

П.Б. Митрофанов // Науковий вісник будівництва. – Вип. 69.– Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2012. – С. 137 – 149.

2. Шкурупій О.А. Застосування деформаційної моделі з екстремальним критерієм для розрахунку міцності залізобетонних елементів із високоміцних бетонів / О.А. Шкурупій, П.Б. Митрофанов // Вісник одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2012. – № 46. – С. 377 – 387.

3. Шкурупій О.А. Граничний напружено-деформований стан і міцність стиснутих залізобетонних елементів / О.А. Шкурупій, П.Б. Митрофанов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2013. – Вип. 25. – С. 480 – 487.

4. Митрофанов П.Б. Експериментальні дослідження міцності стиснутих залізобетонних елементів із високоміцних бетонів / П.Б. Митрофанов // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) – Полтава: ПолтНТУ, 2011. – Вип. 29. – С. 75 – 79.

5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 71 с.

УДК:622.692.4:519.246.5

С.Ф.Пічугін, д.т.н., професор

О.Є.Зима, к.т.н., доцент

В.С.Стебляк, аспірантка

«Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Магістральні трубопроводи є важливою частиною інфраструктури в енергетичній та нафтогазовій промисловості. Однак, через дію негативних факторів, таких як корозія, пошкодження магістральних трубопроводів можуть призвести до серйозних наслідків, таких як витік палива або газу, що є першопричиною виникнення екологічної катастрофи та людських жертв. З метою виявлення та прогнозування корозійних пошкоджень магістральних трубопроводів важливо мати ефективні методи статистичної обробки даних. Корозія, як найбільш поширене пошкодження магістральних трубопроводів, виникає в результаті реакції металу з рідиною або газом в трубопроводі та призводить до появи отворів та ламінації труби, що потребує заміни або ремонту. Корозія є процесом, в результаті якого металеві матеріали взаємодіють з оточуючим середовищем і зазнають пошкоджень [1]. Цей процес зазвичай відбувається при контакті металу з водою, повітрям або іншими рідинами або газами. Для статистичного аналізу корозійних пошкоджень лінійних магістральних трубопроводів можна використовувати наступні вихідні дані, зокрема:

- про склад та властивості матеріалу трубопроводу, такі як міцність, стійкість до корозії та інші характеристики;

- про середовище, через яке прокладений трубопровід, такі як хімічний склад, температура, вологість, тиск та інші параметри;
- про географічне положення трубопроводу, такі як кліматичні умови, екологічна ситуація та інші фактори;
- про ступінь пошкодження трубопроводу, що можуть бути оцінені за допомогою візуального огляду, вимірювання товщини стінки та інших методів.

Також слід брати до уваги інформацію про історію експлуатації трубопроводу, включаючи дати введення в експлуатацію, дати проведення профілактичних оглядів та ремонтних робіт та дані про заходи, які були вжиті для запобігання корозії, такі як захисні покриття, катодний захист та інші методи. Аналіз цих даних дозволить визначити фактори, які впливають на ризик корозійного пошкодження трубопроводу, оцінити ефективність заходів, які вживались для запобігання корозії, та розробити ефективні стратегії контролю та запобігання корозії магістральних трубопроводів.



Рис.1. Прояви корозії на ділянках трубопроводу.

Статистична обробка даних корозійних пошкоджень магістральних трубопроводів є важливим етапом при дослідженні корозійних процесів та розробці заходів для їх запобігання. Методи статистичної обробки є дуже важливими в дослідженні корозійних процесів, оскільки вони дозволяють здійснювати об'єктивну оцінку стану матеріалу та визначати ефективність заходів для запобігання корозії [2]. Провести статистичний аналіз корозійних пошкоджень лінійних частин магістральних трубопроводів можна з допомогою використання наступних методів обробки статистичних даних:

- аналіз розподілу: метод дозволяє встановити закономірності розподілу даних про розмір, глибину та інші параметри корозійних пошкоджень. Наприклад, можна визначити, чи є розподіл нормальним, чи відхиляється від нього.

При аналізі розподілу даних можуть бути використані формули середнього значення розподілу, дисперсії, стандартного відхилення, коефіцієнта варіації, коефіцієнта кореляції між двома змінними, коефіцієнта детермінації та інші формули, які описують методики обчислення статистичних даних випадкових процесів.

