

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 26.880.01 Державної екологічної
академії післядипломної освіти та
управління

03035, м. Київ, вул. Митрополита
Василя Липківського, 35, корп. 2,
ауд. 310

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
Зберовського Олександра Владиславовича на дисертаційну роботу
Степової Олени Валеріївни
**«Наукові основи запобігання забрудненню довкілля внаслідок внутріш-
ньої та зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів»**,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека

Актуальність теми дисертаційного дослідження.

Магістральні нафтопроводи є найважливішою складовою паливно-енергетичного комплексу України. Україна має досить розвинену мережу магістральних нафтопроводів та нафтопродуктопроводів, середній термін експлуатації яких складає понад 30 років, а деякі збудовані нафтопроводи працюють більше 48 років і відпрацювали понад 70% свого ресурсу. Тривала взаємодія металу труби з навколишнім середовищем призводить до інтенсифікації корозійних процесів, до деградації фізико-механічних властивостей матеріалу стінки труби. Внаслідок чого зростає ризик аварійно-небезпечних дефектів, що значно впливають на екологічну безпеку експлуатації нафтопроводів. По оцінках експертів, причинами розриву трубопроводів є: 60% випадків - гідроудари, зміни тиску й вібрації; 25% - корозійні процеси; 15% - природні явища й форс-мажорні обставини.

Оскільки експлуатація нафтопроводів нерозривно пов'язана з корозійним руйнуванням нафтогазового устаткування, одним із шляхів підвищення екологічної безпеки експлуатації нафтопроводів України є врахування факторів, що характеризують корозійні процеси на металі трубопроводів, попередження утворення тріщин на поверхні та витікання нафти, визначення залишкового ресурсу сталевих нафтопроводів, а також розроблення заходів щодо запобігання підвищенню ризиків забруднення довкілля під час їх експлуатації. Тому дисертаційна робота Степової О.В., що присвячена розвитку наукових основ забезпечення екологічної безпеки діючих сталевих нафтопроводів, які враховують особливості та закономірності процесів їх електрохімічної корозії, як джерела забруднення довкілля, є актуальною науково-практичною проблемою, вирішення якої створює передумови зменшення ризиків забруднення довкілля під час експлуатації таких об'єктів.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, семі розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і 8 додатків. Загальний обсяг роботи становить 353 сторінок, зокрема основний текст з таблицями та рисунками – на 279 сторінках, список використаних джерел, що містить 291 найменування, викладено на 29 сторінках, додатки займають 45 сторінки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року» затверджених Законом України від 21.12.2010 р. №2818-VI, у рамках проведення науково-дослідної роботи в Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка за темою: «Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів транспортування та зберігання нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах» (номер державної реєстрації 0117U003086), в якій здобувач була виконавцем.

Аналіз основного змісту, наукової новизни, практичної значимості достовірності та обґрунтованості отриманих результатів.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету і завдання досліджень, висвітлено наукову новизну, практичне значення і впровадження отриманих результатів, а також наведено відомості щодо апробації роботи, її структури та обсягу публікацій.

У 1-му розділі дисертації «Сучасний стан досліджень з питань оцінки та подовження залишкового ресурсу сталевих нафтопроводів» міститься докладний аналіз науково-дослідних робіт та літературних джерел щодо сучасного стану науково-технічних досягнень з питань шкідливого впливу на довкілля внаслідок аварійних витоків, згоряння або вибухів нафтопродуктів на сталевих нафтопроводах і прилеглих до них територіях. Автором відзначено, що однією із проблем екологічної безпеки нафтопроводів є зовнішні та внутрішні корозійні процеси, що призводять до розгерметизації сталевих нафтопроводів та створення надзвичайних ситуацій. Наслідками зазначеного є значні екологічні збитки, пов'язані з втратою нафтопродуктів та значними впливами на компоненти довкілля: забруднення атмосферного повітря, ґрунтового та водного середовища тощо. Під час експлуатації нафтопроводів їх негативний вплив на довкілля відбувається у разі витоків нафти та нафтопродуктів, вибухів та пожеж через їх розгерметизацію за причиною зовнішньої та внутрішньої корозії металу труб.

