

УДК 624.017

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОФОБІЗОВАНИХ ҐРУНТІВ В НАФТОГАЗОВОМУ ТРУБОПРОВОДНОМУ БУДІВНИЦТВІ

В.Д. Макаренко¹,

д-р техн. наук, професор

В.І. Савенко¹,

д-р техн. наук, професор

Л.Ю. Винников²,

д-р техн. наук, професор

В.І. Гоц¹,

д-р техн. наук, професор

Є.М. Петрикова¹,

канд. техн. наук, доцент

¹Київський національний університет будівництва і архітектури²Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка",

DOI: 10.32347/2410-2547.2025.114.292-298

Анотація. В роботі уперше проведені системні експериментальні і натурні випробування щодо впливу гідрофобізованого ґрунту на корозійну активність підземних трубопроводів. Проведені на протязі 5, 10 і 15 років полігонні, лабораторні і натурні випробування по обсіпці ізованих трубопроводів гідрофобізованим ґрунтом показали, що в зразках півочних покриттів, які зберігалися в гідрофобізованих ґрунтах відносно подовження в середньому вище на 20%, міцність при розрив – на 15%, адгезія – на 10% в порівнянні із зразками, які зберігалися в звичайних мінеральних ґрунтах. Перехідний спротив ізоляційних покриттів зразків труб обвалованих гідрофобізованими ґрунтами змінювався значно менше, чим зразків труб, обвалованих мінералізованим ґрунтом. Завдяки покращеним фізико-механічним властивостям гідрофобізованих ґрунтів, зокрема низьким значенням проникності, фільтрації, водонасиченості, корозійної активності, набухання, високим значенням водостійкості і зчеплення, перехідний спротив "труба-земля" зразків ізованих труб зменшується незначно. Встановлено, що найбільший ефект в зниженні корозійної активності ґрунтів (в 10 раз) спостерігається при температурах вище 10-12°C, при збільшенні дозування в'язучого до 10%, а тому на найбільш небезпечних в корозійному відношенні "гарячих" ділянках трубопроводів, наприклад НС і КС, для підвищення надійності експлуатації необхідно проводити засипку трубопроводів гідрофобізованими ґрунтами. В результаті наведених експериментальних досліджень встановлено значне зниження корозійної активності гідрофобізованих ґрунтів зі збільшенням дозировки в'язучих речовин. Експерименти, які проводилися за трьома методиками і за втратами маси сталевих зразків, питомому електроопору і щільності полярізуючого струму, показали ідентичні результати - корозійна активність знижується з високої до вельми низької анотація згідно класифікації нормативних документів Показник швидкості старіння ізоляційних покриттів в обсіпці із гідрофобізованих ґрунтів при полігонних і натурних випробуваннях складає $\alpha = 0.10$ 1/рік, а для звичайних ґрунтів, згідно нормативних документів, він складає 0.125 1/рік. Таким чином, термін служби ізоляції при обсіпці трубопроводу гідрофобізованими ґрунтами збільшується приблизно на 35-50%.

Ключові слова: деградація, наводнення,гідрофобізація,проникність, суглинки.

Актуальність теми та формулювання проблематики. Як відомо з літератури і практики актуальною і важливою темою в нафтогазовій галузі будівництва нафто- і газопроводів є недостатньо досліджена проблема взаємодії трубопроводів з навколишнім ґрунтовим середовищем. А тому в останні десятиріччя проведено системні експериментальні, лабораторні і промислові дослідження стосовно гідрофобізації ґрунтової засипки підземних трубопроводів з метою подовження експлуатаційного ресурсу захисних ізоляційних покриттів труб зменшення корозії нафто- і газопроводів і в цілому підвищення надійності їх експлуатації.

В нафтогазопровідному будівництві накопичений великий досвід з використання в'язучих при виконанні таких робіт як багат шарове покриття трубопроводів гідрофобним ґрунтом берегоукріплення, закріплення схилів. При чому є в'язучі гідрофобних ґрунтів літньої і зимової модифікацій (ВМТ-Л і ВІТ-3), які широко використовуються в будівництві трубопроводів. Для придання ґрунтам гідрофобних властивостей використовують, як правило, в'язучі речовини, які відносяться до класу рідких бітумів і які мають найкращі гідрофобні властивості.

Лабораторні експерименти, в результаті яких визначалися характеристики гідрофобних ґрунтів, дозволили розробити обґрунтовані рекомендації щодо використання в'язучих речовин на об'єктах нафтогазопровідного транспорту. Отримання водостійкого гідрофобізованого матеріалу залежить від ряду факторів основними з яких є вид склад вологості в'язучого ґрунту дозировка в'язучих речовин однорідність суміші і ущільненість.

