

РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПОКАЗНИКАМИ КОРОЗІЙНОЇ АГРЕСИВНОСТІ ҐРУНТІВ

Степова О.В.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
пр. Першотравневий, 24, 36011, м. Полтава
alenastepovaja@gmail.com

Виконана оцінка ґрунтових умов експлуатації лінійної частини газотранспортної системи Полтавської області, яка дозволила оцінити можливість створення умов для розвитку корозійних процесів на ділянках газопроводів. Рекомендовано використання комплексного методу досліджень впливу зовнішнього середовища з використанням математичного моделювання корозійних процесів на ділянках газопроводів. Оцінка ґрунтових умов експлуатації лінійної частини газотранспортної системи Полтавської області виконана на основі спостережень за показниками якості ґрунтового середовища Полтавської області.
Ключові слова: ґрунт, корозійні процеси, газопровід, екологічна безпека.

Районирование территории Полтавской области по показателям коррозионной агрессивности грунтов. Степова Е.В. Выполнена оценка грунтовых условий эксплуатации линейной части газотранспортной системы Полтавской области, которая позволила оценить возможность создания условий для развития коррозионных процессов на участках газопроводов. Рекомендовано использование комплексного метода исследований влияния внешней среды с использованием математического моделирования коррозионных процессов на участках газопроводов. Оценка грунтовых условий эксплуатации линейной части газотранспортной системы Полтавской области выполнена на основе данных наблюдений за показателями качества грунтовой среды Полтавской области. *Ключевые слова:* грунт, коррозионные процессы, газопровод, экологическая безопасность.

Zoning of the territory of the Poltava region according to the indices of corrosive soil aggressiveness. Stepova O.V. The evaluation of the ground conditions for the operation of the linear part of the gas transportation system of the Poltava region was carried out, which made it possible to assess the possibility of creating conditions for the development of corrosion processes in sections of gas pipelines. It is recommended to use a complex method of studying the influence of the external environment using mathematical modeling of corrosion processes in sections of gas pipelines. The estimation of soil conditions of operation of the linear part of the gas transportation system of the Poltava region was performed on the basis of observations of soil quality indicators in the Poltava region. *Key words:* soil, corrosion processes, gas pipeline, environmental safety.

Постановка проблеми. В умовах інтенсивного розвитку ринків газу актуальною є проблема забезпечення експлуатаційної надійності й ефективності роботи газотранспортної системи України. Однією з найсерйозніших проблем експлуатації магістральних трубопроводів є їх аварійність – непередбачена відмова лінійної частини трубопроводу, що супроводжується катастрофічним впливом на навколишнє середовище. Вивчення умов експлуатації трубопроводів і аналіз наявних способів підвищення їхньої довговічності в умовах впливу ґрунтової корозії показує, що, незважаючи на застосування різних заходів, кількість аварій трубопроводів через корозію становить у галузі приблизно 27% від їхньої загальної кількості [1]. Такі конструкції потребують особливої уваги та періодичного моніторингу їх працездатності.

Актуальність дослідження. В умовах інтенсивного розвитку ринків газу актуальною є проблема забезпечення експлуатаційної надійності й ефективності роботи газотранспортної системи України, що досягається постійною підтримкою об'єктів у належному функціональному стані й оптималь-

них режимах. Це зумовлює необхідність виконувати великий обсяг науково-дослідних робіт у цій галузі.

Оскільки 55% газопроводів експлуатуються понад 20 років і зростає ймовірність їх руйнування через корозію, забезпечення надійної експлуатації таких газопроводів є актуальною науково-технічною проблемою.

У найближчий час значна частина газотранспортної системи України вичерпає свій експлуатаційний ресурс, тому сьогодні актуальним є розроблення методів прогнозування, які допоможуть виявити потенційно небезпечні ділянки й провести на них ремонтні роботи.

Дослідження корозійних властивостей ґрунтів в умовах експлуатації газотранспортної системи Полтавської області є особливо доречним, оскільки мережа трубопроводів є розгалуженою, а ґрунти, в яких вони пролягають, є надзвичайно різноманітними за своїм типом, механічним складом й іншими властивостями. До того ж узагальнених праць із цього питання, зокрема для Полтавської області, не існує, а їх наявність у комплексі з іншими дослідженнями дасть змогу визначити потенційно небез-

