

ЕКОЛОГІЯ

УДК 621.6:624.132+357:504.05

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2022.99.0.151

СУЧАСНИЙ ТЕХНІЧНИЙ СТАН МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ
ТА АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ
НИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВБогатов О. І.¹, Супонев В. М.¹, Рагулін В. М.¹, Яришко О. В.¹,
Мусійко В. Д.²¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет²Національний транспортний університет

Анотація. У статті наведено аналіз технічного стану магістральних трубопроводів та запропоновано ефективні способи його покращення. Розроблено методику та шкалу аналізу екологічної безпеки під час транспортування ними енергоносіїв, що може допомогти у виявленні відповідних тенденцій зі змінення екологічного стану в процесі паспортизації об'єктів будівництва, аналізу їхньої екологічної безпеки та доцільності подальшої експлуатації. Універсальна інженерно-екологічна шкала стану природно-технічної геосистеми визначається такими показниками, як рівень технічного впливу, обсяг часу, який відведено на відновлення стану навколишнього середовища. На основі проведеного аналізу та створеної методики автори дійшли висновків щодо необхідності прискорення темпу здійснення робіт з реконструкції магістральних нафто- та газових систем. Визначено, що значна частина цього процесу пов'язана з великою кількістю земляних робіт. Для їх ефективного проведення рекомендовано використовувати розроблений механізований комплекс для безперервного та безпід'ємного ремонту лінійної частини магістральних трубопроводів.

Ключові слова: магістральні трубопроводи, газопроводи, нафтопроводи, земляні роботи, реконструкція трубопроводів, техногенні катастрофи, надійність постачання енергоносіїв, екологічна безпека, навколишнє середовище, механізовані комплекси.

Вступ

Сучасна економіка та життєдіяльність людини залежить від якісного та надійного постачання енергоносіїв. Найбільш з ефективних та менш затратних способів їх постачання є трубопровідний транспорт. На сьогодні він становить широкую мережу магістральних нафто-, газопроводів та продуктопроводів, зокрема аміаку, газового конденсату тощо. Їхнє будівництво почалося з середини минулого століття під час активного розвитку таких галузей народного господарства, як машинобудівництво, сільське господарство, цивільне та промислове будівництво. За час їх експлуатації ресурс надійного використання поступово зменшувався та в деяких випадках досяг своїх критичних значень. Це стало причиною збільшення аварійних ситуацій та забруднення навколишнього середовища. Використання комунікацій, підтримка в належному стані або припинення подальшої експлуатації та утилізація труб є важливими питаннями як з наукової точки зору, так і для практичної діяльності. Таким чином, питання визначення методики оціню-

вання стану магістральних трубопроводів щодо екологічної безпеки комунікацій є актуальним.

Аналіз публікацій

Аналіз технічної інформації та офіційних даних демонструє, що Україна має одну з найбільш розвинутих трубопровідних транспортних систем енергоносіїв у світі. Магістральними трубопроводами нафта і газ транспортуються не тільки для потреб України, а й для 15 країн Європи [1, 2], для яких наша країна як учасниця Договору «Європейська енергетична хартія» [3] має забезпечувати безперебійне транспортування енергоносіїв в Європу. Можна стверджувати, що значною мірою енергетична безпека європейських країн визначається стабільністю транзитного постачання нафти та газу, що здійснюється трубопровідними магістралями України [4–7]. Саме тому забезпечення надійної експлуатації магістральних трубопровідних систем є одним з елементів «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» [1]. Ця проблема має світове значення, оскільки всі

нафто- та газопроводи в більшості країнах, зокрема і в Україні, були побудовані майже одночасно. Забезпечення надійного стану трубопровідних мереж та екологічна безпека під час транспортування енергоносіїв є першочерговими питаннями щодо підтримки високого рівня енергетичної безпеки країн світового співтовариства. Нафтотранспортна система України, за даними АТ «Укртранснафта», має загальну довжину понад 4766 км та побудована з трубопроводів, діаметром 219...1220 мм (рис. 1).