Із цього розмаїття досліджених ґрунтів закріпленню і гідрофобізації в'язучими речовинами без корекції гранулометричного складу піддаються суглинки і супіски.

Для основних характеристик ґрунтів по експериментальним даним проведений регресивний аналіз що надало можливість отримати відповіді і залежності. Так на рис. 1 наведені графічно зображені залежності міцності на стиск R зразків суглинку від дозировки в'язучого k при різній вологості дослідного ґрунту W .

Графічне зображення залежності водонасичення W_{II} суглинку від дозування в'язучого при різній вологості представлено на рис. 2. Отримані поверхні відгуку дозволяють знайти шукані значення R_{max} , рівного 0.40 МПа і W_{min} , рівного 6%, а також область допустимих значень k і W відповідно з розробленими вимогами до властивостей гідрофобізованих ґрунтів.

Результати досліджень і їх обговорення

Результати механічних, корозійних і металографічних досліджень приведені на рис. 1-3.

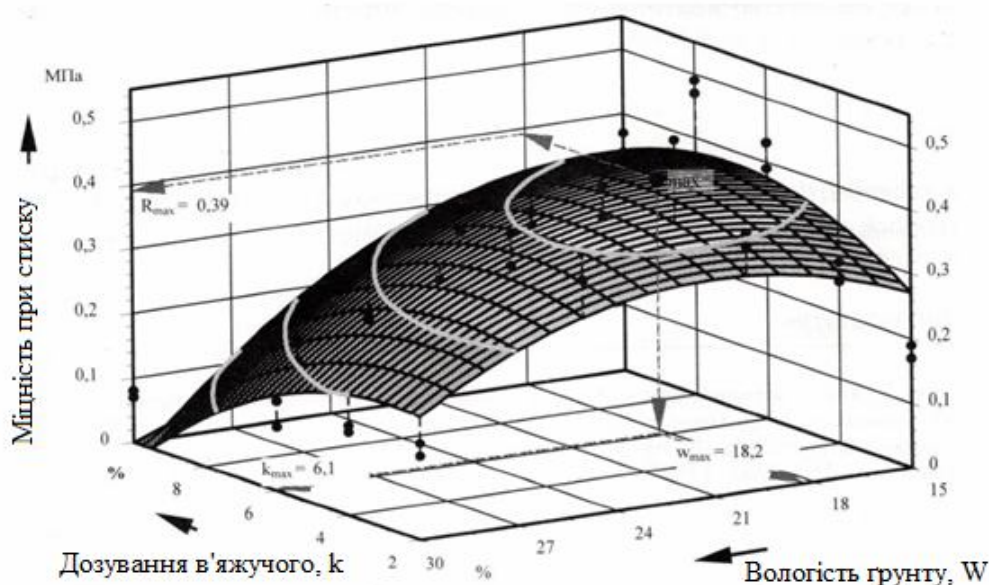


Рис. 1. Залежність межі міцності на стиск зразків суглинку від дозировки в'язучого ВМТ-3 і вологості ґрунту
Позначення • - експериментальні дані • - точки максимальної міцності ґрунту

В результаті наведених експериментальних досліджень встановлено значне зниження корозійної активності гідрофобізованих ґрунтів зі збільшенням дозировки в'язучих речовин. Експерименти, які проводилися за трьома методиками і за втратами маси сталевих зразків, питомому електроопору і щільності поляризуючого струму, показали ідентичні результати - корозійна активність знижується з високої до вельми низької згідно класифікації нормативних документів.

На рис. 3 наведені графіки зображення залежності щільності струму від дозування в'язучого і температури.

Для математичної обробки експериментальних результатів використовували програму "Hullet-Packard- 2021" і обчислювальний комплект "Toshiba". Структурно-фазовий склад ґрунту вивчали за допомогою електронного мікроскопу моделі "JSM-35CF" (фірма "Джеол", Японія).

