

Реферат до наукової роботи:
**«Обґрунтування параметрів способу використання геотермальної енергії
для інтенсивної рекультивації деградованих територій»**
Автор роботи: Богомаз О.П.

Актуальність роботи.

Для розміщення та функціонування гірничих підприємств із земельного фонду вилучаються значні площі. Розміщення на цих територіях відкритих виробок, промислових майданчиків, відстійників і породних відвалів призводить до деградації та знищення родючої оболонки земної поверхні. Після ліквідації підприємства природне відновлення порушених територій, до початкового стану, сповільнене через дефіцит води й відсутність родючого ґрунту для життєдіяльності біоти.

Згідно Земельного кодексу України, після ліквідації шахт та кар'єрів, земельні відвали та промислові майданчики, повинні бути відновлені в стан, придатний для подальшого використання, в тому числі для потреб сільського господарства.

За останні роки в Україні ліквідовано понад 120 гірничих підприємств, в перспективі закриття ще кількох десятків, площа зміненого ландшафту при цьому становить близько 800 тис. га, в тому числі, промислових майданчиків – 77,3 тис. га, кар'єрів – понад 122 тис. га, відвалів і териконів – 38,6 тис. га. Промислові майданчики більшості з них розташовані в степовій або лісовій місцевостях, тому прискорити процес відновлення родючих властивостей ґрунтів деградованих територій задля повернення їх у потреби сільського або лісового господарства є важливим і актуальним завданням.

Після ліквідації відпрацьованих шахт, для запобігання підтоплення осілих ділянок поверхні, необхідно проводити дренажний водовідлив з затоплених підземних гірничих виробок з глибини не менше 100 м. Щорічно шахтами України на поверхню відкачується понад 600 млн. м³ високомінералізованих вод. Ці води, перед скиданням у відкриту водойму, повинні бути очищені та знесолені. Опріснення таких стоків, на сьогоднішній день, представляє складну технічну проблему, поєднану зі значними витратами.

Хороші результати дає використання вищих водних рослин для очищення стічних та природних вод. До переваг фітотехнологій відносять низьку вартість очисних споруд, простоту будівництва та відсутність необхідності хлорування води перед скиданням її у водний об'єкт.

Важливим недоліком споруд фітотехнологій є суттєва залежність від кліматичних чинників. Температуру скидів на рівні 10...12°C важко

підтримувати в холодний період року, коли температура повітря становить від -3 до +4–5 °С. В таких випадках температура скидів наближується до температури повітря, діяльність гідробіонтів у біоплато загальмовується, а при +4 °С – припиняється. В теплий період року, коли температура повітря перевищує 25...30°С, вода в біоплато прогрівається до того ж рівня. У такому водному середовищі різко зменшується вміст кисню, це пригнічує діяльність гідробіонтів, сприяє розвитку синьо-зелених водоростей та припиняє нормальну роботи біоплато з очищення стоків. За такої ситуації існує небезпека зворотного процесу – погіршення стану стоків.

Розв'язанню даної проблеми присвячено роботи Архипова Л.М., Білявського Г.О., Бондара О.І., Вергелеса Ю.І., Діренка Г.О., Курилюка М.С., Ладигенського В.Н., Стольберга В.Ф. та інших вітчизняних та закордонних вчених. Однак, в них не було враховано зимовий режим простою біологічних споруд, неможливість паралельних процесів рекультивації ґрунту та очищення дренажних стоків, а також можливість регулювання температури води, що видається з шахтних теплообмінників.

Одним зі способів інтенсифікації процесів відновлення природних екосистем є видобуток та використання геотермальної енергії надр закритих гірничих підприємств, але її видобуток і технологія застосування потребує наукового обґрунтування раціональних параметрів.

Таким чином, встановлення закономірностей теплопереносу в геотермальній системі в залежності від її конструктивних параметрів; впливу відсотка графіту в глино-графітовій суміші на її теплопровідність; взаємозв'язку складу води та динаміки зростання біомаси в певному інтервалі температури є основним науковим завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана на кафедрі природоохоронної діяльності Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет» відповідно до основних напрямків наукових досліджень Донецького національного технічного університету за «Програмою науково-технічного розвитку Донецької області на період до 2020 року» № 195/16 від 12 травня 2015 р. Авторка роботи приймала участь як відповідальний виконавець НДР «Обґрунтування параметрів технології використання геотермальної енергії для інтенсивної рекультивації вироблених просторів кар'єрів» (номер держреєстрації 0117U003955).

Мета роботи полягає у науковому обґрунтуванні параметрів способу використання геотермальної енергії для інтенсифікації відновлення біологічного різноманіття деградованих територій, з одночасним очищенням

стоків, на основі встановлення закономірностей теплопереносу в геотермальній системі.

