

*Голові разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
доктору технічних наук, професору
Винникову Юрію Леонідовичу*

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Степового Євгена Борисовича
на тему «Розвиток теоретичних основ запобігання забруднення довкілля при
транспортуванні вуглеводнів», подану на здобуття наукового ступеня доктора
філософії за спеціальністю
183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань
18 «Виробництво та технології»

Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами. Актуальність теми дисертаційного дослідження не викликає сумнівів і зумовлена необхідністю забезпечення екологічної безпеки під час транспортування вуглеводнів магістральними нафтопроводами. В умовах значного рівня зношеності трубопровідних систем України та тривалої експлуатації значної частини нафтопроводів особливої важливості набувають питання попередження аварійних ситуацій, пов'язаних із порушенням герметичності труб, що можуть призводити до забруднення ґрунтів, підземних і поверхневих вод та завдавати суттєвої шкоди довкіллю.

Однією з основних причин втрати працездатності нафтопроводів є розвиток електрохімічної та біоелектрохімічної корозії, інтенсивність якої значною мірою визначається неоднорідністю ґрунтового середовища, наявністю дефектів ізоляційного покриття, утворенням макрогальванічних пар і локальних корозійних осередків, зокрема у зонах зварних з'єднань. Такі процеси суттєво ускладнюють прогнозування швидкості корозійного руйнування металу та визначення залишкового ресурсу трубопровідних систем.

Слід відзначити, що існуючі підходи до оцінювання корозійного стану та прогнозування довговічності нафтопроводів не повною мірою враховують

сукупний вплив електрохімічних і біологічних чинників корозії в реальних умовах експлуатації. Тому розвиток теоретичних основ запобігання забрудненню довкілля при транспортуванні вуглеводнів, розроблення математичних моделей корозійних процесів у неоднорідних ґрунтових середовищах та удосконалення методів оцінювання залишкового ресурсу сталевих нафтопроводів є важливим науковим завданням, що має вагоме практичне значення.

Отримані в дисертаційній роботі результати спрямовані на підвищення екологічної надійності трубопровідного транспорту, зниження ризику аварійних витоків вуглеводнів і мінімізацію негативного впливу на навколишнє природне середовище, що повною мірою відповідає сучасним потребам забезпечення екологічної та енергетичної безпеки України.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків, рекомендацій дисертації. Достовірність отриманих результатів, сформульованих висновків і практичних рекомендацій забезпечується використанням сучасних методів наукових досліджень, комплексним підходом до вирішення поставлених завдань, а також належним теоретичним і експериментальним обґрунтуванням одержаних результатів. Достовірність дослідження підтверджується ґрунтовним аналізом вітчизняних і зарубіжних наукових праць з проблем забезпечення екологічної безпеки під час транспортування вуглеводнів, корозійного руйнування сталевих трубопроводів та оцінювання їх залишкового ресурсу.

Обґрунтованість наукових положень базується на використанні сучасних методів математичного моделювання електрохімічних і біоелектрохімічних процесів корозії, результатах експериментальних досліджень корозійної активності ґрунтів Полтавської області, застосуванні апробованих методик визначення фізико-хімічних характеристик ґрунтового середовища, а також на задовільній узгодженості розрахункових і експериментальних даних. Отримані результати належним чином опрацьовані, проаналізовані та узагальнені, що свідчить про їх достатню достовірність і наукову обґрунтованість.

Мета дисертаційного дослідження відображає обрану тему роботи. Об'єкт і предмет дослідження визначено коректно. Зміст сформульованих наукових завдань структурно-логічно узгоджений, їх кількість можна вважати достатньою для розкриття обраної теми дисертації і досягнення поставленої мети.

Висновки дисертації є логічним і обґрунтованим підсумком виконаної роботи, у повній мірі відображують основні положення проведеного дослідження та перспективні напрями їхнього впровадження. Вони не містять внутрішніх суперечностей і мають практичну спрямованість. Запропоновані в роботі методичні підходи є обґрунтованими та такими, що дозволяють проводити необхідні розрахунки. Основні наукові положення сформульовані коректно, по кожному з них визначено наукові результати, сутність їх новизни та її ступінь.