печні ділянки місцевості й трубопроводів, дозволить попередити виникнення аварійних ситуацій і негативних впливів на довкілля шляхом вчасного вжиття необхідних заходів. Отже, дослідження й аналіз корозійної активності ґрунтів Полтавщини є важливою й актуальною задачею.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Відомості дослідження враховані під час виконання прикладної науково-дослідної роботи за темою «Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів транспортування та зберігання нафти й нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах», що виконується в Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка, і відповідають такому пріоритетному напрямку розвитку науки й техніки, як енергетика й енергоефективність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для газової промисловості проблема захисту від корозії магістральних газопроводів є вельми актуальною, оскільки їх руйнування пов'язане з порушенням забезпечення споживачів газом, утратою транспортних продуктів, завданням великих матеріальних збитків та екологічної шкоди довкіллю, а враховуючи специфіку галузі, може стати й причиною пожеж, вибухів, виходу з ладу та пошкодження цінного обладнання, травмування та загибелі людей [2]. Забезпечення безпечної експлуатації трубопроводів багато в чому є проблемою підвищення їхньої надійності та довговічності і є складним комплексним завданням, що містить у собі рішення технічних, технологічних, економічних і організаційних проблем. Незважаючи на те, що цій проблемі присвячені численні дослідження вітчизняних і закордонних авторів, досі вона ще повністю не вирішена, і багато питань залишаються відкритими [3]. Часті розриви трубопроводів вимагають пошуку нових технічних рішень, спрямованих на забезпечення їхньої безпечної експлуатації, підвищення довговічності й стабільності функціонування. Тому проблема забезпечення безпечної експлуатації й підвищення довговічності трубопроводів, безсумнівно, залишається актуальною й своєчасною [1].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Мережа газопроводів є важливим елементом транспортування газу й відіграє значну роль у забезпеченні енергетичної безпеки країни. У процесі проектування й експлуатації газопроводів недостатньо враховується їх вплив на довкілля й оцінюється екологічна безпека експлуатації газопроводів. Аналіз причин відмови трубопроводів показує, що більше 60% усіх відмов сталися з причини корозії металу труб. Ґрунт – це середовище експлуатації сталевих газопроводів.

Метою роботи є аналіз корозійної активності ґрунтів на території Полтавської області, а також оцінка можливості корозійних процесів на газо-

проводах, виходячи з ґрунтових умов експлуатації та роботи корозійних гальванопар. Завданням роботи є визначення корозійної агресивності ґрунтів у Полтавській області залежно від факторів, що її зумовлюють.

Методологічне або загальнонаукове значення. Результати наукової роботи в комплексі з іншими дослідженнями дадуть змогу визначити потенційні корозійно небезпечні ділянки місцевості для підземних сталевих трубопроводів, дозволять попередити виникнення аварійних ситуацій і негативні впливи на довкілля шляхом своєчасного вжиття необхідних заходів.

Виклад основного матеріалу. Магістральні газопроводи експлуатуються в природних умовах, головним чином, під землею, тому вони піддаються впливу підземної корозії, яка значною мірою визначається ґрунтовою корозією [4–6]. Щорічні втрати металу внаслідок ґрунтової корозії досягають 4%. Ґрунтові умови, у яких експлуатуються підземні споруди, досить неоднакові.

Процес корозії 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 взаємопов'язаними та динамічними параметрами. Складний взаємозв'язок цих параметрів призводить до того, що той чи інший параметр за різного поєднання може впливати не тільки з різною інтенсивністю, але й може змінювати свій напрямок впливу, тобто в одному випадку може прискорювати, а в іншому – гальмувати корозійний процес.

Ґрунтовий покрив Полтавської області, зокрема й тип ґрунтів, зумовлений помірним континентальним кліматом, лісовою та степовою рослинністю, різноманітністю рельєфу, ґрунтового зволоження та має територіальні відмінності, що дає підстави виділити в області 4 ґрунтово-кліматичні зони.

У західній лісостеповій зоні (Гадяцький, Гребінківський, Лохвицький, Лубенський, Оржицький, Пирятинський і Чорнухінський райони) переважають чорноземи глибокі малогумусні, здебільшого легко- та середньосуглинисті, поширені опідзолені деградовані суглинкові ґрунти легкого механічного складу й змиті чорноземи, а також сірі опідзолені ґрунти.

У східній лісостеповій зоні (Великобагачанський, Глобинський (крім південно-західної частини), Диканський, Зінківський, Котелевський, Миргородський, Полтавський, Решетилівський, Чутівський, Шишацький, Хорольський (крім західної частини) райони) найбільш поширені чорноземи глибокі малої середньогумусні середньоглинисті, друге місце за площею займають суглинисті ґрунти й опідзолені чорноземи. У долинах річок – дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти. Трапляються чорноземно-лучні ґрунти, частково солонцюваті та солончакові.

У перехідній південній зоні (Карлівський, Кобеляцький, Козельщинський (південно-східна частина), Кременчуцький (правобережна частина), Машівський і Новосанжарський райони) поширені найбагатші ґрунти Полтавщини – чорноземи типові потужні середньогумусні. Також наявні чорноземи глибокі середньо- та малогу́мусні легкого чи середнього механічного складу, трапляються чорноземи солонцюваті.