Для досягнення поставленої мети сформульовано та вирішено наступні задачі:

- виконати аналіз існуючих технологій відновлення біологічного різноманіття на промислових майданчиках ліквідованих шахт та у вироблених просторах кар'єрів;

- здійснити аналітичне обґрунтування та визначити закономірності використання геотермальної енергії з надр для інтенсифікації відновлення біорізноманіття на техногенно-деградованих територіях;

- обґрунтувати параметри технологічних процесів використання геотермальної енергії для інтенсивної рекультивації деградованих територій гірничих підприємств;

- узагальнити аналітично-експериментальні залежності стосовно ефективного використання геотермальної енергії для відновлення біологічного різноманіття на деградованих територіях гірничих підприємств;

- виконати оцінку економічної доцільності застосування способу використання геотермальної енергії для інтенсивної рекультивації деградованих територій.

Ідея роботи полягає у використанні ефекту теплообміну між породним масивом та шахтними стоками для вилучення геотермальної енергії, а також для використання її для інтенсифікації нарощування біомаси й вирішення екологічних питань техногенно-деградованих територій.

Об'єкт дослідження – процес енергообміну між водним потоком і гірничим масивом при роботі свердловинного геотермального теплообмінника.

Предмет дослідження – параметри способу відновлення біологічного різноманіття техногенно-деградованих територій.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у роботі завдань використано комплексний методологічний підхід, що включає: аналіз і узагальнення відомих досліджень присвячених питанням відновлення біологічного різноманіття на техногенно-деградованих територіях; розрахунково-аналітичний метод при визначенні основних параметрів запропонованого способу; теоретичні дослідження перенесення теплоти від породного масиву до теплоносія у свердловинному геотермальному теплообміннику; лабораторні дослідження теплопровідних властивостей глино-графітової суміші та аналіз якості води; експериментальні дослідження приросту біомаси прибережно-водної рослинності; обробка, аналіз та інтерпретація отриманих результатів.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше встановлено закономірність, що полягає в збільшенні не менше ніж у 10 разів коефіцієнта теплопередачі у свердловинному теплообміннику за рахунок додавання шару речовини, що має підвищений коефіцієнт теплопровідності, завтовшки не менш ніж 10% від діаметра зовнішньої труби.

2. Вперше встановлено, що при додаванні порошку графіту до 50% (мас.) відбувається збільшення коефіцієнта теплопровідності глино-графітової суміші. Він склав $10,17 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ та $15,89 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ для сухої та зволоженої суміші відповідно, що на 108,83% та 157,12% більше в порівнянні з теплопровідністю сухої бентонітової глини. Вміст графіту понад 50% у зволоженої глино-графітової суміші призводить до зниження коефіцієнта теплопровідності через гідрофобні властивості графіту.

3. Вперше визначено прийнятний діапазон температури води – $+12\dots+22^\circ\text{C}$, який необхідно підтримувати в біоочисному спорудженні, що дозволить забезпечити ефективний цілорічний приріст біомаси, а, отже, буде сприяти інтенсивному нарощуванню родючого шару на техногенно-порушених територіях. При цьому накопичення родючого шару відбувається в 1,57 разів швидше ніж без використання підземного тепла. При температурі води вище $+26^\circ\text{C}$ та нижче $+5^\circ\text{C}$ ріст біомаси в біоочисному спорудженні припиняється.

4. Вперше встановлено, що забезпечення температури в біоочисному спорудженні в діапазоні $+12\dots+22^\circ\text{C}$ є умовою ефективного використання геотермальної енергії, при витраті води не більше $400 \text{ м}^3/\text{добу}$ діаметр внутрішньої труби свердловинного теплообмінника повинен бути рівним $0,35\dots0,5$ діаметра зовнішньої труби, при цьому, глибина свердловини складає не менш 130м, однак при використанні, в якості заповнювача затрубного простору, глино-графітової суміш, з містом графіту до 50%, глибина свердловини може бути знижена в 1,7 разів

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей теплопереносу та зміни температури води в геотермальній системі в залежності від глибини свердловини та співвідношенні діаметрів труб теплообмінника; встановлені ефективний вміст порошку графіту в теплопровідній суміші; взаємозв'язку складу води та динаміки зростання біомаси в певному інтервалі температур, що дозволило обґрунтувати параметри способу використання геотермальної енергії для прискореного відновлення техногенно-деградованих територій.

Практичне значення роботи:

– обґрунтовано параметри способу використання геотермальної енергії для інтенсивної рекультивації деградованих територій гірничих підприємств;

– удосконалено, стосовно до дренажного водовідведення ліквідованих «мокрим» способом шахт, схеми ерліфтного водовідливу, що дозволяє регулювати температуру відкачуваної води змінюючи глибину її відбору з шахтного стовбура та практично забезпечити цілорічну роботу біоплато;

– розроблено рекомендації щодо поліпшення теплоємності в системі породний масив – водне середовище у біоочисному спорудженні шляхом заповнення затрубного простору глино-графітовою сумішшю з масовою часткою графіту до 50%, що дозволить зменшити довжину свердловини в 1,7 рази.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій підтверджується досвідом використання геотермальної енергії, технологій відновлення територій порушених гірничими роботами, способів очищення та використання відходів гірничого виробництва. Результати теоретичних досліджень підтверджено лабораторними дослідженнями по визначенню теплопровідних властивостей порід та натурними дослідженнями по визначенню взаємозв'язку складу води і динаміки зростання біомаси в певному інтервалі температур, коректним використанням методів обробки експериментальних даних, задовільною збіжністю теоретичних і натурних досліджень (відхилення $\pm 15-19\%$).