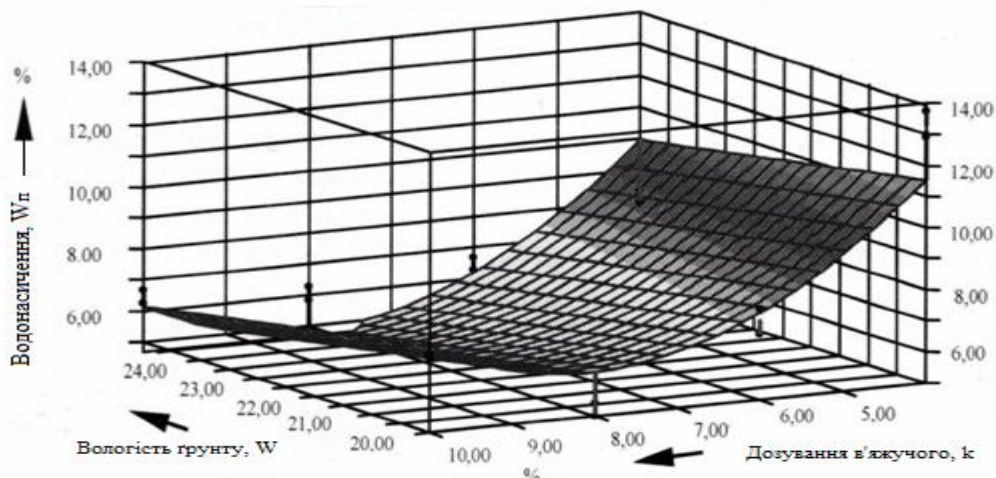


Рис. 2. Залежності водо насичення зразків суглинку від дозировки в'язучого при різній вологості

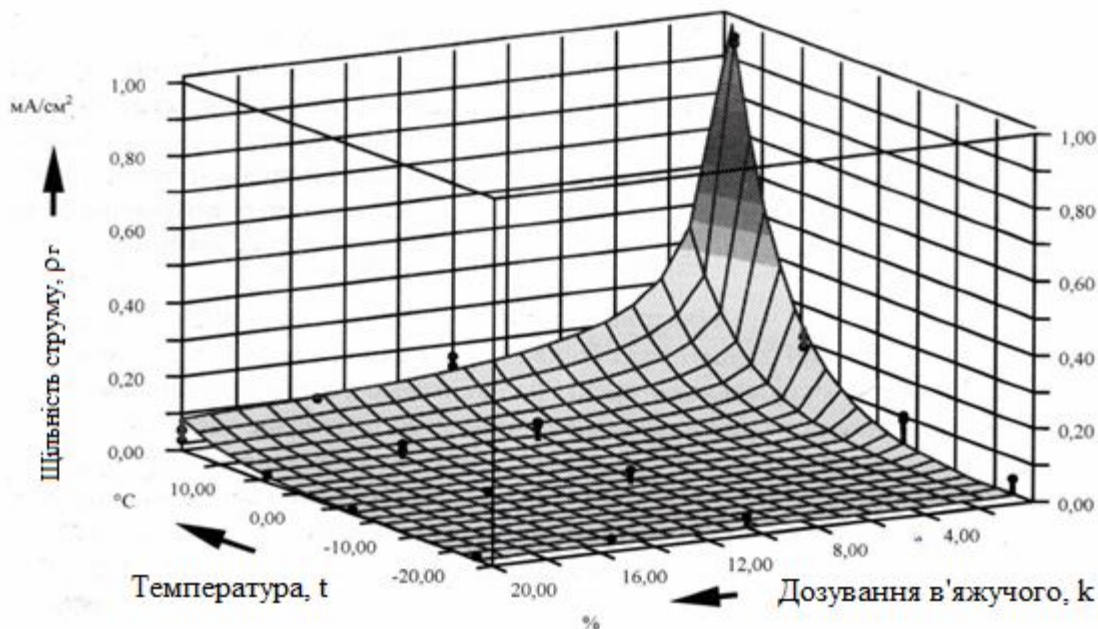


Рис. 3. Залежність щільності струму від температури для проб засолених супісків при різному дозуванні в'язучої речовини

Встановлено, що найбільший ефект в зниженні корозійної активності ґрунтів (в 10 разів) спостерігається при температурах вище 10-12°C, при збільшенні дозування в'язучого до 10%, а тому на найбільш небезпечних в корозійному відношенні "гарячих" ділянках трубопроводів, наприклад НС і КС, для підвищення надійності експлуатації необхідно проводити засипку трубопроводів гідрофобізованими ґрунтами.

Знаходження оптимального значення дозування в'язучого проводилося по принципу суперпозиції. Оптимальне значення визначалося виходячи із сумарної зміни цільової функції від основних впливаючих параметрів: корозійної активності, газопроникності, коефіцієнту водостійкості, зчеплення, набухання, водо насичення і міцності на стиск гідрофобізуючих ґрунтів.

На основі проведених експериментів досліджень мікроструктури ґрунту на мікроскопі "JSM-35CF" і математичних розрахунків з побудови цільової функції була визначена оптимальна дозировка в'язучого для гідрофобізації ґрунтів - 8% від маси скелету ґрунту. При цьому

дозуванні всі мікрочастинки ґрунту покриті плівкою в'язучого продукту, спостерігається найбільше значення коефіцієнта водостійкості і зчеплення, структура ґрунту – зернисто-плівчаста.