У південно-західній зоні на солонцюватих ґрунтах (Глобинський (південно-західна частина), Козельщинський (крім південно-східної частини), Кременчуцький (крім правобережної частини), Семенівський, Хорольський (західна частина) райони) ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами глибокими, залишково- і слабо солонцюватими. Іноді трапляються засолені, лучні й болотні солонцюваті та солончакові ґрунти.

Загалом ґрунтовий покрив Полтавської області досить строкатий: виділяють 13 типів і 20 підтипів

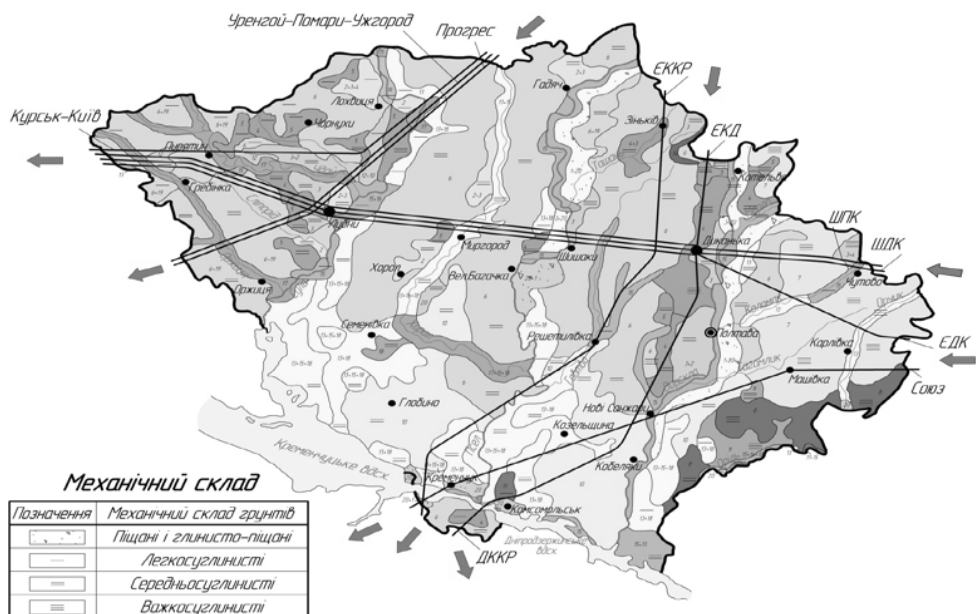
ґрунтів. Найбільш поширеними в області є різних видів чорноземи (майже 2/3 території області, 93%) і опідзолені ґрунти (сірі лісові, 2,6%). Серед чорноземів основними є чорноземи типові та звичайні мало- й середньогумусні на лесових породах (59,5%) [7; 8].

Саме чорноземи й підзоли є найнебезпечнішими в корозійному плані. Так, високу корозійну активність щодо сталей має багатий чорнозем, що містить органічні кислоти, і підзол, в якому сталь кородує в 5 разів швидше, ніж в інших ґрунтах. Торф'яники та ґрунти, забрудненні сміттям, вапном, шлаком, також є висококорозійними.

Незважаючи на те, що штучні та насипні ґрунти трапляються дуже рідко, саме вони повинні розглядатися як особливо корозійно небезпечні.

Середню корозійність мають бідні чорноземи, солончакові й вапнякові ґрунти, що також наявні на Полтавщині, але меншою мірою [9; 10].

Розглянувши лише типи ґрунтів, бачимо, що на території Полтавської області є умови для розвитку



Механічний склад

Позначення	Механічний склад ґрунтів
□	Піщані і глинисто-піщані
□	Легкоуглинисті
□	Середньоглинисті
□	Важкоуглинисті

Типи та підтипи ґрунтів Полтавської області

Позначення	Типи та підтипи ґрунтів	Позначення	Типи та підтипи ґрунтів
1	Дерново-підзолисті ґрунти на дрібно-алювіальних відно-льодобових відкладах і морені	11	Лучно-чорноземні ґрунти переважно на лесових породах
2	Опідзолені ґрунти (змиті і незмиті) переважно на лесових породах і глинах	12	– лучно-чорноземні поверхнево-солонцюваті
3	– ясно-сірі та сірі опідзолені	13	– лучно-чорноземні глибоко-солонцюваті
4	– чорноземи опідзолені	14	Лучні ґрунти на делювіальних і алювіальних відкладах
5	Резрадовані ґрунти (змиті і незмиті) переважно на лесових породах	15	– лучні солонцюваті
6	Чорноземи типові (змиті і незмиті) на лесових породах	16	Болотні ґрунти на алювіальних, делювіальних і відно-льодобових відкладах
7	– чорноземи типові малогу́мусні і слабогу́мусовані	17	– лучно-болотні та болотні
8	Чорноземи звичайні (змиті і незмиті) на лесових породах	18	Торфяно-болотні ґрунти і торфянища
9	– чорноземи звичайні малогу́мусні	19	– торф'яно-болотні ґрунти і торф'яники низинні
10	Чорноземи залишково-солонцюваті на лесових породах	20	Солонці
	– чорноземи типові залишково-солонцюваті		– солонці переважно солончакові
			Осолоділі ґрунти
			– лучно-чорноземні і дерново осолоділі глістві ґрунти і салиді
			Дернові ґрунти
			– дернові переважно оглісні піщані, глинисто-піщані і сипіщані ґрунти в комплексі зі слабоуглинистими піщаними

