

внесення додаткових кількостей кальцію становила 83,8, сира маса – 62,8, суха маса – 62,7 % від контролю. Слід також зазначити, що фумігація рослин викликала активне поглинання кальцію з живильного середовища. У варіантах з внесенням CaCO_3 і CaCl_2 в дозах 0,06 г/л поглинання кальцію збільшувалося у 1,5 рази порівняно з нефумігрованими рослинами, а у варіанті з внесенням CaCl_2 в дозі 0,12 г/л – в 4 рази.

Перевірка ефективності застосування солей кальція за умов хронічного забруднення повітря здійснювалися Костянтинівському хімічному заводу та Сумському виробничому об'єднанні «Хімпром», які випускають фосфорні добрива, шляхом внесення вуглекислого кальцію в дозі 700–800 г/м² в прикореневу зону дерев. Після цього рослини поливали. Як показали подальші спостереження за станом дослідних рослин, внесення в ґрунт вуглекислого кальцію дозволяло значно знизити шкідливу дію фтористого водню. Так, рослини бузини чорної, клена сріблястого і робінії звичайної на ділянках з внесенням вуглекислого кальцію в ґрунт пошкоджень не мали, тоді як на контрольних ділянках площа некрозів на їхньому листі становила на кінець вегетації 20,0, 28,8 та 13,3 % відповідно. У тополі канадської, тополі китайської та спиреї Ван-Гутта пошкоджуваність рослин у варіанті з внесенням CaCO_2 у 2,8–3,5 рази нижча, ніж у контролі.

За результатами проведених дослідів можна зробити висновок про значну роль регулювання мінерально живлення шляхом внесення макро- та мікроелементів у формуванні стійких до фториду водних фітоценозів у промислових регіонах. Для зниження пошкоджуваності рослин фтористим воднем також важливе значення має застосування захисних речовин, які здатні зв'язувати фторид-іони, що потрапили у рослинні тканини.

Список використаних джерел

1. Белявский Г. А., Фурдуй Р. С. Основы экологических знаний. Учебник: К.: Лыбидь. 1997. 288 с.
2. Володько И. К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Минск: Наука и техника, 1983. 192 с.
3. Добровольский И. А., Стриха Е. А. К вопросу: о методах повышения газоустойчивости растений. Растения и промышленная среда 1971. Вып. 2. С. 41–46.
4. Илькун Г. М. Загрязнение атмосферы и растения. К.: Наук. думка, 1978. 246 с.
5. Промышленная ботаника / Кондратюк Е.Н., Тарабрин В.П., Бакланов В.И., Бурда Р.И., Хархота А.И. Киев: Наук. думка, 1980. 260 с.
6. Varshney K., Garg K K. Significance of leaf surface characteristics in plant responses to air pollution. Water, Air, and Soil Pollution. 1980. 14. No 1. P. 429–433.
7. Varshney S. R. K., Varshney C. K. Effects of SO_2 on ascorbic acid in crop plants. Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological. 1984. 35 (4). P. 285–290

УДК (504.05+504.06):622.692.4

О.В. Степова, к.т.н., доцент кафедри прикладної екології та природокористування,
А.С. Хоменко, магістрант
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА НА КОРОЗІЙНИЙ СТАН СТАЛЕВИХ НАФТОПРОВОДІВ

В роботі проведений аналіз корозійної активності ґрунтів Полтавської області за основними показниками. Розроблено математичну модель електрохімічної корозії металу трубопроводу при кисневій деполяризації, яка дозволить оцінити корозійні втрати металу трубопроводу на досліджуваних ділянках та прогнозувати розвиток корозійного процесу в майбутньому

Ключові слова: нафтопровід, диференціальна аерація, електрохімічна корозія, швидкість корозії.