Рис. 1. Система нафтопроводів України

Гарантійний термін безпечної експлуатації нафтопроводів, залежно від їхнього типу та ізоляційного покриття, складає 25...33 роки. Зараз вони на 90 % відпрацювали свій амортизаційний строк [1], що підтверджує термін фактичної експлуатації трубопроводів за роками (рис.2) [7, 8]. Нафтопроводи України перебувають у незадовільному технічному стані, а їхня лінійна частина трубопроводів підтримується у працездатному стані лише завдяки здійсненню ремонтних робіт на ділянках, які потребують невідкладного відновлення. Для стратегічного вирішення завдання із забезпечення надійного постачання нафтопродуктів необхідно у декілька разів збільшити темпи проведення ремонтних робіт, значну частину яких складають земляні роботи.

Газотранспортна система (ГТС) країни, згідно з даними ПАТ «Укртрансгаз», на сьогодні складає понад 35710 км різного діаметра (рис. 3). Але поточний стан ГТС України (див. рис. 4) [9] внаслідок загальних кризових явищ у країні та в Європі також є незадовільним. У більшості магістральних трубопроводів необхідно замінити ізоляційне покриття, поліпшити засоби захисту від ко-

розії, а на деяких ділянках повністю замінити зношений трубопровід на новий.

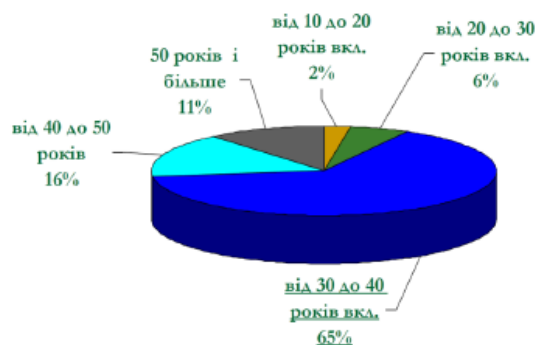


Рис. 2. Термін експлуатації магістральних нафтопроводів



Рис. 3. Система магістральних газопроводів України

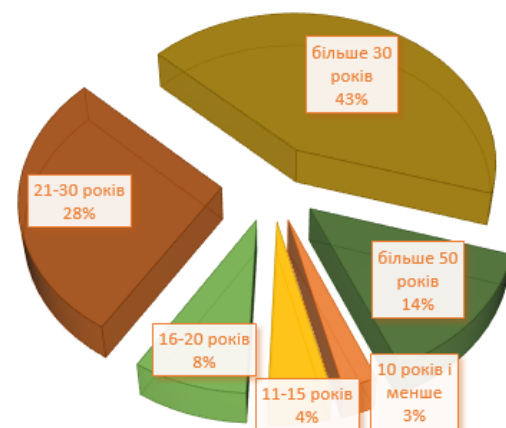


Рис. 4. Термін експлуатації магістральних газопроводів

На сьогодні 43 % газопроводів відпрацювали вже свій амортизаційний ресурс та майже 57 % знаходяться в експлуатації понад 30 років, що є критичною межею їх безпечної експлуатації. Щорічна потреба в ремонті трубопроводів складає до 2,5...3,0 тис. км. Але нині через важку економічну ситуацію в

Україні роботи з відновлення газопроводів майже не здійснюються.

Відповідно до вищезазначеного технічний стан лінійної частини магістральних нафто- та газотранспортних систем є незадовільним.

З цих причин все частіше виникають витрати та втрати продуктів через свищі кризь втомлені тріщини в трубах та через корозійне зношування металу труб. Такі втрати призводять до аварій та значних фінансових втрат і екологічних проблем. Згідно зі статистичними даними [10] кількість аварій зростає, зокрема на трубопроводах, у яких термін експлуатації перевищує 25...35 років. Аналіз причин аварій на нафто- і газопроводах демонструє, що основною причиною (37 %) з усіх аварій є корозійне руйнування металу труб.