Рис. 1. Типи та механічний склад ґрунтів, через які проходять магістральні газопроводи Полтавської області

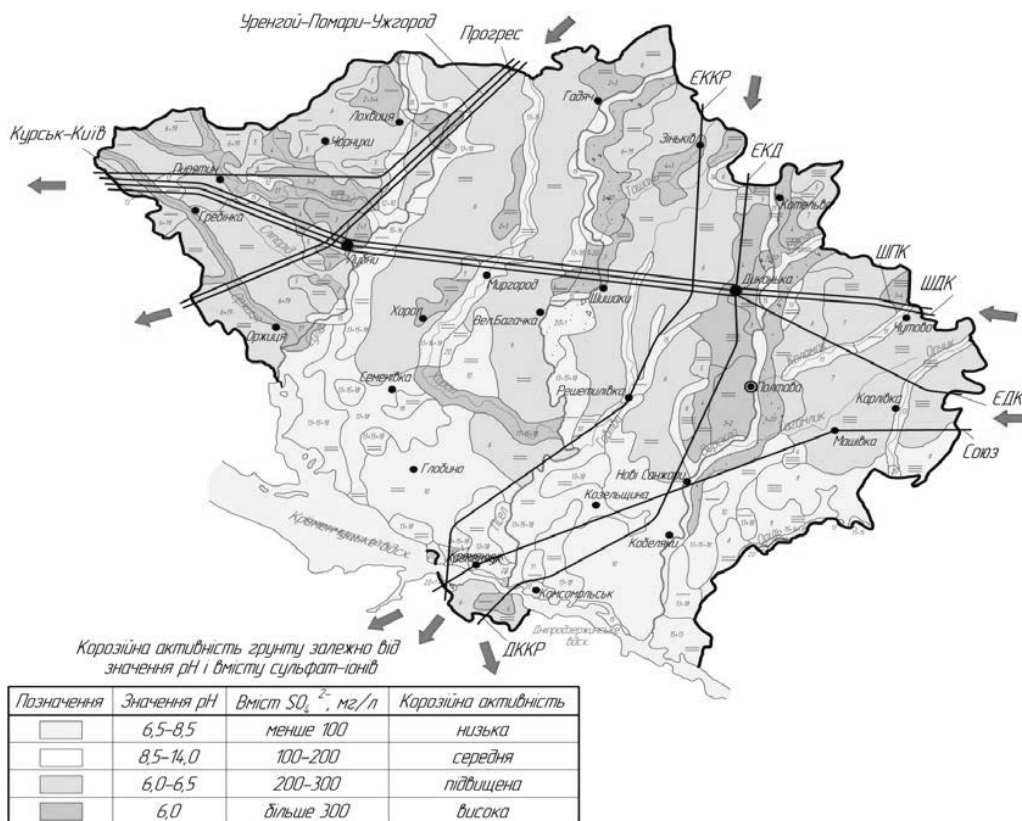


Рис. 2. Корозійна активність ґрунту в Полтавській області за вмістом сульфат-іонів

