

УДК 631.3:621.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ НА ЙОГО КОРОЗІЙНУ АГРЕСИВНІСТЬ

В. Є. Василенков, кандидат технічних наук, доцент

В. А. Труш, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: wasil14@ukr.net

Анотація. Представлені результати досліджень по визначенню питомого електричного опору ґрунту в залежності від вологості ґрунту, яка є суттєвим фактором ґрунтової корозії металів. На основі класифікації корозійної активності ґрунтів по п'ятибальній системі встановили зв'язок між степенями корозійної активності і вологістю ґрунтів на прикладі суглинку і піску.

Мета роботи – дослідження впливу вологості ґрунту на його корозійну агресивність.

Теоретична і експериментальна складова електрохімічних досліджень здійснювалась на установці по визначенню корозійної агресивності ґрунту у лабораторних умовах по електричній схемі згідно ГОСТ 9.602 – 2016 визначення величини питомого електричного опору ґрунту в залежності від величини вологості ґрунту. Визначено, що підвищення вологості піску від 10 до 40% практично не викликає збільшення швидкості корозії, корозійна активність є низькою. Для суглинку вже при вологості більше 10 % корозійна активність прогресує від низької до підвищеної. При вологості порядку 30-40 % спостерігається максимальна швидкість корозійного процесу.

Ключові слова: *питомий електричний опір ґрунту, корозійна агресивність, вологість, класифікація корозійної активності*

Актуальність. Сталеві трубопроводи – це зносостійкі і технічно нестаріючі споруди. Термін їх служби і надійності в експлуатації визначається, головним чином, ступенем захисту від корозійних руйнувань. Руйнування металічних конструкцій і споруд, які знаходяться у землі або ґрунтах (шарах, які лежать під землею і не містять органічних речовин), називають підземною корозією. Підземній корозії підлягають основним чином металічні трубопроводи, кабелі, підземні резервуари, палі, опори, арматура і інші підземні споруди.

Підземна корозія носить електрохімічний характер. Електролітами служать розчини солей і інших речовин у ґрунтовій волозі. Вологість є суттєвим фактором ґрунтової корозії металів. Тому дослідження впливу вологості на корозійні властивості ґрунту є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Руїнування металічних конструкцій і споруд, які знаходяться у землі або ґрунтах (шарах, які лежать під землею і не містять органічних речовин), називають підземною корозією. Сьогодні у світі існує лише 30 % металофонду, виробленого за всю історію людства. Решта мільярдів тон зникли в основному за рахунок корозії. Ґрунт має неоднорідну будову. Він складається з твердої, рідкої і газоподібної фаз. Тверда фаза утворює скелет ґрунту, що складається з частинок різної крупності. Основні гранулометричні елементи: гравій (від 40 до 2 мм), пісок (від 2 до 0,05 мм), глини (від 0,001 до 0,0025 мм) [1]. Обсяг утворюваних при цьому пустот характеризує пористість ґрунту. Від пористості ґрунту залежить його здатність вміщати воду. Вода, що міститься у ґрунті, може перебувати в трьох агрегатних станах: рідкому, пароподібному і твердому.

Зволоження ґрунту відбувається під дією капілярних, гравітаційних, осмотичних і сорбційних сил. Основний процес проникнення води в ґрунт - повільне ламінарний її рух по порах під дією капілярних і гравітаційних сил. При переважанні гравітаційних сил цей процес називається фільтрацією. Простір в порах ґрунта, не заповнений водою, займають повітря і водяна пара, що надходять в результаті випаровування води і проникнення її з атмосфери. Вода, що знаходиться в порах ґрунта, може замерзати. На температуру замерзання води впливає вміст солей і випробовується тиск. Вологість ґрунту істотно впливає на корозійний процес. З ростом вмісту вологи в ґрунті зменшується доступ кисню до поверхні корродуючого металу. У підземних умовах киснева проникність може в залежності від його структури і вологості змінюватися в десятки тисяч разів. З цієї причини характер корозії і, зокрема,

контроль корозійного процесу може бути дуже різним. Встановлено, що катодний процес стали в ґрунті помітно гальмується при досягненні в важких ґрунтах вологості 30-40%. При цьому зростання вологості в ґрунті від 10% і вище зазвичай призводить до помітного монотонного зростання швидкості анодного процесу. Тому часто спостерігається певна критична вологість ґрунту, при якій корозійне руйнування максимально. Значення критичної вологості в основному залежить від типу, структури та гранулометричного складу ґрунту. При досягненні критичної вологості забезпечується значне, але не максимальне насичення почвоґрунту вологою[5].