Практичний вибір товщини обсіпки із гідрофобізованих ґрунтів визначається умовами прокладки трубопроводу і техніко-економічним обґрунтуванням. Значення раціональної товщини обсіпки отримані методом споріднених градієнтів по програмі “Hullet-Packard- 2021” з використанням обчислювального комп'ютера: “Toshiba”. Оптимізація виконана на основі вартості обсіпки гідрофобізованим ґрунтом і вартості ремонту ізоляції в залежності від товщини обсіпки. По побудованій цільовій функції еквівалентна товщина обсіпки для трубопроводів діаметром від 300 до 1200 мм складає 100-120 мм.

Проведені на протязі 5, 10 і 15 років полігонні, лабораторні і в натурі випробування по обсіпці ізованих трубопроводів гідрофобізованим ґрунтом показали, що в зразках плівкових покриттів, які зберігалися в гідрофобізованих ґрунтах відносно подовження в середньому вище на 20%, міцність при розрив – на 15%, адгезія – на 10% в порівнянні із зразками, які зберігалися в звичайних мінеральних ґрунтах.

Перехідний спротив ізоляційних покриттів зразків труб обвалованих гідрофобізованими ґрунтами змінювався значно менше, ніж зразків труб, обвалованих мінералізованим ґрунтом. Завдяки покращеним фізико-механічним властивостям гідрофобізованих ґрунтів, зокрема низьким значенням проникності, фільтрації, водонасиченості, корозійної активності, набухання, високим значенням водостійкості і зчеплення, перехідний спротив “труба-земля” зразків ізованих труб зменшується незначно.

Як відомо, погіршення захисних властивостей (старіння) ізоляційних покриттів трубопроводів проходить під дією навколишнього середовища при взаємодії з повітрям (киснем, озоном і ін.) водою і електролітами. Також негативний вплив на ізоляцію здійснює катодна поляризація, яка виражається, головним чином, в електроосмічному ефекті і утворенні на межі “метал-покриття” скупчення молекул водню, тиск яких на покриття спричиняє розшарування ізоляції. Тому зниження газопроникності, водопроникності, водонасичення і корозійної активності ґрунтів обсіпки трубопроводу приводить до зменшення перехідного спротиву ізоляційних покриттів при тривалій експлуатації, а також до зменшення викришування пластифікатора і інших компонентів із ізоляційного матеріалу.

Отже, можна відмітити, що обсіпка трубопроводу гідрофобізованими ґрунтами створює захисну оболонку (чи екран), який перешкоджає негативному впливу навколишнього середовища на захисні властивості ізоляції. При цьому, значно збільшується термін служби ізоляції, що дозволяє експлуатувати трубопроводи довгий період часу без переізоляції або зупинки на капітальний ремонт.

Показник швидкості старіння ізоляційних покриттів в обсіпці із гідрофобізованих ґрунтів при полігонних і натурних випробуваннях складає $\alpha = 0.10$ 1/рік, а для звичайних ґрунтів, згідно нормативних документів, він складає 0.125 1/рік. Таким чином, термін служби ізоляції при обсіпці трубопроводу гідрофобізованими ґрунтами збільшується приблизно на 35-50%.

Висновки

1. Проведені на протязі 5, 10 і 15 років полігонні, лабораторні і в натурі випробування по обсіпці ізованих трубопроводів гідрофобізованим ґрунтом показали, що в зразках плівкових покриттів, які зберігалися в гідрофобізованих ґрунтах відносно подовження в середньому вище на 20%, міцність на розрив – на 15%, адгезія – на 10% в порівнянні із зразками, які зберігалися в звичайних мінеральних ґрунтах.

2. Перехідний спротив ізоляційних покриттів зразків труб обвалованих гідрофобізованими ґрунтами змінювався значно менше, чим зразків труб, обвалованих мінералізованим ґрунтом. Завдяки покращеним фізико-механічним властивостям гідрофобізованих ґрунтів, зокрема низьким значенням проникності, фільтрації, водонасиченості, корозійної активності, набухання, високим значенням водостійкості і зчеплення, перехідний спротив “труба-земля” зразків ізованих труб зменшується незначно.

3. Встановлено, що найбільший ефект в зниженні корозійної активності ґрунтів (в 10 разів) спостерігається при температурах вище 10-12°C, при збільшенні дозування в'язучого до 10%, а тому на найбільш небезпечних в корозійному відношенні “гарячих” ділянках трубопроводів,

наприклад НС і КС, для підвищення надійності експлуатації необхідно проводити засипку трубопроводів гідрофобізованими ґрунтами.