Однією із найсерйозніших проблем експлуатації магістральних трубопроводів вуглеводневої сировини є їх аварійність – непередбачена відмова лінійної частини трубопроводу, що супроводжується катастрофічним впливом на навколишнє середовище. Проблема їх захисту від корозії є вельми актуальною, оскільки їх руйнування пов'язано з порушенням забезпечення споживачів газом, втратою транспортованих продуктів, завданням великих матеріальних збитків та екологічної шкоди довкіллю. Часті розриви трубопроводів, вимагають пошуку нових технічних рішень, спрямованих на забезпечення їхньої безпечної експлуатації, підвищення довговічності й стабільності функціонування. Тому проблема дослідження умов експлуатації трубопроводів задля підвищення довговічності трубопроводів, безсумнівно, залишається актуальною й своєчасною.

Процес корозії сталевих трубопроводів у підземних умовах зумовлений великою кількістю фізичних і фізико-механічних факторів, які визначають її інтенсивність. Ґрунт, як середовище в якому відбувається процес корозії, характеризується різноманітними взаємозв'язаними та динамічними параметрами. Ґрунти являють собою капілярно-пористі, часто колоїдні системи, пори яких заповнені повітрям і вологою. Ґрунтові умови, в яких експлуатуються підземні транспортні споруди Полтавської області, досить неоднакові. Ґрунтова корозія залежить від багатьох факторів, до яких належать: хіміко-мінералогічний склад, показник рН, вологість, вміст газів, структура, електропровідність та бактеріальний склад. Детальне

вивчення ґрунтового середовища експлуатації трубопроводів є важливим для забезпечення їх надійності. В роботі проведений аналіз корозійної активності ґрунтів Полтавської області за основними показниками. Аналіз результатів вказує на те, що окремі ділянки трубопроводів експлуатуються в ґрунтових середовищах з різними умовами за електропровідністю, рН, вмістом сульфат-іонів, тому існують всі умови для створення макрогальванічних пар і розвитку корозійних процесів на ділянках нафто-газотранспортної системи області.

Характерною особливістю підземної корозії трубопроводів є можливість доступу кисню до їхньої поверхні. Корозійні процеси, у яких катодна деполяризація здійснюється розчиненим в електроліті киснем, називають процесами корозії металів з кисневою деполяризацією. Це найбільш поширений тип корозії металу у воді, у нейтральних і навіть слабкокислих соляних розчинах, у морській воді, у землі, в атмосферному повітрі. Корозія у ґрунті, як правило, протікає саме з кисневою деполяризацією.

При обстеженнях старих трубопроводів, що експлуатуються в корозійноактивних ґрунтах, часто спостерігаються скупчення каверн на нижній поверхні труби при доброму стані верхньої її частині. Це явище обумовлюється утворенням аераційних пар з появою анодних зон на ділянках нафтопроводу, де доступ кисню обмежений.

На практиці часто зустрічаються випадки розташування ділянок нафтопроводів в різних ґрунтових умовах (верхня частина труби знаходиться в одному типі ґрунту, а нижня – в іншому), особливо нафтопроводів зі значними діаметрами (верхня частина труби експлуатується в одному типі ґрунту, а нижня в іншому). Це створює умови для утворення гальванопар диференціальної аерації та протікання електрохімічної корозії.

Механізм процесу кисневої деполяризації був вивчений такими вченими як Г. В. Акімовим, Н. Д. Томашовим, А. Н. Фрумкіним. Тож загальна схема кисневої деполяризації зводиться до відновлення молекулярного кисню до іона гідроокису. При цьому процесі катодні ділянки мікроелементів кородуючого металу слід розглядати як кисневі електроди, на яких відбувається зв'язування електронів атомами кисню з утворенням іонів гідроокису.

Одним із шляхів підвищення екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів є врахування факторів, що характеризують корозійні процеси на металі трубопроводу. Для оцінки впливу ґрунтової корозії необхідно враховувати кількісну характеристику корозійного процесу, а саме щільність струму.