- статистична обробка середнього розміру пошкодження: даний метод дозволяє визначити середній розмір корозійних пошкоджень за

допомогою відповідних статистичних методів, таких як середнє значення, медіана та інші.

Метод статистичної обробки середнього розміру пошкоджень полягає у зборі і аналізі даних про розмір пошкоджень в певній вибірці та визначенні середнього значення цих пошкоджень. Для застосування цього методу необхідно зібрати дані про розмір кожного пошкодження від кожного з учасників дослідження. За допомогою статистичних методів, таких як середнє значення та стандартне відхилення, можна обчислити середній розмір пошкоджень для всієї вибірки. Крім того, можна використовувати інші статистичні показники, такі як медіана та мода, для отримання більш повної картини про розподіл розмірів корозійних пошкоджень у вибірці ділянок лінійного трубопроводу.

- аналіз кореляції дозволяє встановити залежність між різними параметрами корозійних пошкоджень, наприклад, між глибиною пошкодження та часом експлуатації матеріалу.

Метод аналізу кореляції використовується для визначення наявності залежності між двома змінними. Цей метод дозволяє виміряти ступінь лінійної залежності між двома змінними, тобто наскільки сильно змінні взаємопов'язані. Щоб зрозуміти, наскільки сильно корелюють дві змінні, необхідно виміряти кореляційний коефіцієнт. Кореляційний коефіцієнт - це числова міра ступеня лінійної залежності між двома змінними. Він може приймати значення в діапазоні від -1 до +1. Якщо кореляційний коефіцієнт дорівнює +1, це означає ідеальну позитивну кореляцію, тобто коли збільшення однієї змінної пов'язане зі збільшенням іншої змінної. Якщо кореляційний коефіцієнт дорівнює -1, це означає ідеальну негативну кореляцію, тобто коли збільшення однієї змінної пов'язане зі зменшенням іншої змінної. Якщо ж кореляційний коефіцієнт дорівнює 0, це означає відсутність кореляції, тобто зміни в одній змінній не пов'язані зі змінами в іншій змінній [3]. Метод аналізу кореляції може бути застосований до різних видів даних, таких як числові дані, категоріальні дані і бінарні дані. У випадку числових даних, кореляційний коефіцієнт може бути обчислений за допомогою коефіцієнта кореляції Пірсона, де показано, що коефіцієнт кореляції дорівнює коваріації двох змінних, або сумі добутків відхилень, поділеній на добуток їх стандартних відхилень. Також даний метод дозволяє встановити залежність між різними параметрами корозійних пошкоджень, наприклад, між глибиною пошкодження та часом експлуатації матеріалу.

- аналіз варіації дозволяє визначити ступінь варіації різних параметрів корозійних пошкоджень, таких як розмір, форма та глибина, що може допомогти визначити найбільш характерні параметри пошкоджень та їхню варіабельність.

Метод аналізу варіації корозійних пошкоджень лінійних магістральних трубопроводів є одним з найбільш ефективних методів

виявлення пошкоджень і дефектів у трубопроводах. Цей метод використовується для оцінки стану трубопроводів, зокрема визначення розміру, форми та місцезнаходження внутрішніх дефектів, таких як корозійні пошкодження, тріщини, варіації товщини стінок та інші небезпечні аномалії. Він базується на використанні різноманітних технологій, зокрема магнітно-вимірювальної техніки, ультразвукової діагностики та детекторів вібрацій, що дозволяє визначити товщину стінок трубопроводу, визначити розміри вм'ятин, тріщин та інших дефектів та полягає в тому, щоб зібрати велику кількість даних про корозійні пошкодження на різних ділянках трубопроводу, застосувати статистичний аналіз для визначення відхилень від середньої величини пошкодження. При цьому враховуються такі фактори, як тип матеріалу трубопроводу, вік трубопроводу, типи ґрунту та кліматичні умови в зоні розташування трубопроводу. Для проведення аналізу варіації корозійних пошкоджень можуть використовуватися такі методи, як графічний аналіз, аналіз дисперсії, аналіз кореляції та регресійний аналіз. Ці методи дозволяють виявляти залежності між різними факторами і величиною корозійних пошкоджень, а також побудувати прогностичні моделі для передбачення майбутнього розвитку корозії на трубопроводах. Метод аналізу варіації корозійних пошкоджень магістральних трубопроводів є надзвичайно ефективним інструментом для виявлення ризиків та попередження аварій в галузі нафтогазовидобувної промисловості.