4. В результаті наведених експериментальних досліджень встановлено значне зниження корозійної активності гідрофобізованих ґрунтів зі збільшенням дозировки в'язучих речовин. Експерименти, які проводилися за трьома методиками і за втратами маси сталевих зразків, питомому електроспротиву і щільності поляризуючого струму, показали ідентичні результати - корозійна активність знижується з високої до вельми низької згідно класифікації нормативних документів

5. Показник швидкості старіння ізоляційних покриттів в обсіпці із гідрофобізованих ґрунтів при полігонних і натурних випробуваннях складає $\alpha = 0.10$ 1/рік, а для звичайних ґрунтів, згідно нормативних документів, він складає 0.125 1/рік. Таким чином, термін служби ізоляції при обсіпці трубопроводу гідрофобізованими ґрунтами збільшується приблизно на 35-50%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В.Д. Макаренко, С.І. Грачев, Н.Н. Прохоров и др. Сварка и коррозия нефтегазопроводов в Западной Сибири // Киев: Наукова думка. -1996. - 549 с.
2. Бабин Л.А., Быков Л.И., Рафиков С.К. Искусственное улучшение грунтов в практике трубопроводного строительства //Киев: Наукова думка. – 1990.-154 с.
3. Спектор Ю.И., Бабин Л.А., Валеєв М.М. Новые технологии в трубопроводном строимтельстве на основе мелиорации грунтов // Киев: Наукова думка.- 1996. – 208 с.
4. Ишмухаметов И.Т., Исаев С.Л., Лурье М.В. Трубопроводный транспорт нефтепродуктов // Киев: Нафтова промисловість, 1999. – 399 с.
5. Патент №2191945. Способ прокладки трубопровода на грунтах со слабой несущей способностью // Миронов Д.В., Миронов В.В., Земаєнков Ю.А., Шаповал А.Ф. Заявл. 27.10.2002.
6. Сергеев Б.И., Степанов П.М., Шумаков Б.Б. Мягкие конструкции в гидротехническом строительстве // Киев: Наукова думка, 1984.- 101 с.
7. Андрейків О.Є., Никифорчин Г.М., Ткачов В.І. Міцність і руйнування металічних матеріалів і елементів конструкцій у водневомісних середовищах // Фізико-механічний інститут: - Під ред. В.В. Панасюка, НАН України, Фізико-механічний інститут Г.В. Карпенка. - Львів: Простір-М, 2001. - С. 248-286.
8. Ткачов В.І. Проблеми водневої деградації металів // Фіз.-хім. механіка матеріалів. -2000.-№4.—С. 7-14.
9. Швачко В.И. Макромеханические аспекты обратимой водородной хрупкости// Физ.-хим. механика материалов. -2000.-№4.-С. 36-40.
10. Макаренко В.Д., Крижанівський Є.І., Чернов В.Ю. Проблеми корозійної стійкості промислових трубопроводів // Нафтова і газова промисловість. -2002.-№6.-С.42-44.
11. Самойленко М.І. Функціональна надійність трубопровідних транспортних систем // Харків: ХНАМП. – 2009.-184 с.
12. Насоніна Н.Г., Антоненко С.С. Аналіз пошкодженості водопровідних і каналізаційних мереж // Сучасне промислове та цивільне будівництво. - 2019.-Том15.-№1.-С. 23-34.
13. Макаренко В.Д., Гоц В.І., Аргатенко Т.В. і ін. Дослідження аварійних трубопроводів // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки, вип.42. -2023.-С.49-58
14. Бриду А., Лафранс М., Прову И. Разработка новых сортов стали с повышенными характеристиками для транспорта кислого газа и нефти // Нефтегаз-Франция –ЮзичорАсье, 1986. -19 с.
15. Исследование отечественных и зарубежных низколегированных сероводородостойких сталей для нефтегазопроводного оборудования // А.И. Радкевич, Р.К. Мелехов, Я.И. Спектор, Р.В. Яценко // Межотраслевая науч.-конф. Конструкционные стали – прогрессивные процессы производства и эффективность применения. Днепропетровск, 1995. – С.58-59.
16. Василенко І.І., Шульте О.Ю., Радкевич О.І. Вплив хімічного складу і технології виробництва сталей на їх чутливість до водневого тріщинно утворення та сірководневого корозійного розтріскування//Фіз-хім механіка матеріалів. -1990.-№4.-С.8-22.
17. Порівняльний аналіз корозійно-механічних властивостей вітчизняної трубної сталі 20ЮЧ з іноземними аналогами /О. Чапля, О. Радкевич, О. П'ясецький, Я. Спектор//Машинознавство. -1999.-№8.- С52-56.
18. Tyson W.R. Hydrogen Embrittlement and Hydrogen Dislocation Interactions // Corrosion. - 1980. Vol. 36, No. 8. - Pp. 441-443.
19. Максимов С.Ю., Кіндрачук М.В., Винников Ю.Л. і ін. Корозійні руйнування залізобетонних конструкцій гідротехнічних споруд // Київ: НУБіП України. – 2021.- 292 с.