Дослідженням утворення аераційних пар та характеристик, що описують корозійне руйнування підземного трубопроводу ведуть вчені здавна. Але досконалого описання щільності струму, яка б враховувала параметри корозійного процесу не підтвердили.

Кількісна оцінка явища дифузії базується на рівнянні переносу, яке має назву рівняння Фіка (перший закон Фіка), що застосовується не тільки до однофазного (повітряного) середовища, але і до тривимірної пористої системи, якою є ґрунт.

Згідно з цим рівнянням потік газоподібної речовини (dq), що протікає через одиницю площі ґрунтового середовища за одиницю часу, розраховується:

$$dq = -DS \frac{dc}{d\delta} dt \quad (1)$$

де dq – маса газу, що переноситься; D – коефіцієнт дифузії, $\text{см}^2 \cdot \text{с}$; S – площа, через яку йде дифузія; dc/dx – градієнт, або зміна концентрації на одиницю довжини вздовж напрямлення x ; c – концентрація газу в ґрунтовому повітрі, $\text{мг}/\text{см}^3$; x – координата, збігається з напрямком переважного переносу речовини; t – час дифузії.

Рушійною силою переносу є градієнт концентрацій газоподібних компонентів (dc/dx). Це дозволяє ввести інтегральну величину D – ефективний коефіцієнт дифузії газу (пари) в ґрунті для оцінки сумарного внеску всіх можливих механізмів дифузійного масопереносу. Показник D є змінною величиною, яка залежить від пористості аерації ґрунту.

Для визначення значення щільності корозійного струму $i_{кор}$ навкруги перерізу розглянемо трубопровід діаметром $2r$, який знаходиться на глибині h в ґрунті з постійною концентрацією кисню C_n .

Слід відмітити, що коефіцієнт дифузії кисню в ґрунті в загальному випадку залежить від координат (ρ, θ). З метою спрощення завдання приймаємо, що масообмін в ґрунті стаціонарний і не змінюється по довжині газопроводу. Відповідно до закону Фіка при $D=const$ стаціонарний масообмін за дифузійним механізмом може бути описаний наступним диференціальним рівнянням:

Рішення диференційного рівняння при заданих граничних умовах здійснюється методом поділу змінних за допомогою конформного перетворення координат.

Якщо на електроді справедливі умови дифузійної кінетики, то в стаціонарному стані щільність струму може бути виражена через швидкість дифузії деполяризатора, віднесеної до одиниці площі поверхні електрода. З врахуванням закону Фіка може бути визначений розподіл щільності корозійного струму навколо перерізу трубопроводу. В кінцевому вигляді залежність для визначення розподілу щільності струму на поверхні ділянки газопроводу має вигляд

$$i_{нк} = \frac{F \cdot D \cdot C_n (a^2 - 1)}{M_k \cdot r (1 + a^2 - 2a \cdot \cos \Theta) \cdot \ln a}, \quad (2)$$

де $i_{нк}$ – щільність струму, $\text{А}/\text{м}^2$; r – радіус трубопроводу, м ; C_n – початкова концентрація кисню, $\text{г}/\text{м}^3$.

Таким чином, розроблена математична модель електрохімічної корозії при роботі макрогальванічних пар диференціальної аерації дозволить оцінити корозійні втрати металу трубопроводу на досліджуваних ділянках та прогнозувати розвиток корозійного процесу в майбутньому.

УДК: 631.41:577.356

О.П. Ткачук, доктор с.-г. наук;

О.А. Демчук, аспірантка;

Вінницький національний аграрний університет

ВІДНОВЛЕННЯ СТАНУ ҐРУНТІВ ВНЕСЕННЯМ СТРУКТУРОВАНОЇ ВОДИ

У статті представлено обґрунтування актуальності застосування структурованої води для відновлення стану ґрунтів. Показано позитивний вплив структурованої води на підвищення кількості поживних речовин в ґрунті, збільшення засвоєння добрив. Визначено перспективи використання структурованої води для ґрунту.