- аналіз регресії дозволяє встановити залежність між одним параметром корозійних пошкоджень та іншими параметрами, наприклад, залежність між глибиною пошкодження та товщиною матеріалу.

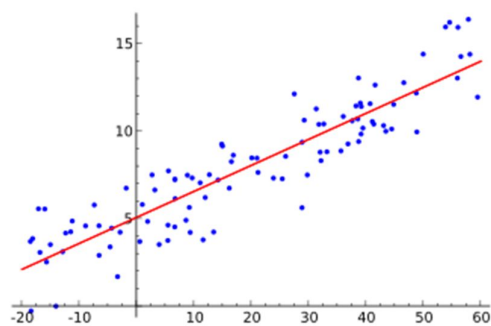


Рис 2. Приклад простої лінійної регресії.

Аналіз регресії корозійних пошкоджень - це метод статистичного аналізу даних, який використовується для встановлення залежності між рівнем корозії та іншими факторами, які можуть впливати на пошкодження. Для проведення аналізу регресії корозійних пошкоджень спочатку необхідно зібрати дані про стан корозії та інші фактори, такі як тип матеріалу, умови експлуатації, рівень забруднення повітря і т.д. Потім можна застосувати методи регресійного аналізу, щоб встановити статистичну залежність між змінними. Також для аналізу можна використовувати різні моделі регресії, такі як проста лінійна регресія або

багатовимірною регресією [4]. Після цього можна провести аналіз отриманих результатів та встановити, які фактори мають найбільший вплив на рівень корозії та як можна зменшити ризик пошкоджень в майбутньому. Отже, аналіз регресії корозійних пошкоджень є корисним інструментом для вивчення та прогнозування рівня корозії та допомагає виробляти рішення про покращення конструкції та технології захисту від корозії.

- кластерний аналіз дозволяє визначити групи корозійних пошкоджень зі схожими параметрами та характеристиками.

Для проведення кластерного аналізу потрібно мати дані про корозійні пошкодження, їх характеристики та параметри. Наприклад, можуть бути використані дані про рівень корозії, форму пошкодження, тип матеріалу, умови експлуатації та інші параметри. Після збору даних необхідно провести попередню обробку, включаючи видалення непотрібних даних, нормалізацію даних та визначення метрик відстані між об'єктами. Далі, використовуючи алгоритми кластерного аналізу, які можуть бути ієрархічними або неієрархічними, корозійні пошкодження групуються в кластери на основі схожості їх характеристик. Результатом кластерного аналізу є графічне представлення груп корозійних пошкоджень зі схожими параметрами та характеристиками. Отримані результати кластерного аналізу можуть бути використані для подальшого аналізу та вирішення проблем, пов'язаних з корозією [5].

Отже, використання різних методів статистичної обробки даних є важливим етапом у встановленні рівня корозії на магістральних трубопроводах та розробці ефективних стратегій попередження та управління корозійними пошкодженнями.

Література:

1. Надійність лінійних частин магістральних трубопроводів – *Reliability of Main Pipelines Linear Parts [Текст]: монографія / С.Ф. Пічугін, В.А. Пашинський, О.Є. Зима, П.Ю.Винников, Ж.Ю.Біла – Полтава: ПП «Астроя», 2018.-439 с.*
2. "Статистичний аналіз корозійних пошкоджень нафтогазопроводів" Шевченко О.В., Олійник А.В., Громова Л.О., Єрмаков Ю.В. з журналу "Науково-технічний збірник "Транспортні системи і технології" 2017 р.
3. Хімічні основи корозії конструкційних матеріалів /С.І. Козак, М.Г. Котур, М.В. Никипанчук, В.В. Григораши. – Львів: Ліга-Прес, 2001. – 240с.
4. Хімічна корозія та захист металів : навчальний посібник / [П. І. Стоев, С. В. Литовченко, І. О. Гірка, В. Т. Грицина]. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 216 с.
5. Зиміна В.М. Методичні рекомендації та контрольні завдання з курсу «корозія та захист металів. – Дніпродзержинськ.:ДДТУ, 1999р. – 26с.