Автором проаналізовано технічний стан сталевих нафтопроводів України, зокрема Полтавської області, підкреслено, що однієї з основних причин відмов трубопровідного транспорту вуглеводневої сировини є внутрішні та зовнішні корозійні пошкодження, що призводять до розгерметизації нафтопроводів. Здобувач визначив сучасний рівень розвитку науково-технічних рішень з запобігання проявів внутрішніх та зовнішніх корозійних процесів на ділянках сталевих нафтопроводів та сформулював завдання дослідження.

У 2-му розділі дисертації «Об'єкти та методи дослідження» автором запропоновано методологію та обґрунтовано методики проведення досліджень, які передбачали застосування як теоретичних так і експериментальних методів, зокрема методи дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу; індикаційні методи; метод математичного моделювання; гравіметричний метод; хімічні, фізико-хімічні та методи ЯМР-спектроскопії тощо.

Автором представлені характеристики водних середовищ, ґрунтів в яких досліджено корозійні процеси сталевих нафтопроводів та обладнання при нафтовидобуванні. Описані запропоновані методи синтезу інгібіторів осадових відкладень та корозії металів, методи оцінки їх ефективності. Представлені методики та методи експерименту щодо неруйнівного визначення швидкості корозії труб нафтопроводів, методики визначення ресурсу нафтопроводів.

3-й розділ дисертації «Дослідження корозійної активності ґрунтів в регіональному масштабі» присвячено моніторингу ґрунтів Полтавської області щодо їх корозійної активності відносно сталі нафтопроводів. На основі аналізу моніторингових досліджень автором встановлено, що за своїми властивостями ґрунти Полтавської області обумовлюють виникнення та розвиток корозійних процесів на зовнішніх поверхнях нафтопроводів, що значно підвищує ймовірності випадків забруднення довкілля внаслідок розгерметизації сталевих нафтопроводів. Дисертант запропонував використати теорію надійності для розрахунку ймовірності виникнення екологічної загрози внаслідок прояву корозійних процесів на сталевих нафтопроводах, яка складає за розрахунками одну аварію за 10 місяців.

На основі існуючої методики здобувачем проведено розрахунки можливого аварійного витоку нафти для трьох характерних розмірів дефектних уражень на лінійній частині магістрального нафтопроводу Глинсько-Розбишевське-Кременчук та визначено потенційні загрози довкіллю. Встановлено потенційні небезпеки при можливих виливах нафти з лінійної частини цього магістрального нафтопроводу під час аварій, розраховано об'єми виливів при різних розмірах дефектних пошкоджень.

У 4-му розділі «Розроблення інгібіторів корозії та осадових відкладень для захисту обладнання та трубопроводів при видобуванні та транспортуванні нафти» проведено оцінювання корозійної активності мінералізованих вод та водно-нафтової суміші по відношенню до нелегованої сталі, їх стабільності щодо осадового відкладення та корозії.

Автором доведено, що із збільшенням мінералізації зростає швидкість корозії міді та латуні. Нержавіюча сталь стійка до корозії у воді незалежно від рівня мінералізації. Встановлено, що швидкість корозії у мінералізованих водах та у сумішах мінералізованої води із нафтою зростає у 3-6 разів при підвищенні температури з 30⁰ до 80⁰С, а у присутності нафти за температури 30⁰С швидкість корозії знижується в 1,5-2 рази. В присутності карбонічних кислот швидкість корозії сталі Ст20 при 80⁰С зростає від 1,8920 до 3,8304 мм/рік при концентрації оцтової кислоти 0,5-3,0 г/дм³.

Показано, що стабільність підтоварних вод нафти щодо осадових відкладень при відносно високих концентраціях іонів кальцію і магнію головним чином залежить від концентрації гідрокарбонатів при концентраціях сульфатів до 30 мг-екв/дм³, а при вищих концентраціях сульфатів головним процесом накипоутворення є відкладення гіпсу.

Розроблені нові інгібітори осадових відкладень на основі продуктів сульфонування диметиллолфосфінової кислоти та нітрилоксиетилдиметилфосфінової кислоти. Показано, що дані інгібітори наряду із кращими відомими інгібіторами забезпечують високу стабільність розчинів карбонату та сульфату кальцію при температурі до 95⁰С.

