-to-date information technologies, including GIS-technologies, are essential for effective management of agroecological and mapping information, according to aims and tasks of efficient soil monitoring.

Keywords: oil and gas extraction, space imaging, soils, research, soil reclamation, vegetation, violation

References

1. Economic: the encyclopedia in three volumes. T. 1. /Edited by: S.V/ Močernij (sub red.), etc. – K.: Publishing Center "Academy", 2000. – 864 p.
2. Belonenko G.M. černozemnyh nefte dobyče Edit počv directory and in the ways of their plodorodiâ/ G.M. Belonenko. Soil science and agricultural chemistry. – Kyiv: Agricultural Science, 1996. P. 27-37.
3. Reclamation of land during construction of oil and gas wells: UKRAINE 41-00032626-00-023-2000. – K.: Ministry of ecology and natural resources of Ukraine, 2000. – 64 p. – (the industry standard).

Поступила в редакцію 23.04.2013 з.