REFERENCES

1. V.D. Makarenko, S.I. Grachev, N.N. Prokhorov i in. Svarka i korroziya neftegazoprovodov Zapadnoj Sibiri (Welding and corrosion of oil and gas pipelines in Western Siberia)// Kiev: Naukova dumka. -1996.-549 s.
2. Babin L.A., Bykov L.I., Rafikov S.K. Iskustvennoe uluchshenie gruntov v praktike truboprovodnogo stroitel'stva (Artificial improvement of soils in the practice of pipeline construction) //Kiev: Naukova dumka. – 1990.-154 s.
3. Spektor Yu.I., Babin L.A., Valeev M.M. Novye tekhnologii v truboprovodnom stroitel'stve na osnove melioratsii gruntov (New technologies in pipeline construction based on soil reclamation) // Kiev: Naukova dumka.- 1996. – 208 s.
4. Ishmuhametov I.T., Isaev S.L., Lur'e M.V. Truboprovodnyj transport nefteproduktov (Pipeline transportation of petroleum products) // Kiev: Naftova promyslovost', 1999. – 399 s.
5. Mironov D.V., Mironov V.V., Zemenkov Yu.A., Shapoval A.F. Patent №2191945. Sposob prokladki truboprovoda na gruntakh so slaboj nesushchej sposobnost'yu (Method of laying pipelines on soils with weak bearing capacity) // Zaregv. gos. reestreizobret. 27.10.2002.

6. *Sergeev B.I., Stepanov P.M., Shumakov B.B.* Myagkie konstrukcii v gidrotekhnicheskomo stroitel'stve (Soft structures in hydraulic engineering) // Kiev: Naukova dumka, 1984.- 101 s.
7. *Andreikiv O.Ie., Nykyforchyn H.M., Tkachov B.I.* Mitsnist i ruinuвання metalichnykh materialiv i elementiv konstrukttsii u vodnevomisnykh seredovyschakh (Strength and destruction of metallic materials and structural elements in hydrogen-containing environments) // Fizyko-mekhanichnyi instytut: - Pidred. V.V. Panasiuka, NAN Ukrainy, Fizyko-mekhanichnyi instytut im. H.V. Karpenka. - Lviv: Prostir-M, 2001. - S. 248-286.
8. *Tkachov V.I.* Problemy vodnoyi dehradatsii metaliv (Problems of hydrogen degradation of metals) // Fiz.-khim. Mekhanika materialiv. -2000.-№4.—S. 7-14.
9. *Shvachko V.I.* Makromekhanicheskie aspekty obratimoi vodorodnoy khrupkosti (Macromechanical aspects of reversible hydrogen embrittlement) // Fiz.-khim. Mekhanika materialiv. -2000.- №4.-S. 36-40.
10. *Makarenko V.D., Kryzhanivskiy Ye.I., Chernov V.Yu.* Problemy korozii stiičnosti promyslovyykh truboprovodiv (Problems of corrosion resistance of industrial pipelines) // Naftova i hazovapromyslovist. -2002.-№6.-S. 42-44.
11. *Samoilenko M.I.* Funktsionalna nadiinst truboprovodnykh transportnykh system (Functional reliability of pipeline transportsystems) // Kharkiv: KhNAMP. – 2009.-184 s.
12. *Nasonina N.H., Antonenko S.Ie.* Analiz poshkodzhennosti vodoprovodnykh i kanalizatsiinykh merezh (Analysis of damage to water supply and sewerage works) // Suchasne promyslove ta tsyvilne budivnytstvo. -2019.-Tom 15.-№1. - S. 23-34.
13. *Makarenko V.D., Hots V.I., Arhatenko T.V. i in.* Doslidzhennia avariinykh truboprovodiv (Investigation of emergency pipelines) // Problemy vodopostachannia, vodovidvedennia ta hidravliki, vyp. 42. -2023.-S. 49-58.
14. *Bridu A., Laffrans M., Provu I.* Razrabotka novykh sortov stali s povyshennymi kharakteristikami dlya transporta kislogo gaza I nefii (Development of new grades of steel with improved characteristics for the transport of acid gas and oil) // Neftegaz-Franciya –Yuzichor As'e, 1986. -19 s.
15. *A.I. Radkevich, R.K. Melekhov, Y.A.I. Spektor, R.V. Yacenko.* Issledovanie otechestvennykh I zarubezhnykh nizkolegirovannykh serovodorodostojkikh stalei dlia neftegazoprovodnogo oborudovaniya (Research of domestic and foreign low-alloy hydrogen sulfide-resistant steels for oil and gas pipeline equipment) // Mezhotraslevaya nauch-konf. Konstruktsionnyestali – progressivnyyeprocessyproizvodstvaieffektivnost' primeneniya. Dnepropetrovsk, 1995. – S. 58-59.
16. *Vasylenko I.I., Shulte O.Iu., Radkevych O.I.* Vplyv khimichnoho skladu I tekhnologii vyrobnytstva stalei na yikh chutlyvist do vodnevohotrichshynoutvorennia ta sirkovodnevohekoroziinhorostriskuvannia (The influence of the chemical composition and production technology of steels on their sensitivity to hydrogen cracking and hydrogen sulfide corrosion cracking) // Fiz.-khimmekhanikamaterialiv. -1990.-№4.-S.8-22
17. *O. Chaplia, O. Radkevych, O. Piasetskiy, Ya. Spektor.* Porivnialnyi analiz korozii-mekhanichnykh vlastyvostei vitchyzniano i trubnoi stali 20YuCh z inozemnymi analoghamy (Comparative analysis of corrosion-mechanical properties of domestic pipesteel 20YuCh with foreign analogues) // Mashynoznavstvo. -1999.-№8. - S. 52-56.
18. *Tyson W.R.* Hydrogen Embrittlement and Hydrogen Dislocation Interactions // Corrosion. - 1980. Vol. 36, No. 8. - Pp. 441-443.
19. *Maksymov S.Yu., Kindrachuk M.V., Vynnykov Yu.L. I in.* Korozii ruinuвання zalizobetonnykh konstrukttsii hidrotekhnichnykh sporud (Corrosive destruction of reinforced concrete structures of hydraulic structures) // Kyiv: NUBiP Ukrainy. – 2021.-292 s.