Автором доведено, що більшість відомих інгібіторів неефективні у мінералізованих водних середовищах, а у водно-нафтових сумішах кращими є інгібітори на імідазоліновій основі. Розроблено новий метод синтезу алкілімідазолінів на основі олії та поліетиленполіамінів в розчині октанолу, який забезпечує отримання відносно недорогих високоефективних інгібіторів корозії сталі у водно-нафтових сумішах.

В 5-му розділі «Математична модель роботи гальванічного корозійного елементу в тріщині магістрального нафтопроводу» розв'язане завдання моделювання електрохімічної корозії сталі нафтопроводу в тріщині ізоляційного покриття при дії агресивного по відношенню до металу трубопроводу електролітичного середовища, яке зводиться до визначення стаціонарного електричного поля, що виникає при роботі гальванопари з анодом на металі нафтопроводу в тріщині й катодом на металі трубопроводу під ізоляційним покриттям.

При теоретичному аналізі розподілу потенціалу на гетерогенному електроді встановлено, що по мірі збільшення анодної ділянки максимальний розкид щільності струму між різними ділянками зменшується, тоді як нерівномірність його розподілу в межах однієї ділянки зростає. Вплив розміру анодної ділянки (ширини тріщини) в розподілі струму на гетерогенному електроді суттєво перевищує її власний розмір. Автором встановлено, що основний вплив на величину та розподіл потенціалу і швидкість корозії має різниця потенціалів на гетерогенній поверхні між катодною та анодною ділянками та електропровідність середовища.

Автором запропоновано двомірна математична модель роботи гальванічного корозійного елементу, виконані дослідження математичної моделі локального корозійного елементу та розв'язана задача моделювання корозії поверхні нафтопроводу за умов кисневої деполяризації в умовах експлуатації трубопроводу на основі рівняння дифузії кисню, що доцільно застосовувати до тривимірної пористої системи, якою є ґрунт.

У 6-му розділі «Розрахунок та експериментальна перевірка стоншення стінки нафтопроводу в умовах виникнення гальванічного корозійного елементу в тріщині ізоляційного покриття» отримана залежність для розрахунку глибини корозії на основі математичної моделі локальної електрохімічної корозії сталі трубопроводу в тріщині ізоляційного покриття, адекватність якої підтверджено експериментальними дослідженнями на малих сталевих зраз-

ках. Результати дослідження показали, що корозійні випробування узгоджуються з розрахунковими за значенням струму макрогальванопари та швидкості корозії.

В 7-му розділі «Розрахунок залишкового ресурсу та оцінювання міцності сталевих нафтопроводів із корозійними ураженнями в тріщинах ізоляційного покриття» автор зазначає, що основним показником, що визначає залишковий ресурс, є вичерпання запасів за несучою здатністю, або придатністю до експлуатації. Розроблена методика, що дозволяє оцінити міцність конструкції на момент її обстеження, допустиме зменшення товщини стінки та допустимий тиск в трубопроводі з врахуванням зменшення товщини стінки внаслідок роботи макрогальванопари. Допустима залишкова товщина стінки нафтопроводу відповідає повному вичерпанню ресурсу конструкції. Запропоновано методику визначення залишкового ресурсу нафтопроводу за фактором корозії сталі в тріщині ізоляційного покриття, яка виконується шляхом врахування зменшення товщини стінки нафтопроводу, що вводиться в розрахунок.

Наукова новизна отриманих результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в створенні наукових основ запобігання забрудненню довкілля внаслідок процесів внутрішньої чи зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів шляхом застосування розроблених екологічно та економічно прийнятних інгібіторів корозії та осадковідкладень, а також запропонованої методики оцінювання залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації нафтопроводів.

У результаті виконання комплексу теоретичних та практичних досліджень щодо екологічної безпеки при експлуатації нафтопроводів автором:

вперше:

- визначено, що ймовірність виникнення випадків забруднення довкілля внаслідок протікання зовнішніх і внутрішніх корозійних процесів з розгерметизацією сталевих нафтопроводів, витоками нафтопродуктів, продуктами їх згоряння або вибухів для нафтопроводів України становить 1 подію за 10 місяців протягом року;