Діючий у тодішньому СРСР ГОСТ 9.015-74 рекомендував оцінювати корозійну активність ґрунтів по відношенню до підземних металевих споруд (в тих випадках, коли на них не передбачений обов'язковий катодний захист) за величиною питомого електричного опору ґрунту, втратою маси зразків і густиною поляризуючого струму. Тому визначення величини питомого електричного опору ґрунту в поєднанні з величиною вологості ґрунту являє собою одну з головних задач при електрохімічному дослідженні по захисту підземних металевих споруд[1].

Мета роботи - дослідження впливу вологості ґрунту на його корозійну агресивність.

Матеріали і методи дослідження. Теоретична і експериментальна складова електрохімічних досліджень здійснювалась на установці по визначенню величини питомого електричного опору ґрунту у лабораторних умовах по електричній схемі згідно ГОСТ 9.602 – 2016.

Результати досліджень та їх обговорення. Сутність електрохімічних досліджень полягає в тому, що для визначення питомого електричного опору бралися зразки ґрунтів (суглинок, пісок) вагою 1,5 – 2 кг, які змочувалися до відповідної вологості. Склали установку відповідно до схеми на рис. 1 [3].

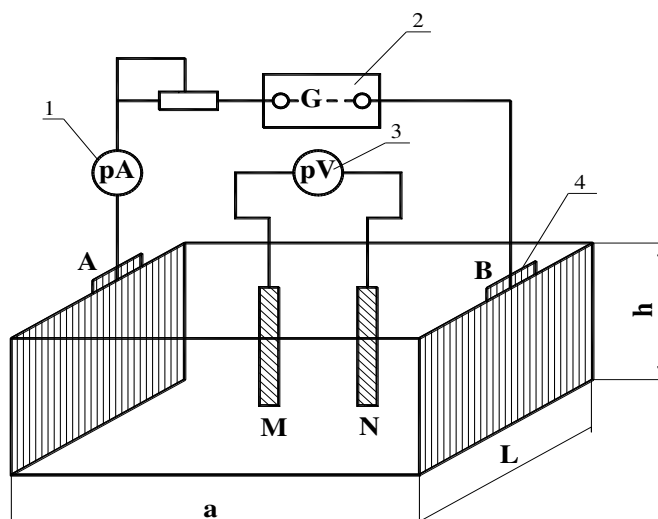


Рис .1. Схема пристрою для визначення корозійної агресивності ґрунту в лабораторних умовах:

1–міліамперметр; 2–джерело напруги; 3–вольтметр; 4–вимірювальна місткість; А і В–зовнішні електроди; М і N – внутрішні електроди

Поетапна технологія визначення питомого електричного опору згідно ГОСТ 9.602 – 2016 і робіт [2-4]. Дослідження проводилися за чотирьохелектродною схемою при сталому струмі. Електроди А і В підключали до джерела струму. Встановлювали певне значення сили струму (I) і вимірювали падіння напруги між електродами М і N (U). Виміри проводили при трьох різних значеннях сили струму $I_1 < I_2 < I_3$. Опір ґрунту визначали за законом Ома, а середнє значення опору ґрунту – за формулою:

$$R_{cp} = \frac{\sum R_i}{n},$$

де n – кількість вимірів.

Питомий електричний опір ґрунту ρ , Ом·м, підраховували за формулою:

$$\rho = R_{cp} \left(\frac{S}{L} \right),$$

де S – площа поверхні однієї сторони електродів А і В, м²; L – відстань між електродами М і N, м.