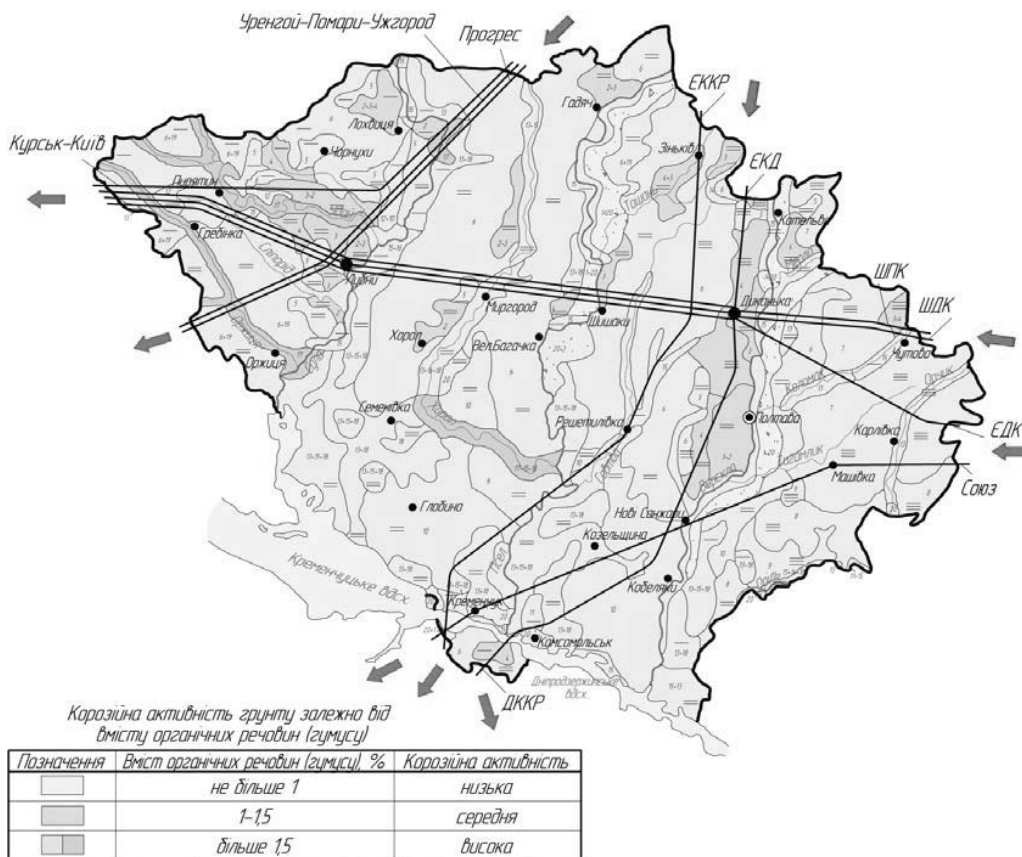


Рис. 3. Корозійна активність ґрунту Полтавської області залежно від умісту органічних речовин (гумусу)

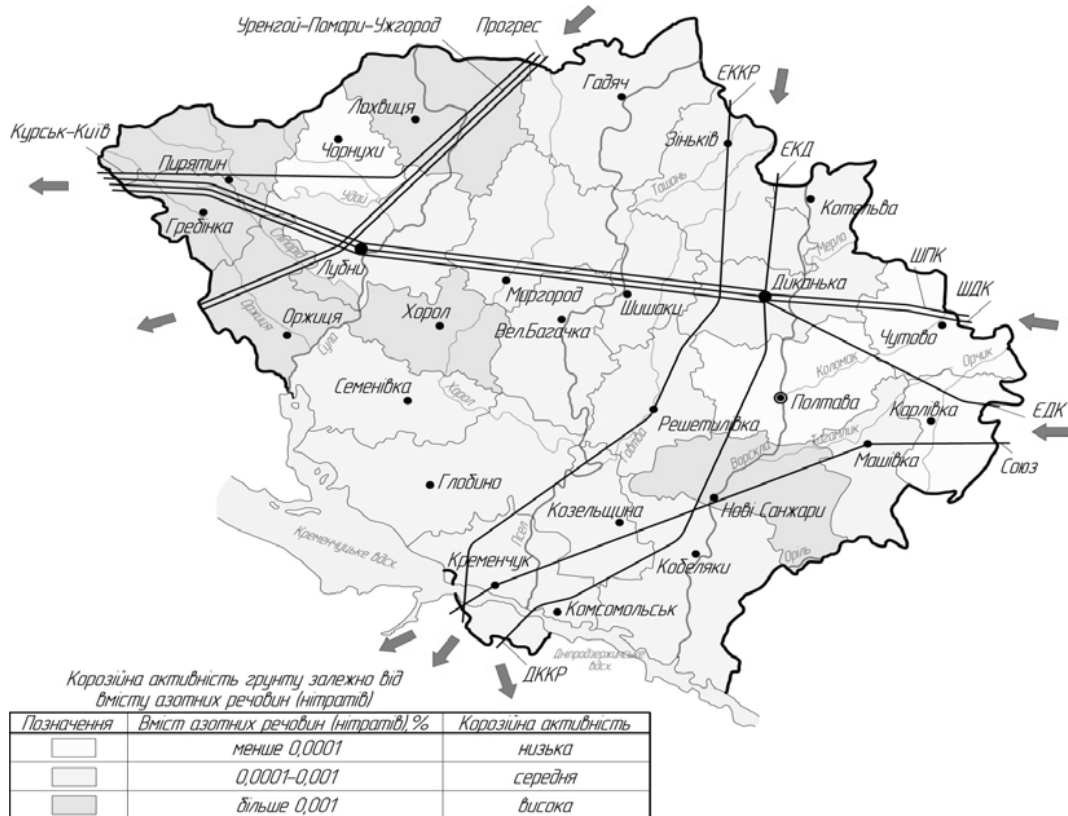


Рис. 4. Корозійна активність ґрунту Полтавської області залежно від умісту азотних речовин (нітратів)