Роботу Степового Є.Б. позитивно характеризує системність підходу до вирішення поставлених завдань, логічна побудова й аналіз причинно-наслідкових зв'язків. Висновки за кожним з розділів дисертаційної роботи та загальні висновки аргументовані. Важливим, з точки зору логіки дослідження та обґрунтованості висновків, є внутрішній зв'язок між розділами дисертації. Теоретичні положення дисертації ілюструються фактичним матеріалом.

При підготовці дисертаційної роботи автор орієнтувався на сучасну методологію наукових досліджень, що підтверджується застосуванням широкого спектру методів опрацювання інформації. Зокрема, аналізу – для узагальнення сучасних науково-технічних досягнень щодо визначення залишкового ресурсу сталевих нафтопроводів; кореляційно-регресійного аналізу – для встановлення закономірності впливу глибини відбору проби ґрунту та вологості ґрунту; математичного моделювання – при розробленні математичних моделей дослідження корозійного стану сталевих нафтопроводів за умов дії поперечних і повздовжніх макрогальванічних пар, особливостей перебігу корозійних процесів у зонах зварних з'єднань, а також роботи гальванічних біокорозійних елементів на ділянці сталевих нафтопроводів; при розрахунку глибини корозії та залишкового ресурсу сталевих нафтопроводів при

сталому та періодичному перебуванні агресивної рідини в тріщині ізоляційного покриття.

Обґрунтованість отриманих результатів дослідження підтверджується їх оприлюдненням у вітчизняних наукових фахових виданнях, а також їх практичним впровадженням. Тема дисертаційної роботи відповідає профілю спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища.

Наукова новизна дослідження та ступінь обґрунтованості й достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій дослідження.

Наукова новизна результатів, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційному дослідженні, визначається особистим авторським підходом до виявлення та вирішення актуальної науково-прикладної задачі розвитку теоретичних основ запобігання забруднення довкілля при транспортуванні вуглеводнів шляхом застосування запропонованої методики оцінювання залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації нафтопроводів.

Дисертаційна робота виконувалася відповідно до пріоритетних напрямів державної політики України у сфері екологічної безпеки, захисту навколишнього природного середовища та забезпечення надійності функціонування об'єктів трубопровідного транспорту.

Тематика дослідження пов'язана з реалізацією: Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 №1363-р; Національної економічної стратегії на період до 2030 року, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 03.03.2021 №179; Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, спрямованої на забезпечення сталого та безпечного функціонування транспортної інфраструктури; державних програм і наукових досліджень у сфері підвищення екологічної безпеки об'єктів нафтогазового комплексу та запобігання техногенному забрудненню довкілля.

До вагомого наукового доробку дисертанта слід віднести поглиблення розроблення методики оцінювання залишкового ресурсу ділянок нафтопроводів,

що враховує як поперечний, так і повздовжній перерозподіл електрохімічних параметрів та особливості перебігу корозії у зонах зварних з'єднань. Автором отримано емпіричну залежність, що дозволяє розрахувати глибину корозійного враження стінки трубопроводу, яка враховує як поперечний, так і повздовжній перерозподіл електрохімічних параметрів та особливості перебігу корозії у зонах зварних з'єднань та біокорозійні процеси;

Суттєвим науковим результатом є подальший розвиток математичної моделі біокорозійного процесу на ділянках нафтопроводів із пошкодженим ізоляційним покриттям, яка базується на визначенні параметрів електричного поля в системі «метал – електроліт» та дозволяє оцінювати розподіл потенціалів і корозійних струмів у зоні дефекту, розрахунки за якою дозволяють прогнозувати корозійні втрати металу трубопроводу в тріщинах ізоляційного покриття при попаданні в них агресивних електролітичних розчинів незалежно від їх хімічного складу.

Аналіз змісту дисертації та основних публікацій здобувача дозволяє стверджувати, що наукові положення, сформульовані автором особисто, відображають його внесок у розвиток теоретичних основ запобігання забруднення довкілля при транспортуванні вуглеводнів шляхом застосування запропонованої методики оцінювання залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації нафтопроводів характеризуються науковою новизною.