Для комірки розмірами електродів А і В 44х40 мм і відстанню між електродами М і N 50 мм питомий електричний опір визначали за формулою:

$$\rho = 3,5 \cdot 10^{-3} R_{cp}, \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Результати вимірів і підрахунків представлені в таблицях 1,2, графічна залежність на рис.2. Корозійну активність ґрунтів класифікували по 5 бальній системі, розділяючи її на низьку вище 100 Ом·м ; середню вище 20 до 100 ; підвищену вище 10 до 20 ; високу вище 5 до 10; особливо високу до 5.

1. Вплив вологості ґрунту (суглинку) на питомий електричний опір ґрунту і його корозійну активність

Показник	Вологість ґрунту (суглинок), %			
	Питомий електричний опір ґрунту, Ом·м			
	$\frac{10}{200}$	$\frac{20}{40}$	$\frac{30}{10}$	$\frac{40}{10}$
Корозійна активність	низька	середня	підвищена	підвищена

2. Вплив вологості ґрунту (піску) на питомий електричний опір ґрунту і його корозійну активність

Показник	Вологість ґрунту (пісок), %			
	Питомий електричний опір ґрунту, Ом·м			
	$\frac{10}{400}$	$\frac{20}{150}$	$\frac{30}{95}$	$\frac{40}{95}$
Корозійна активність	низька	низька	низька	низька

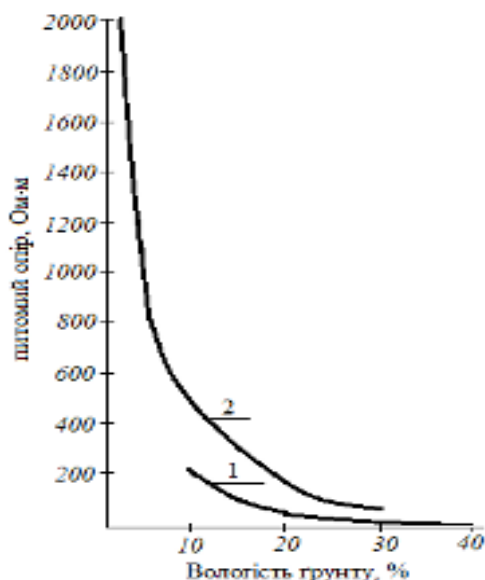


Рис. 2. Вплив вологості ґрунту на питомий електричний опір:

1– суглинок; 2 – пісок

Аналіз таблиць 1 і 2, а також графічної залежності показує, щоб електрохімічний корозійний процес міг протікати без перешкод, необхідний певний мінімум води. Якщо ґрунт сухий, корозія не має місця, так як відсутній електроліт. Підвищення вологості піску від 10 до 40% практично не викликає збільшення швидкості корозії, так як при цьому зменшується омичний опір корозійних елементів, корозійна активність є низькою. Для суглинка вже при вологості більше 10 % корозійна активність прогресує від низької до підвищеної. При вологості порядку 30-40 % спостерігається максимальна швидкість корозійного процесу. Після вказаного значення критичної вологості настає таке насичення ґрунту водою, при якому вона утворює суцільний шар, який утруднює поступлення кисню до металу. В результаті цього корозія металу різко сповільнюється.

Висновки і перспективи. Представлені результати досліджень по визначенню питомого електричного опору ґрунту в залежності від вологості ґрунту, яка є суттєвим фактором ґрунтової корозії металів. На основі класифікації корозійної активності ґрунтів по п'ятибальній системі встановили

зв'язок між степенями корозійної активності і вологістю ґрунтів для суглинку і піску. Підвищення вологості піску від 10 до 40% практично не викликає збільшення швидкості корозії, корозійна активність є низькою. Для суглинку вже при вологості більше 10 % корозійна активність прогресує від низької до підвищеної. При вологості порядку 30-40 % спостерігається максимальна швидкість корозійного процесу.