Стаття надійшла 19.02.2025

Макаренко В.Д., Савенко В.І., Винников Л.Ю., Гоц В.І., Петрикова С.М.

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОФОБІЗОВАНИХ ҐРУНТІВ В НАФТОГАЗОВОМУ ТРУБОПРОВОДНОМУ БУДІВНИЦТВІ

В роботі уперше проведені системні експериментальні і натурні випробування щодо впливу гідрофобізованого ґрунту на корозійну активність підземних трубопроводів. Проведені на протязі 5, 10 і 15 років полігонні, лабораторні і в натурі випробування по обсіпці ізолюваних трубопроводів гідрофобізованим ґрунтом показали, що в зразках плівочних покриттів, які зберігалися в гідрофобізованих ґрунтах відносно подовження в середньому вище на 20%, міцність при розриві – на 15%, адгезія – на 10% в порівнянні із зразками, які зберігалися в звичайних мінеральних ґрунтах. Перехідний спротив ізоляційних покриттів зразків труб обвалованих гідрофобізованими ґрунтами змінювався значно менше, чим зразків труб, обвалованих мінералізованим ґрунтом. Завдяки покращенню фізико-механічним властивостям гідрофобізованих ґрунтів, зокрема низьким значенням проникності, фільтрації, водонасиченості, корозійної активності, набухання, високим значенням водостійкості і зчеплення, перехідний спротив “труба-земля” зразків ізолюваних труб зменшується незначно. Встановлено, що найбільший ефект в зниженні корозійної активності ґрунтів (в 10 разів) спостерігається при температурах вище 10-12°C, при збільшенні дозування в’язучого до 10%, а тому на найбільш небезпечних в корозійному відношенні “гарячих” ділянках трубопроводів, наприклад НС і КС, для підвищення надійності експлуатації необхідно проводити засипку трубопроводів гідрофобізованими ґрунтами. В результаті наведених експериментальних досліджень встановлено значне зниження корозійної активності гідрофобізованих ґрунтів зі збільшенням дозировки в’язучих речовин. Експерименти, які проводилися за трьома методиками і за втратами маси сталевих зразків, питомому електроспротиву і щільності поляризуючого струму, показали ідентичні результати - корозійна активність знижується з високої до вельми низької згідно класифікації нормативних документів Показник швидкості старіння ізоляційних покриттів в обсіпці із гідрофобізованих ґрунтів при полігонних і натурних випробуваннях складав $\alpha = 0.10$ 1/рік, а для звичайних ґрунтів, згідно нормативних документів, він складає 0.125 1/рік. Таким чином, термін служби ізоляції при обсіпці трубопроводу гідрофобізованими ґрунтами збільшується приблизно на 35-50%.

Ключові слова: деградація, наводнення, гідрофобізація, проникність, суглинки.