Теоретичне та практичне значення результатів дисертації. Практичне значення дисертаційної роботи полягає у розробленні та науковому обґрунтуванні підходів і методичних рішень, спрямованих на підвищення екологічної безпеки під час транспортування вуглеводнів магістральними нафтопроводами. Особливу цінність становлять запропоновані автором математичні моделі та методи прогнозування розвитку корозійних процесів, які враховують вплив електрохімічної неоднорідності металу, біокорозійної активності ґрунтів, умов експлуатації трубопроводів та особливостей перебігу зовнішньої корозії.

Отримані результати мають практичну спрямованість і можуть бути використані для підвищення достовірності оцінювання технічного стану нафтопроводів, прогнозування розвитку корозійних пошкоджень, визначення залишкового ресурсу безпечної експлуатації трубопровідних систем та своєчасного прийняття рішень щодо впровадження захисних і профілактичних заходів. Реалізація запропонованих підходів сприятиме зниженню ризику аварійних ситуацій, попередженню витоків вуглеводнів та мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Важливим підтвердженням практичної значущості результатів дослідження є їх впровадження у виробничу діяльність Нафтогазовидобувного управління «Полтаванафтогаз» АТ «Укрнафта», де використано наукові результати, методичні підходи та практичні рекомендації щодо прогнозування розвитку корозії трубопроводів за часом контакту сталевих труб з агресивним електролітом неруйнівними методами контролю (довідка про впровадження № 1 від 15.06.2026).

Крім того, результати дисертаційної роботи впроваджено в освітній процес Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» під час викладання дисциплін «Корозія та захист металів» для здобувачів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» та «Моделювання та прогнозування стану довкілля» для здобувачів спеціальності 101 «Екологія», що підтверджується відповідним актом впровадження від 03.01.2026. Зазначене свідчить про належний рівень практичної цінності та можливість широкого використання отриманих результатів у виробничій і освітній діяльності.

Повнота викладу основних положень дисертації у наукових виданнях та апробація результатів дослідження. Зміст дисертаційної роботи демонструє цілісність і логічну завершеність дослідження, у межах якого послідовно поєднано теоретичне узагальнення проблематики з її емпіричним аналізом. Представлені у роботі наукові результати, висновки та рекомендації, що виносяться на захист, є результатом самостійного наукового пошуку автора.

Наукові положення, представлені на захист, вирізняються обґрунтованістю, відповідним чином представлені змістовно у висновках. Достовірність наукових положень та висновків, винесених у роботі ґрунтується на детальному вивченні й аналізі положень нормативно-правових актів України, наукових публікацій вітчизняних і зарубіжних науковців, інформаційно-аналітичних та статистичних матеріалів. Коректність посилань на літературні джерела дозволяє відокремити наукові здобутки автора від наукових напрацювань інших науковців.

Рівень апробації результатів дослідження є достатнім і підтверджується їх відображенням у 20 наукових публікаціях, серед яких 6 статей опубліковано у фахових наукових виданнях України.

Основні положення дисертації пройшли належну апробацію та отримали позитивну оцінку на міжнародних наукових і науково-практичних конференціях, що підтверджує їх наукову новизну та практичну значущість. Опубліковані праці здобувача відповідають вимогам пунктів 8 і 9 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії».

Анотація кваліфікаційної наукової праці коректно відображає зміст дисертації, її ключові положення та результати, має логічну структуру викладу й повністю відповідає основному тексту дослідження.

Дотримання принципів академічної доброчесності. Дисертаційна робота Степового Є.Б. є самостійно виконаною кваліфікаційною науковою працею. Наукові положення, розробки, висновки та рекомендації, що викладені у дисертації та винесені на захист, отримані здобувачем самостійно. В дисертації мають місце посилання та джерела інформації щодо використання тверджень, розробок, відомостей, публічних даних тощо. За результатом аналізу дисертаційної роботи та публікацій автора порушення академічної доброчесності відсутні. Аналіз змісту роботи засвідчує належний рівень

наукової доброчесності: використані джерела інформації коректно ідентифіковані, посилання на першоджерела оформлені відповідно до встановлених вимог, а запозичення мають належне цитування.