Загальнодержавне значення отриманих результатів роботи. Гірничодобувна галузь України має ключове значення в розвитку економіки нашої держави. Проте на етапі експлуатації та ліквідації підприємства гірничодобувного сектору завдають негативного впливу всім компонентам навколишнього природного середовища – атмосфері, літосфері, гідросфері та біорізноманіттю, внаслідок чого природні ландшафти перетворюються на техногенні. Гірничі роботи призводять до деформації земної поверхні, порушення ґрунтового покриву, скорочення площ продуктивних угідь різного призначення, погіршення якості ґрунтів, а також є причиною виникнення ерозійних процесів. Суттєвою проблемою є також відведення зазвичай високомінералізованих шахтних вод на поверхню, де їх знезаражують шляхом хлорування та скидають у гідрологічну мережу, проте в них залишається великий вміст розчинених неорганічних та органічних речовин, що забруднює поверхневі води. Тому використання науково-технічних результатів представленої наукової роботи має загальнодержавне значення у сенсі безпечного закриття гірничих підприємств та відновлення порушених гірничими роботами територій до їх природного збалансованого стану. Застосування запропонованого способу використання геотермальної

енергії, на ліквідованих гірничих підприємствах, дозволить повернути у земельний фонд України близько 800 тис га земель, що наразі є техногенно-деградованими, та отримати понад 600 млн. м³/рік демінералізованих вод.

Реалізація результатів роботи. Розроблені рекомендації які прийняті до дослідно-промислового використання при очищенні шахтних вод, а також включені до проєкту реструктуризації підприємства ВП «Шахта «5/6» ДП Мирноградвугілля». (Акт впровадження від 15.07.2019 р.).

Наукові та практичні результати роботи використані у навчальному процесі ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» під час викладання дисциплін: «Захист навколишнього середовища при ліквідації підприємств ПЕК», «Рекультивация земель», «Використання альтернативних джерел енергії в ПЕК» (Довідка від 02.09.2019 р.).

Значимість одержаних результатів у порівнянні з кращими вітчизняними та світовими аналогами. Отримані в роботі наукові результати встановлено вперше, аналогів роботи немає, що підтверджується отриманими патентами на винахід та корисну модель. Рівень наукових розробок є високим та конкурентоспроможним на світовому ринку. Встановлено нові закономірності теплопереносу в геотермальній системі які дозволяють цілорічну роботу біологічних споруд. Визначено основні параметри геотермального теплообмінника для ефективного використання геотермальної енергії. Розроблені технічні рішення характеризуються новизною, оригінальністю та ґрунтуються на принципах екологічної безпеки та раціонального природокористування. Основними установами й організаціями, що проваджують подібні наукові дослідження за напрямом поданої роботи, є: Шведський метеорологічний і гідрологічний інститут (Швеція), Латвійський сільськогосподарський університет (Латвія), Білоруський державний технологічний університет (Республіка Білорусь), Кемеровський державний університет (Росія), Карлів університет (Чехія).

Апробація роботи. Основні результати роботи доповідались та обговорювались на всеукраїнських та міжнародних науково-технічних конференціях, форумах і семінарах: Екологічні проблеми паливно-енергетичного комплексу: V регіональна конференція (Донецьк, 2014), XII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки» (Кременчук, 2015), VII регіональна науково-практична конференція (Покровськ, 2015), Международная научно-техническая конференция «Промышленная экология» (Минск, Республика Беларусь, 2015), Международный форум-конкурс молодых ученых "Проблемы недропользования" (Санкт-Петербург, Россия, 2014-2016), Науково-практична конференція всеукраїнського конкурсу (Полтава, 2016), XIV

Міжнародна науково-практична конференція "Проблеми екологічної безпеки" (Кременчук, 2016), Екологічні проблеми паливно-енергетичного комплексу: Регіональна науково-практична конференція (Покровськ, 2017), Шостий Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Вінниця, 2017), XV Міжнародна науково-практична конференція "Проблеми екологічної безпеки" (Кременчук, 2017), XII Міжнародна науково-технічна конференція (Миколаїв, 2017), International Conference "Applied Biotechnology in Mining" (Дніпро, 2018), IV науково-практична конференція "Проблеми техніки і технології переробних виробництв" (Покровськ, 2018), 5-й Міжнародний конгрес "Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування" (Лівів, 2018).

Публікації. За результатами роботи опубліковано 28 наукових праць, серед яких: 1 стаття у журналах, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних Scopus та Web of Science; 1 стаття у закордонному журналі; 3 статті у фахових виданнях з переліку МОН України; 1 стаття у інших виданнях України; 17 статей та тез доповідей у матеріалах закордонних та вітчизняних конференцій; 1 патент на винахід; 4 патенти на корисну модель.

За напрямом представленою наукової роботи захищена дисертація на здобуття ступеня доктора філософії.

h-індекс роботи за наукометричними базами даних: Scopus – 1, Web of Science – 1, Google Scholar – 2.

Автор роботи
PhD

Ольга БОГОМАЗ