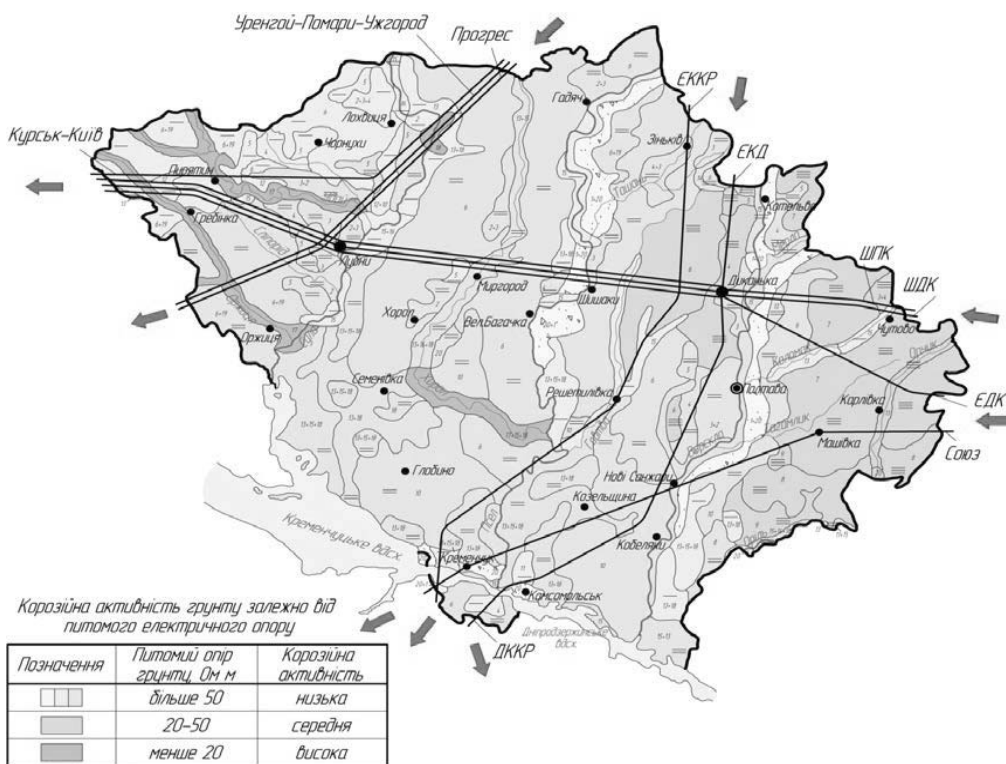


Рис. 5. Карта корозійної активності ґрунту Полтавської області щодо сталі залежно від питомого електричного опору ґрунту

й протікання корозійних процесів на нафто- й газопроводах. Це зумовлює необхідність проведення досліджень корозійної активності ґрунтів області.

За механічним складом на Полтавщині присутні піщані, глинисто-піщані, легко-, середньо- й важкосуглинисті ґрунти. Піщані ґрунти трапляються в заплавах і прибережних зонах р. Псел, р. Ворскла й р. Оріль, а також на берегах Дніпродзержинського й Кременчуцького водосховищ поблизу м. Комсомольськ і м. Кременчук. Торф'яно-болотні ґрунти та торф'яники низинні є в заплавах річок Оржиця, Удай і Хорол. Легкосуглинисті ґрунти знаходяться в основному на північному заході, важкосуглинисті – на сході. Середньосуглинисті ґрунти займають більшу частину території області, головню центральну. Загалом у Полтавській області переважають важкі та середні суглинки.

За механічним складом висококорозійними є важкі глинисті ґрунти, які тривалий час утримують вологу, середньокорозійними – легкі глинисті, практично інертними в корозійному відношенні – піщані та піщано-глинисті.

У Полтавській області магістральні газопроводи проходять через різні типи ґрунтів, неоднакові за механічним складом. Їх аналіз указує на те, що можливість протікання корозійних процесів у ґрунтових умовах Полтавщини достатньо велика, оскільки в області на значних територіях наявні ґрунти, які є корозійно небезпечними. Це чорноземи, підзоли, важкі суглинки, у заплавах річок – торфовища.

Корозійна агресивність ґрунту залежить від багатьох факторів: вологість, аерація, пористість, рН, наявність розчинених солей, електропровідність.