Список літератури

1. Стрижевський И.В. Защита от коррозии трубопроводов мелиоративных систем / И. В. Стрижевський – М.: Колос, 1980. – 142 с.
2. Василенков В.Е. Модернизация системы водоснабжения с использованием катодной защиты трубопроводов / В. Е. Василенков // Инновации в сельском хозяйстве – 2017. – №4 (25). – С. 100-107.
3. Василенков В.Є. Методичний підхід та електричні виміри при корозійних дослідженнях ґрунтів / В. Є. Василенков // Науковий вісник НУБіП України. –2010. – Вип. 48. – С.136–139.
4. Беруштитс Г. К. Коррозионная устойчивость металлов и металлических покрытий в атмосферных условиях / Беруштитс Г.К., Кларк К.Б. – М.: Наука, 1971. – 325 с.
5. Підземна корозія металів // Режим доступу: elib.lutsk-ntu.com.ua/book/tf/m_ta_pfkм/2010/10-108/page6.html.

References

1. Strijevskiy, I.V. (1980). Zashchita ot korrozii truboprovodov meliorativnyih sistem [Corrosion protection of pipelines for meliorative systems]. Moskow: Kolos, 142.
2. Vasilenkov, V.E. (2017). Modernizatsiya sistemyi vodosnabjeniya s ispolzovaniem katodnoy zaschityi truboprovodov [Modernization of the water supply system using cathodic protection of pipelines]. Innovatsii v selskom hozyaystve, №4(25), 100-107.
3. Vasylenkov, V.E. (2010) Metodychnyi pidkhid ta elektrychni vymiry pry koroziiinykh doslidzhenniakh hruntiv [Methodical approach and electrical measurements in corrosion studies of soils]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, №148, 136–139.
4. Berukshtis, G.K., Klark, K.B. (1971) Korozionnaya ustoychivost metallov i metallicheskih pokritiy v atmosferynyih usloviyah [Corrosion Resistance of Metals and Metallic Posts in the Atmospheric Conditions]. Moskow: Nauka. 325.
5. Pidzemna koroziiia metaliv [Underground corrosion of metals]. Available at: elib.lutsk-ntu.com.ua/book/tf/m_ta_pfkм/2010/10-108/page6.html.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ НА ЕГО КОРРОЗИОННУЮ АГРЕССИВНОСТЬ

В.Е. Василенков, В. А. Труш

Аннотация. *Представлены результаты исследований по определению удельного электрического сопротивления грунта в зависимости от влажности почвы, которая является существенным фактором почвенной коррозии металлов. На основе классификации коррозионной активности грунтов по пятибалльной системе установили связь между степенями коррозионной активности и влажностью почв на примере суглинка и песка.*

Цель работы – исследование влияния влажности почвы на коррозионную агрессивность грунта.

Теоретическая и экспериментальная составляющая электрохимических исследований осуществлялась на установке по определению величины удельного электрического сопротивления грунта в лабораторных условиях по электрической схеме согласно ГОСТ 9.602 - 2016. Определено, что повышение влажности песка от 10 до 40% практически не вызывает увеличение скорости коррозии, коррозионная активность низкая. Для суглинка уже при влажности более 10% коррозионная активность прогрессирует от низкой до повышенной. При влажности порядка 30-40% наблюдается максимальная скорость коррозионного процесса.

Ключевые слова: *удельное электрическое сопротивление грунта, коррозионная агрессивность, влажность, классификация коррозионной активности*

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF MOISTURE MOISTURE ON ITS CORROSIVE AGGRESSION

V. Vasilenkov, V. Trush

Abstract. *The results of studies on the determination of soil electrical resistivity as a function of soil moisture are presented, which is an important factor in soil corrosion of metals. On the basis of classification of corrosion activity of soils on a five-point system, a relationship was established between the degrees of corrosive activity and soil moisture by the example of loam and sand.*

Objective – investigation of the influence of soil moisture on the corrosive aggressiveness of the soil.

The theoretical and experimental component of electrochemical studies was carried out at the installation to determine the value of the specific electrical resistance of the soil in laboratory conditions according to the electrical scheme in accordance with GOST 9.602 - 2016. It is determined that an increase in the moisture content of sand from 10 to 40% practically does not cause an increase in corrosion rate, corrosion activity is low. For loam already at a humidity of more than 10%, corrosion activity

progresses from low to high. At a humidity of the order of 30-40%, the maximum rate of the corrosion process is observed.

Key words: *specific ground electrical resistance, corrosive aggressiveness, humidity, classification of corrosive activity*