Загальна довжина магістральних нафто- та газопроводів у США, зокрема місцевого значення, складає понад 716 тис. км, з яких понад 448 тис. км – газопроводи та 268 тис. км – нафто- та продуктопроводи. Технічний стан цих трубопроводів не набагато кращий, ніж в Україні. Їх відновлення можливе тільки завдяки капітальному ремонту труб, що обумовлює здійснення величезних обсягів земляних робіт з відкриттям та закриттям підземних транспортних комунікацій

Мета та постановка завдання

Метою досліджень є розроблення методики аналізу екологічної безпеки трубопроводних комунікацій для транспортування енергоносіїв з огляду на терміни їх експлуатації та поточного стану.

Аналіз технічної та екологічної безпеки трубопроводних комунікацій

Визначення допустимого рівня техногенного впливу процесу будівництва інженерних комунікацій на навколишнє середовище необхідно здійснювати з огляду на наявні міжнародні вимоги до екологічних показників. Загальні принципи екологічного аудиту або екологічного управління визначені ДСТУ ISO 19011:2003[11] та групою стандартів з оцінювання впливу на довкілля 13.020.30 (ДК-004-2003).[12]

На підставі Директиви № 98/69/ЄС [13] варто зазначити, що для новостворених транспортних засобів категорії «N₁» з 08.01.2003 р. обов'язковою є наявність бортової діагностичної системи моніторингу екологічних стандартів, а з січня 2006 року стандарти викидів визначені на рівні Євро-4. В Україні

на сьогодні діє нормативно-правова база галузевих стандартів, зокрема на транспортні дорожні засоби – ДСТУ 2984-95 [14], ДСТУ 4276:2004 [15] та на норми і методи вимірювання вихлопних газів автомобілів з дизельними двигунами і газодизелями ДСТУ 4276:2004 [16].

Більш загальною характеристикою впливу трубопроводних систем під час і після завершення їх будівництва з усіх відомих на сьогодні є запропонований І. І. Мазуром [17] показник впливу на навколишнє середовище з чотирирівневою шкалою оцінювання. За допомогою цього показника не можна визначити вплив на навколишнє середовище окремої машини або обладнання, але парк машин як складна технічна або інженерно-комунікаційна система розподільних трубопроводів може бути проаналізований за рівнем відповідного впливу на навколишнє середовище.

Рівень впливу за конкретний період впливу можна оцінити так:

$$K_3 = \frac{E_{ПТГ}}{E_0}, \quad (1)$$

де $E_{ПТГ}$ – фактичний рівень (стан) природно-технічної геосистеми – «ПТГ»; E_0 – початковий рівень ПТГ до впливу техногенних об'єктів на навколишнє середовище.

У цьому випадку аналізується вплив на всі фактичні зміни стану повітря (A), води (G), ґрунту (L), а також руйнування навколишнього середовища для флори (Fl), фауни (Fn) і людини (HS). Таким чином, універсальна інженерно-екологічна шкала стану ПТГ визначається як результат змін:

- рівня техногенного впливу;
- обсягу та якості реставрації;
- часу для оновлення стану навколишнього середовища.

Вимірювання окремих показників, що складають безліч впливів, їх аналіз і прогнозування загальних результатів можуть бути лише орієнтовними. Розрахування таких відносних показників може здійснюватися за методиками, наведеними під час аналізу умов роботи операторів.

Крім інтенсивності самого впливу, зміни та результат впливу на екосистему залежать від «здатності» самого середовища до самовідновлення. Відновлення втрачених природних якостей навколишнього середовища залежить також від рівня організації вироб-

них і технологічних процесів, їхнього технічного оснащення, технологічної та екологічної безпеки здійснення робіт тощо. Важливим фактором, що визначає кінцевий результат змін навколишнього середовища, є рівень соціальних вимог, тобто критерій «якості життя» суспільства.

Запропонована методика розрахунку та і шкала аналізу є приблизно кількісною та можуть допомогти у виявленні відповідних тенденцій зміни екологічного стану в процесі сертифікації будівельних майданчиків, аналізу їхньої екологічної безпеки, доцільності подальшої експлуатації.

Як приклад визначення складного рівня впливу трубопровідних систем на навколишнє середовище на рисунку 5 наведена відповідна номограма із зазначенням етапів розрахунку.