- науково обґрунтовано та визначено хімічний склад і схему безвідходного процесу синтезу екологічно прийнятних інгібіторів корозії металів АС-1 та АС-2 з умістом рослинної олії відповідно 932г та 950г, поліетиленполіамінів (відповідно діетилентриаміну 270 г та етилендіаміну 240г) та 500 см³ октанолу, а також інгібіторів осадкових відкладень з умістом диметилolfосфінкової кислоти, диметилсульфонатфосфіату натрію, нітрилооксиетилендиметилфосфонової кислоти, які переважають відомі за економічними показниками щонайменше у 1,2 рази;

- на основі математичної моделі електрохімічної корозії сталі нафтопроводу в тріщині ізоляційного покриття розроблено методику розрахунку глибини корозії сталевих нафтопроводів при роботі макрогальванічної корозійної пари за впливу агресивного електролітичного розчину, а також методику розрахунку залишкового ресурсу його екологічно безпечної експлуатації, що дозволяє прогнозувати розвиток корозійних процесів на сталевому

нафтопроводі, планувати необхідні заходи щодо запобігання забрудненню довкілля;

удосконалено:

- неруйнівні методи контролю параметрів електрохімічної корозії сталевих нафтопроводів за наявності тріщин в ізоляційних покриттях в частині застосування запропонованої конструкції мідно-сульфатного електроду порівняння в експериментально-розрахунковій методиці оцінювання глибини корозії стінки нафтопроводу, що дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення спрямовані на запобігання забрудненню довкілля внаслідок аварійних ситуацій на сталевих нафтопроводах та прилеглих до них територій;

набуло подальшого розвитку:

- математична модель роботи макрогальванічної пари на сталевій ділянці під час локальної електрохімічної корозії сталевих труб в тріщинах ізоляційного покриття за умов впливу агресивних електролітичних розчинів, яке було покладено в основу запропонованої методики визначення залишкового ресурсу екологічно безпечної експлуатації сталевих нафтопроводів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у:

- створені схеми синтезу інгібіторів осадковідкладень диметилсульфонатфосфіату натрію та нітрилоксиетилендиметилфосфінової кислоти із доступних реагентів, що забезпечують ефективну стабілізацію мінералізованих підтоварних вод нафти та є екологічно та економічно вигідними;

- розробці методики розрахунку залишкового ресурсу безпечної експлуатації нафтопроводу, що дає можливість раціонально спланувати ремонтні роботи, прогнозувати реальні строки роботи конструкції, переглянути режим експлуатації та запобігти забрудненню довкілля;

- створені більш достовірної оцінки несучої здатності нафтопроводів які працюють в умовах агресивного середовища із тріщинами в ізоляційних покриттях та визначенні потенційної екологічної загрози від корозії трубопроводів та обладнання при використанні або утилізації підтоварних вод нафти, що дозволяє зменшити екологічні ризики та аварійні розливи нафти при розгерметизації нафтопроводів;

- розробці способу прогнозування розвитку корозії трубопроводів з часом контакту металевих труб з агресивним електролітом неруйнівним способом, що впроваджений у ТОВ «Прайм-Газ» (м. Київ) та у науково-технічному центрі Полтавського відділення інженерної академії України (м. Полтава).

- розробці методики неруйнівного контролю процесів корозії металевих конструкцій об'єктів транспортування нафти, яка впроваджена при виконанні робіт з держбюджетної тематики та в процесі викладання дисциплін «Техноекологія», «Математичне моделювання якості навколишнього середовища», «Системний аналіз якості навколишнього середовища» для студентів спеціальностей 101- Екологія, 183 - Технології захисту навколишнього середовища у Полтавському національному технічному університеті ім. Юрія Кондратюка.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових результатів, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи забезпечується застосуванням основних положень теорії та практики в галузі електрохімії, геофізики, ґрунтознавства та екології; проведенням комплексу експериментальних досліджень з використанням гравіметричного методу оцінки швидкості корозії металів, хімічних, фізико-хімічних та методу ядерної магнітно-резонансної спектроскопії (ЯМР спектроскопії) для ідентифікації отриманих інгібіторів, індикаційних методів – для оцінки корозійної активності ґрунтів, методів математичного моделювання – при розробленні математичної залежності розрахунку глибини корозії стінки сталевого нафтопроводу при сталому та періодичному перебуванні агресивної рідини в тріщині ізоляційного покриття.