Ознак навмисного викривлення даних, фабрикації чи фальсифікації результатів дослідження не встановлено. Отже, дисертація відповідає принципам академічної етики, а результати дослідження можуть вважатися достовірними та отриманими з дотриманням норм академічної доброчесності.

Зауваження та дискусійні положення дисертації.

У цілому позитивно оцінюючи наукове та практичне значення одержаних Степовим Є.Б. результатів, слід зазначити деякі дискусійні положення, недоліки та зауваження, що мають місце в дисертаційній роботі:

1. При побудові моделі біокорозії розділ 3 дисертації основну увагу приділено інтегральному впливу ґрунтового біосередовища. Проте в роботі недостатньо висвітлено роль окремих груп мікроорганізмів, зокрема сульфатвідновлювальних бактерій, які вважаються одними з основних агентів мікробіологічно індукованої корозії трубопроводів.

2. Запропонована методика оцінювання залишкового ресурсу базується на врахуванні корозійних процесів, однак не розглядає можливий сумісний вплив корозії та механічних напружень, що можуть виникати внаслідок просідання ґрунтів, температурних деформацій або внутрішнього тиску в трубопроводі.

3. На рисунках 3.4–3.9, с. 111–113 дисертації доцільно було б навести назви фізичних величин та відповідні одиниці вимірювання на осі ординат, що підвищило б інформативність і наочність представлених результатів.

4. Експериментальні дослідження виконано на прикладі ґрунтів Полтавської області, що є достатнім для досягнення поставленої мети. Водночас перспективним напрямом подальших досліджень може бути перевірка розроблених моделей для інших ґрунтово-кліматичних умов України з метою оцінювання універсальності запропонованих залежностей.

5. У дисертації досліджено переважно процеси зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів. Водночас для комплексного оцінювання екологічної безпеки трубопровідних систем доцільно було б розглянути можливість врахування внутрішньої корозії, яка також є однією з причин розгерметизації та аварійних витоків вуглеводнів.

6. На с. 114 при виведенні розрахункової залежності використовується поняття валентності заліза із прийнятим значенням $n = 2$. Разом із тим відомо, що в корозійних процесах залізо може перебувати в різних ступенях окиснення (Fe^{2+} та Fe^{3+}), а серед продуктів корозії поширеними є оксиди та гідроксиди різного складу (FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 тощо). У зв'язку з цим доцільно було б додатково обґрунтувати вибір саме двовалентного стану заліза для розрахунків або визначити межі застосування запропонованої залежності.

Утім, відмічені недоліки не знижують загальної позитивної оцінки наукового дослідження Степового Є.Б., яке у межах визначених автором цілей і завдань є цілісною й завершеною працею. Теоретичні, аналітичні та прикладні положення дисертації в цілому відзначаються належним рівнем обґрунтування й достатньою переконливістю.

Загальний висновок до дисертаційної роботи та її відповідність установленим вимогам. Дисертаційна робота Степового Є.Б. на тему «Розвиток теоретичних основ запобігання забруднення довкілля при транспортуванні вуглеводнів» являє собою цілісне, самостійно виконане наукове дослідження, у межах якого вирішено важливе наукове завдання, що має суттєве теоретичне та прикладне значення для розвитку сучасної науки. Зміст роботи повною мірою відповідає обраній тематиці, характеризується внутрішньою логічною узгодженістю, послідовністю викладу та належним рівнем наукової аргументації. Сформульовані у дисертації положення та висновки є обґрунтованими, взаємопов'язаними та впливають із результатів проведеного дослідження.

Структурна побудова дисертації є раціональною, відображає логіку наукового пошуку та відповідає поставленій меті і завданням. Оформлення

роботи здійснено відповідно до чинних нормативних вимог, що регламентують підготовку дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

З огляду на викладене, дисертаційна робота Степового Євгена Борисовича відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії». За рівнем наукової новизни, теоретичної обґрунтованості та практичної значущості отриманих результатів автор дисертації заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 183 Технології захисту навколишнього середовища у галузі знань 18 Виробництво та технології.

Рецензент:

к.т.н., доцент

доцент кафедри будівництва та цивільної інженерії

Національного університету «Полтавська

політехніка імені Юрія Кондратюка»

Тетяна ГАЛІНСЬКА