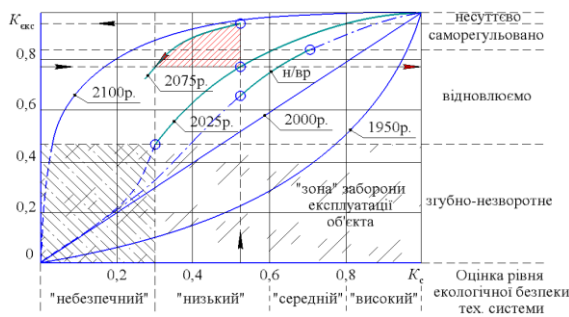


Рис. 5. Номограма «зон» прийнятної експлуатації трубопровідних систем (БО) будівництва 1950 року

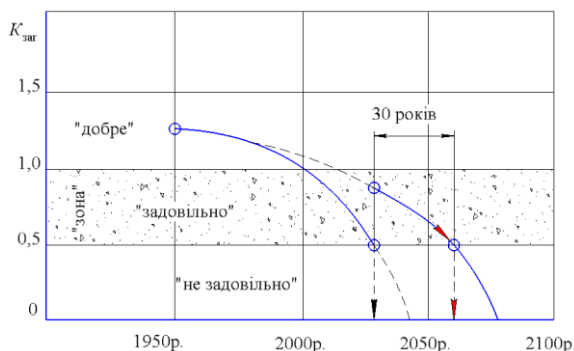


Рис. 6. Крива стану труб систем з мінімальним фіксованим ремонтним впливом у 2025 році

«Соціальною привабливістю» (K_c) стану трубопровідних комунікацій є значимість, доцільність для суспільства подальшої експлуатації об'єкта (мереж), який розраховується як середній геометричний показник окремих показників:

$$K_c = \sqrt[3]{K_{TV} K_{OK} K_{OB}}, \quad (2)$$

де K_{TV} – відносна зміна рівня технічного зношення системи; K_{OK} – вартість і окупність ремонтних робіт, спрямованих на підвищення технічного рівня трубних систем; K_{OB} – коефіцієнт потреби в цьому об'єкті для суспільства, його важливості в загальній інфраструктурі.

Приклад екоцінювання рівня впливу трубопровідної системи на навколишнє середовище, наведений на рисунку 5, ілюструє визначення «зони» безпечної допустимої тривалості експлуатації комунікацій.

Етапи розрахунку, що подані в прикладі (рис. 6):

- розрахунку « K_c » об'єкта за рік будівництва (дорівнює 0,5, тобто «низький»);
- розрахунку фактичного « K_e » за рік оцінювання після експлуатації, ремонту, реставрації або утилізації об'єкта (дорівнює 0,75);
- визначення «зони» можливої експлуатації об'єкта (наведено червоними лініями) з «небезпечного» рівня $K_c = 0,3$ мереж;
- висновків та аналіз отриманих результатів.

Проаналізувавши дані у прикладі, можна дійти таких висновків:

якщо ми бажаємо залишити стан трубопровідних систем на цьому самому рівні соціальної привабливості трубопровідних систем до 2075 року, необхідно буде підвищити вимоги екологічної безпеки під час їх експлуатації до $K_e = 0,95$. Але це є малоімовірним на сьогодні);

якщо закласти умови збереження вимог екологічної безпеки (тобто «задовільного» рівня, відновленого зусиллями людини), можна знизити технічні вимоги до стану трубопровідних систем, наприклад до «небезпечного» значення $K_c = 0,3$.

Другий варіант (він є більш реалістичним), як демонструє графік, дозволить «протриматися» системі ще приблизно 50 років (криві 2075 і 2025 на нижній межі «зони»), водночас «реалізація» першого варіанта з його технічною доцільністю дозволить пропрацювати системі більше ніж 65 років.