Достовірність отриманих результатів підтверджується коректним застосуванням методів системного аналізу та математичної статистики, отриманими

коефіцієнтами кореляції між експериментальним визначенням глибини корозії ділянки сталевого нафтопроводу та розрахунковим на основі відомих та запропонованих автором залежностей, задовільною збіжністю результатів прогнозу з фактичними значеннями досліджуваних параметрів, а також впровадженням результатів досліджень у виробництво ТОВ «Прайм-Газ».

Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації.

Зміст та структура автореферату ідентично відображають викладені в дисертації дослідження, основні наукові результати та висновки.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.

Автором за результатами дисертаційної роботи опубліковано 41 наукова праця з яких: 3 монографії – за співавторства, 21 стаття, зокрема 17 статей – у наукових фахових виданнях з переліку МОН України, 5 статей – у виданнях, що індексуються наукометричними базами даних, серед яких 2 статті індексуються у Scopus, 2 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, 1 патент України на корисну модель та 17 матеріалів доповідей у збірниках праць конференцій.

Дисертаційна робота написана ясною та зрозумілою для фахівців в галузі екологічної безпеки мовою. Наприкінці кожного розділу роботи зроблено конкретні, обґрунтовані висновки. Стиль, мова, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам до докторських дисертацій та демонструють вміння автора стисло, ясно і чітко викладати теоретичні та практичні результати наукової роботи.

Відповідність мети, об'єкту, предмету та завдань дослідження паспорту спеціальності.

За метою, об'єктом, предметом та завданнями досліджень дисертаційна робота відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01– екологічна безпека (технічні науки, напрямок «Обґрунтування наукових засад безпечно-

го видобування, зберігання, технології переробки, транспортування, захоронення, знешкодження радіоактивних та інших шкідливих речовин»).

Редакційний аналіз роботи. Робота викладена грамотно, з використанням сучасної термінології, є послідовно і логічно завершеною. Оформлення роботи відповідає вимогам ДСТУ - 3008 - 95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення». Назва роботи цілком відповідає її змісту. Обсяг дисертації та автореферату відповідає встановленим нормам.

Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі.

Позитивно оцінюючи в цілому виконану роботу, вважаю необхідним зробити ряд зауважень і поставити декілька запитань, з приводу яких хотілося б почути думку автора:

1. Чому формулювання предмету дослідження практичне збігається з об'єктом досліджень?

2. На мій погляд, кількість задач дослідження у дисертації слід було б обрати згідно кількості розділів у роботі, тобто ні 12, а 7.

3. Чому у списку використаних джерел присутні тільки 34 публікації здобувача із 41? Також відсутні праці Федірко В.М., який відзначений як видатний вчений з напрямку досліджень, у авторефераті (стор. 1) та у дисертації (стор. 32 та 71)?

4. При формулюванні практичного значення одержаних результатів роботи (стор. 4 автореферату) в актах впровадження у додатку К дисертації не вказано для яких цілей була використана та який позитивний (екологічний) ефект одержали ці підприємства від впровадження «... методики розрахунку товщини стінки ділянки газопроводу (стор. 348) та нафтопроводу (стор. 351) з тріщинами в ізоляційному покритті при дії агресивного електролітичного середовища...»? Це одна методика чи різні?

5. Слід пояснити, чому для дослідження корозійних процесів металів у мінералізованих водах (підрозділ 2.3.2) використовувалися зразки із сталі Ст3 та Ст20, міді М2, латуні Л62, нержавіючої сталі 12Х18Н10Т, а при визначенні глибини корозії сталі при роботі гальванопари (підрозділ 2.3.4) зразки сталі 18Г2Афпс (конструкційна низьколегована марганцево-ванадієва з азотом сталь для зварювальних конструкцій)?

6. Не зрозуміло, чому підрозділ дисертації 2.5 «Методи контролю процесів» має усього 14 строк тексту? Чому автор не приводить основні технічні характеристики використовуваних приладів, відомості про їхню перевірку, межі й погрішність вимірів, принцип дії, короткий опис і обґрунтування доцільності застосування саме таких приладів при цих лабораторних дослідженнях?

7. У розділі 2 автором представлені використані ефективні методи синтезу інгібіторів осадоковідкладень та корозії, оцінювання їх ефективності, але теоретично не обґрунтована необхідність їх використання порівняно з іншими методами, які можливо було застосувати у роботі.