Кислотність ґрунтів зумовлена наявністю йонів гідрогену, концентрація яких виражається величиною рН. Величина рН у ґрунті змінюється залежно від загальної мінералізації ґрунтових вод і наявності в них карбонатної й мінеральних кислот, кислих і основних солей. Висококорозійними є торф'яні, болотисті ґрунти, значення рН яких становить 3–6, а також лужні солончаки й суглинки з рН ґрунту 7,5–9,5.

Дуже агресивним середовищем щодо сталей є чорнозем, що містить органічні кислоти. Один із найбільш агресивних ґрунтів – підзоли. Сталь у підзолі кородує в 5 разів швидше, ніж в інших ґрунтах.

Для характеристики корозійної активності ґрунтів недостатньо оперувати тільки значенням рН, оскільки рН указує лише на активність йонів гідрогену в ґрунтовому розчині, але не вказує на кількісний уміст кислот у ґрунті, оскільки рН стосується тільки дисоційованої частини кислот. Корозійна агресивність ґрунтів залежить від хімічного складу підземних вод і особливо від концентрації розчинених у них йонів Cl^- та SO_4^{2-} . Концентрація понад 300 мг/дм^3 свідчить про достатньо значну корозійну активність середовища. Корозійна активність ґрун-

тів Полтавської області залежно від вмісту сульфат-іонів наведена на рис. 2.

Невід'ємною складовою частиною будь-якого ґрунту є органічна речовина. Гумус є найбільш нестабільним складником ґрунту. Ґрунти Полтавщини багаті на гумус, його вміст сягає 10% [11]. Вплив органічних сполук на ґрунтову корозію полягає в тому, що гумінові кислоти збільшують швидкість корозії. Оцінюючи корозійну активність ґрунтів за вмістом гумусу за районами, видно, що вона є високою в усіх районах Полтавщини.

Корозійну активність ґрунту залежно від вмісту гумусу за типами ґрунтів наведено на рисунку 3.

Як видно, майже по всій території Полтавської області корозійна активність ґрунтів є високою, найвищою – у торф'яних ґрунтах (у заплавах річок Удай, Оржиця й Сула). Середню корозійну активність мають опідзолені ґрунти (в основному біля річок Ворскла, Удай і Хорол), а низьку – дерново-підзолисті, піщані за механічним складом (біля р. Псел і р. Ворскла).

Уміст азотних речовин у різних ґрунтах коливається від 0,05 до 0,5% і залежить від типу ґрунтів, механічного складу й складників гумусу. Уміст мінеральних з'єднань азоту, які беруть участь у живленні рослин, незначний (1–3%), інша частина азоту (97–99%) міститься у формі складних з'єднань, які в різних ґрунтах із різною швидкістю перетворюються на більш доступні форми.

Оцінюючи корозійну активність ґрунтів за вмістом азотних речовин у ґрунтах Полтавщини за типами ґрунтів, бачимо, що всі ґрунти можна віднести до висококорозійних.

Корозійну активність ґрунту залежно від вмісту азотних речовин за районами показано на рисунку 4.

Високу корозійність мають ґрунти на заході та південному сході області (Пирятинський, Гребінківський, Оржицький, Хорольський, Новосанжарський і Лохвицький райони). Ґрунти північного заходу й сходу області (Чорнухівський, Полтавський, Чутівський і Карлівський райони) мають низьку корозійну активність. Ґрунти всіх інших районів (а це основна частина Полтавщини) мають підвищену корозійну активність.

Більш точним показником корозійної активності ґрунтів є електропровідність. Показник залежить від мінералогічного складу ґрунту, кількості вологи й солей у ґрунті.

Між опором ґрунту й небезпечністю корозії в певних межах є пряма залежність: чим менший опір, тим більша можливість корозії. За наведеними даними побудовано карту корозійної агресивності ґрунту залежно від його питомого електричного опору (рис. 5).

Таким чином, ґрунти основної частини території Полтавщини мають низьку корозійну активність за питомим електричним опором. Це піщані, легко- й середньосуглинисті ґрунти, розташовані

майже на всій території області, за винятком західної й північно-західної частини, де наявні важкі суглинки, для яких корозійна активність є середньою. У заплавах річок Оржиця, Удай і Хорол, де наявні торфовища, корозійна активність ґрунтів є високою.

Отже, за побудованими картами основна частина ґрунтів Полтавської області (чорноземи типові, звичайні й залишково-солонцюваті, лучно-чорноземні ґрунти легко- й середньосуглинистого складу) за типом ґрунту й вмістом гумусу має високу корозійну активність, за значенням рН, вмістом сульфат-іонів і нітратів – середню (сюди відносимо й підвищену), за питомим опором – низьку. Для більшості ґрунтів Полтавщини є характерною можливістю досягнення максимальної швидкості корозії.