Makarenko V.D., Savenko V.I., Vynnykov L.Yu., Hots V.I., Petrikova Ye.M.

USE OF HYDROPHOBIZED SOILS IN OIL AND GAS PIPELINE CONSTRUCTION

For the first time, systematic experimental and field tests on the effect of hydrophobized soil on the corrosion activity of underground pipelines were carried out in the work. Field, laboratory, and in situ tests conducted over 5, 10, and 15 years on covering insulated pipelines with hydrophobized soils showed that in samples of film coatings that were stored in hydrophobized

soils, there lativelongation was on average 20% higher, and the breaking strength was 15% higher, adhesion - by 10% compared to samples stored in ordinary mineral soils. The transient resistance of insulating coatings of pipe samples covered with hydrophobic oils changed significantly less than that of pipe samples covered with mineralized soil. Due to the improved physical and mechanical properties of hydrophobized soils, in particular, low values of permeability, filtration, water saturation, corrosion activity, swelling, high values of water resistance and adhesion, the transition resistance "pipe-soil" of insulated pipe samples decreases lightly. It was established that the greatest effect in reducing the corrosion activity of soils (10 times) is observed at temperatures above 10-12°C, when the binder dosage is increased to 10%, and the refore on themostdangerousinterms ofcorrosioninthe "hot" sections of the pipelines, for example NS and KS, to increase the reliability of operation, it is necessary to back fill pipelines with hydrophobic soils. As a result of the above experimental studies, a significant decrease in the corrosion activity of hydrophobized soils was established with an increase in the dosage of binders. The experiments, which were carried out according to three methods and according to the loss of mass of steel samples, specific electrical resistance and pole density of the cutting current, show edidentical results – the corrosion activity decreases from high to very low. According to the classification of regulatory documents. Field tests was $\alpha = 0.10$ 1/year, and for ordinary soils, according to regulatory documents, it is 0.125 1/year. Thus, the service life of the insulation increases by approximately 35-50% when the pipeline is sprinkled with hydrophobic soils.

Keywords: degradation, flooding, hydrophobization, permeability, loams.

УДК624.017

Макаренко В.Д., Савенко В.І., Винников Л.Ю., Гоц В.І., Петрикова Є.М. **Використання гідрофобізованих ґрунтів в нафтогазовому трубопроводному будівництві** // Опір матеріалів і теорія споруд наук.-техн. збірн.–К.: КНУБА, 2025.- Вип. 114– С. 292-298.
Лл.З. Бібліогр. 19 назв.

UDC624.017

Makarenko V.D., Savenko V.I., Vynnykov L.Yu., Hots V.I., Petrikova Ye.M. **Use of hydrophobized soils in oil and gas pipeline construction** // Strength of Materials and Theory of Structures: Scientific-and-technical collected articles – Kyiv: KNUBA, 2025. – Issue 114. – P. 292-298.
Fig. 3. Ref. 19.

Автор (науковий ступінь, вчене звання, посада): доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології будівельних конструкцій і виробів Київського національного університету будівництва і архітектури Макаренко Валерій Дмитрович
Адреса робоча: 03037 м.Київ, просп. Повітряних Сил, 31, Київський національний університет будівництва і архітектури
Тел +38(066)-747-67-90
E-mail: green555tree@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9178-9657>

Автор (науковий ступінь, вчене звання, посада): доктор технічних наук, професор, професор кафедри організації управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури Савенко Володимир Іванович
Адреса робоча: 03037 м.Київ, просп. Повітряних Сил, 31, Київський національний університет будівництва і архітектури
E-mail: savenkoknuba@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1490-6730>

Автор (науковий ступінь, вчене звання, посада): доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри буріння та геології навчально-наукового інституту нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка ім. Юрія Коендратюка» Винников Юрій Леонідович
Адреса робоча: 36007 м. Полтава, вул. Інститутський розріз, 15, Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Коендратюка".
E-mail: vynnykov@ukr.net
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2164-9936>

Автор (науковий ступінь, вчене звання, посада): доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних конструкцій і виробів Київського національного університету будівництва і архітектури Гоц Володимир Іванович
Адреса робоча: 03037 м. Київ, просп. Повітряних Сил, 31, Київський національний університет будівництва і архітектури
E-mail: gots.vi@knuba.edu.ua
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7702-1609>

Автор (науковий ступінь, вчене звання, посада): кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології будівельних конструкцій і виробів Київського національного університету будівництва і архітектури Петрикова Євгенія Миколаївна
Адреса робоча: 03037 м. Київ, просп. Повітряних Сил, 31, Київський національний університет будівництва і архітектури
E-mail: petrykova.iem@knuba.edu.ua
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6781-0954>