8. У висновках за розділом 2 (стор. 114) відсутній перелік праць автора у яких опубліковані результати цих досліджень.

9. З розділу 3.1 не зрозуміло, як автор побудував карти ґрунтів Полтавської області (рисунки 3.1; 3.2; 3.5; 3.6; 3.9; 3.10; 3.13) та чи використовувалися при цьому сучасні програмні засоби та ГІС-технології?

10. У висновках до 4 розділу в авторефераті (стор.22) зазначено, що автором розроблено перспективні, екологічно та економічно прийнятні інгібітори корозії та осадових відкладень. Але не пояснено в чому полягає екологічність інгібіторів?

11. У підрозділі 5.4 автор використовує спрощену модель дифузії кисню в ґрунті (тільки в напрямку від нафтопроводу до поверхні) і не враховує дифузії кисню по довжині нафтопроводу, тому слід пояснити яка буде погрішність розрахунків за такою моделлю?

12. При вирішенні диференційного рівняння (5.61 на стор. 230) автор використовує загально відомий метод поділу змінних за допомогою конформного перетворення координат, однак не відзначає наближений характер такого конформного перетворення та не вказує як це впливає на точність розрахунку щільності потоку кисню.

13. В розділі 6.2 не пояснені умови періодичного попадання агресивного електролітичного розчину у тріщину ізоляційного покриття.

14. В розділі 6 не пояснено в яких випадках розрахунок глибини корозії проводити за «Розрахунковими залежностями для оцінки глибини корозії сталевих нафтопроводів при сталому перебуванні агресивного електролітичного розчину в тріщині», а в яких за «Розрахунковими залежностями оцінювання залишкової товщини стінки при періодичному попаданні агресивного електролітичного розчину у тріщину».

15. Розділ 6 перевантажено розрахунковими таблицями, що ускладнює сприйняття матеріалу. Такі таблиці доцільно наводити у додатках.

16. В розділі 7.3.2. при описанні методики визначення анодно-катодних ділянок не зазначено рекомендований крок з яким потрібно переставляти мідно-сульфатний електрод порівняння вздовж конструкції по ізоляційній поверхні.

Крім зазначених зауважень у роботі мають місце неточності і помилки друку, відсутні виділення потрібним шрифтом пунктів і підпунктів при їх нумерації, є повторення у списку літератури (наприклад [210], [217]) та помилки при нумерації рисунків у 3 главі.

Проте, на мій погляд, зазначені недоліки та зауваження принципово не впливають на ступінь наукової новизни та практичної значимості отриманих в дисертаційній роботі результатів. Зроблені автором висновки і положення, що виносяться на захист, добре обґрунтовані, логічно впливають із отриманих даних і відповідають поставленій меті й завданням дослідження.

Загальний висновок по дисертаційній роботі.

Дисертаційна робота Степової О.В. «Наукові основи запобігання забрудненню доквілля внаслідок внутрішньої та зовнішньої корозії сталевих нафтопроводів», є завершеним науковим дослідженням, виконаним автором самостійно на актуальну тему, яке містить нове розв'язання важливої науково-прикладної проблеми в галузі екологічної безпеки і включає обґрунтуван-

ня наукових засад безпечного транспортування нафти та нафтопродуктів по мережі магістральних нафтопроводів України, шляхом застосування законмірностей оцінювання залишкового ресурсу екологічно-безпечної експлуатації сталевих нафтопроводів за критерієм їх внутрішньої та зовнішньої корозії та розроблених екологічно й економічно прийнятних інгібіторів корозії і осадових відкладень, що у сукупності суттєво підвищує рівень екологічної безпеки та знижує ризик аварійно-небезпечних дефектів при експлуатації нафтопроводів.

Дисертація повністю відповідає формулі та паспорту спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека та вимогам пп. 9, 10, 12-14 положення про «Порядок присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р. із змінами, а її автор **Степова Олена Валеріївна** заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека.

Завідувач кафедри екології та
охорони навколишнього середовища
Дніпровського державного
технічного університету МОН України,
доктор технічних наук, професор

 О.В. Зберовський

Підпис д.т.н., проф. Зберовського О.В.
засвідчую:
Учений секретар ДДТУ,
доцент, к.соц.н.
13.02.2020р.





Л.М. Сорокіна