Ключові слова: ґрунт, забруднення, вода, структуризація.

Деградовані землі поширені майже в усіх регіонах України, причому інтенсивність процесів деградації в останні десятиріччя висока і досягає катастрофічних розмірів. Із збільшенням антропогенних навантажень порушилися збалансовані природно-екологічні зв'язки, прогресує ерозія ґрунтів [1].

Особливо великими темпами відбувалося погіршення земельних угідь країни у зв'язку із загостренням кризових явищ в економіці України. Сьогодні, площа деградованих ґрунтів на території України складає близько 15 млн. га. Основними видами деградації земель є дегуміфікація, зниження вмісту поживних речовин, підкислення, заболочення, переущільнення, замулення і кіркоутворення, водна ерозія, забруднення пестицидами, важкими металами, засолення [2].

Основні напрями вирішення виявлених проблем – контурно-меліоративна організація території, агролісомеліорація, внесення органічних добрив, хімічна меліорація, мінімізація обробітку ґрунту, поєднання кількох технологічних операцій і заходів в одному процесі завдяки застосування комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів; використання широкозахватних знарядь з активними робочими органами, які забезпечують обробітку ґрунту за один прохід [3].

Через відсутність коштів було припинено впровадження системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території, зрошувані землі стали занедбаними, на них не здійснювались меліоративні заходи; землеробство велося за різко від'ємним балансом органічної речовини і основних біогенних елементів, що зумовило втрату близько 10% його енергетичного потенціалу [4].

Тому проблема стану ґрунтів набуває особливого значення. У таких умовах зростає необхідність покращення якості ґрунтів. Одним із способів поліпшення якості стану ґрунтів є застосування структурованої води.

Структурована вода – це вода, структура взаємозв'язків молекул якої, під впливом будь-яких факторів, впорядкована певним чином. Головний постулат теорії структурованої води стверджує, що властивості і «якості» води залежать не тільки від її хімічного складу, але і від її структури, певного розташування її молекул і атомів у просторі.

Структурована вода зовні нічим не відрізняється від звичайної води. Тобто ця вода не містить ніяких інших з'єднань, крім атомів кисню і водню. Подібна вода готується як хімічними (електролізом), так і фізичними способами: спеціальна заморозка, кавітація, використання ультразвуку, магнітного випромінювання.

Природний гумус засвоюється рослинами всього на 0,2 - 0,4% від його вмісту в ґрунті. Тобто велика частина гумусу взагалі не розчиняється, і саме це дозволяє, використовуючи лише невелику його частину, зберегти родючість ґрунту на довгі роки. Структурована вода розчиняє значну частину гумінових сполук, макро- і мікроелементів, переводячи їх в доступну для рослин форму. Відповідно, живлення рослин покращується, одночасно значна частина родючого шару остаточно переходить в нижні шари ґрунту [6].

При проведенні досліджень на рослинах виявлено, що при застосуванні структурованої води для поливу в ґрунті збільшується вміст поживних речовин на 20-30%. Використання поживних речовин мінеральних добрив зростає на 15-46%. Це ті речовини, які може розчинити не структурована вода, а інша частина добрив – 54-85%, які проста вода розчинити не може, накопичуються в ґрунті мертвим баластом, пригнічуються мікроорганізми, врожайність рослин значно зменшується. При застосуванні структурованої води для вирощування рослин спостерігається підвищення доступності поживних речовин в ґрунті, тому що структурована вода розчиняє більше 90% добрив і інших компонентів ґрунту, мікроорганізми добре розвиваються в ґрунті і дуже швидко відновлюються [7]. Особливості структурованої води:

- істотно поліпшуються санітарно-мікробіологічні показники;
- зменшується жорсткість води;
- перешкоджає утворенню твердих відкладень;
- збільшує тепловіддачу;