Дерново-підзолисті й опідзолені ґрунти мають високу корозійність за типом ґрунту, значенням рН і вмістом сульфат-іонів, середню – за вмістом гумусу, середню та низьку – за питомим опором ґрунту і вмістом нітратів. Характер корозії за показником вологості є неоднозначним: або досягнення максимальної швидкості корозії, або її зменшення.

Важкі суглинки трапляються лише на сході області й мають високу корозійну активність за вмістом гумусу й типом ґрунту, середню – за питомим опором, значенням рН і вмістом сульфат-іонів, низьку – за вмістом нітратів. За показником вологості є можливість зниження швидкості корозії.

Піщані ґрунти мають низьку корозійну активність за типом ґрунту й питомим опором, середню та низьку – за вмістом нітратів. Піщані ґрунти дернового типу за значенням рН і вмістом сульфат-іонів мають низьку корозійність, а ось піщані ґрунти дерново-підзолистого типу – високу. Це яскравий приклад того, як кардинально може змінюватися корозійна активність ґрунтів.

Високу корозійну активність однозначно мають торф'яні ґрунти за всіма показниками. При цьому за показником вологості торф може мати невисоку постійну швидкість корозії за рахунок утворення суцільної плівки води, але цей показник є найбільш непостійним.

Зіставивши всі карти, можна простежити високу корозійність ґрунтів за значенням рН, вмістом сульфат-іонів і нітратами в західній частині області, у частині з північного сходу до південного сходу області.

Головні висновки. У Полтавській області лише торф'яні ґрунти, безсумнівно, належать до висококорозійних, корозійну ж активність інших ґрунтів за різними показниками можна оцінювати неоднозначно. Ураховуючи те, що корозійність оцінюють за максимальним значенням показників, то в цілому можна зробити висновок, що на Полтавщині є всі умови для розвитку й протікання корозійних процесів на ділянках нафтопроводів, оскільки загалом нафтопроводи в Полтавській області експлуатуються в умовах високої корозійної активності ґрунту.

Перспективи використання результатів дослідження. Перевагою отриманих результатів є можливість оцінки ґрунтових умов експлуатації газопроводів, передбачення та прогнозування розвитку корозійних процесів на поверхні металу газопроводу.

Досліджуючи динаміку втрати перерізу трубопроводу на ділянці в тріщині ізоляційного покриття, планується розробити методіку оцінки залишкового ресурсу ділянок трубопроводу за несучою здатністю та придатністю до подальшої експлуатації. Оцінка втрат площі перерізу ділянки трубопроводу дає можливість раціонально спланувати ремонтні роботи, спрогнозувати реальні строки роботи конструкції, переглянути режим експлуатації.

Література

1. Корнєєнко С., Корбутяк О. Ресурси підземного геологічного простору України. Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. 2008. № 43.
2. Беккер М. Обеспечение надёжной работы газотранспортной системы ДК «Укратрансгаз». Сборник докладов научно-практического семинара. К., 2007.
3. Юхневич Р. Техника борьбы с коррозией / пер. с польск. А. Сухотина. Л.: Химия, 1980 223 с.
4. Степова О. Врахування корозійних процесів сталевих нафтопроводів з метою підвищення екологічної безпеки. Екологічні науки: науково-практичний журнал / Головний редактор О. Бондар. К.: ДЕА, 2018. № (1)20. Т. 2. С. 15–21.
5. Stepova O., Parashchiienko I., Lartseva I. Calculation of steel pipeline corrosion depth at the work of galvanic corrosion element operating. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7, No 3.2. 2018. P. 431–435. Міжнародна наукометрична база Scopus. DOI: 10.14419 / ijet.v7i3.2.14566 <http://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/14566/5916>.
6. Stepova O., Parashchiienko I. Modeling of the corrosion process in steel oil pipelines in order to improve environmental safety. Eastern-european journal of enterprise technologies, industrial and technology systems. VOL 2. № 1 (86). 2017. P. 15–20.
7. Scopus. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/96425>.
8. Екологія Полтавщини. Аналіз виконання програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної політики з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на період до 2010 року. Серія: Екологічна бібліотека Полтавщини / За ред. Ю. Голіка, О. Ілляш. Полтава: Полтавський літератор. 2006. Випуск 3. 305 с.
9. Екологічний атлас Полтавщини / За ред. Ю. Голіка, В. Барановського, О. Ілляш. Полтава: Полтавський літератор, 2006. Випуск 4. 128 с.
10. Таран В. Сооружение магистральных трубопроводов: учеб. пособие. М.: Недра, 1964. 544 с.
11. Никитенко Е. Электрохимическая защита магистральных газопроводов от коррозии: учеб. пособие. М.: Гостоптехиздат, 1962. 232 с.
12. Агроекологічний атлас Полтавщини / За ред. Ю. Голіка, В. Барановського, О. Ілляш. Полтава, 2009. Вип. 7. 70 с.