Оскільки процеси зміни технічного стану та вимог екологічної безпеки здійснюються одночасно, реальний момент небезпеки в часі має визначати необхідність ремонтних впли-

вів на кордоні «зони» (рис. 6). У цьому випадку, як зазначено на цьому рисунку, якщо 2025 року система буде відновлена до «доброго» рівня соціальної привабливості, то термін її служби екологічності може бути збільшений більше ніж на 30 років. « $K_{ЗАГ}$ » – скоригований коефіцієнт соціальної привабливості з огляду на вплив науково-технічного прогресу в $1,2 \div 1,25$ раза на сферу ремонту трубопроводних систем.

Під час будівництва трубопроводних систем з використанням безтраншейних технологій або з використанням технологій ремонту труби без її підймання необхідно вирішувати завдання збереження навколишнього середовища і мінімізації шкідливого впливу від техногенних катастроф. Технічні вимоги до засобів механізації, які використовуються, можна визначити як напрями їх перспективного «екологічного» розвитку:

- подальше вдосконалення конструкції машин через створення бортових систем діагностики, екологічної безпеки, автоматизації робочих процесів тощо;

- необхідно розробити сучасні технології проведення природоохоронних заходів, більш ефективні, дешевші та менш трудомісткі (меліорація, ерозія ґрунтів, інтенсифікація робочих процесів тощо);

- необхідно використовувати безвідходні, екологічно чисті технології будівництва, методи утилізації і захоронення будівельних і експлуатаційних відходів;

- потрібно здійснювати паспортизацію та сертифікацію обладнання, аналізувати рівні якості проведених робіт з огляду на вимоги міжнародних організацій до стандартизації, сертифікації та управління.

Аналіз результатів оцінювання технічного та екологічного стану трубопроводів для транспортування енергоносіїв

Здійснений аналіз технічного сучасного стану магістральних трубопроводів та запропоноване його оцінювання в перспективі відповідно до методики вимагає вирішення проблеми укомплектування механізованих структур будівельною технікою (видами, кількістю, та їхніми типорозмірами).

Один із таких високоєфективних комплексів для здійснення ремонтних робіт магістральних трубопроводів, який було створено вітчизняними фахівцями на ДП «Завод ім. Малишева» в місті Харкові, може бути рекомендований для безпід'ємного ремонту тру-

бопроводів [17]. Комплекс складається зі спеціальних машин безперервної дії, дозволяє здійснювати роботи з відновлення ізоляційного покриття без зміни лінії залягання трубопроводу [18]. Крім того, всі етапи технологічного циклу землерийних робіт з розкриття труби, ущільнення ґрунту під ним та зворотнього повернення його знов до траншеї здійснюється машинами безперервної дії. Це надає важливі переваги, як порівняти з традиційними технологіями, зокрема значно зменшуються розміри виробничої ділянки та полоси відведення для будівництва, забезпечується синхронізація руху потоку машин, здійснюється транспортування енергоносіїв з максимальним захистом від пошкоджень труби та їх витоків назовні, а отже, гарантується захист навколишнього середовища. Все це дозволяє вирішувати питання як підвищення економічної ефективності процесу ремонту трубопроводів, так і зменшення ризиків технологічних та екологічних аварій.

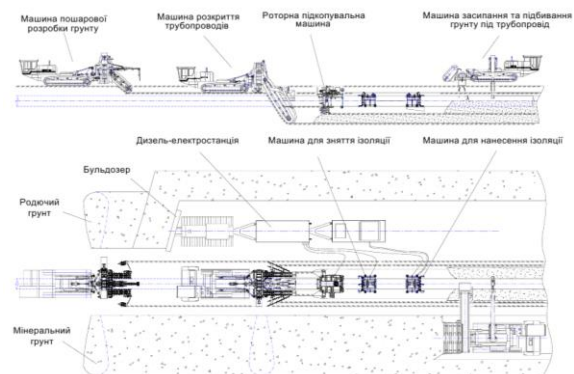


Рис. 7. Схема роботи механізованого комплексу з обладнанням безперервної дії для безпід'ємного способу ремонту магістральних трубопроводів

У цьому випадку необхідно буде вирішувати питання спеціалізації та профілю діяльності будівельних організацій, оптимізації структури галузі, формування мінімально необхідного парку машин. Впровадження цієї прогресивної технології та її машин зі спеціальним робочим обладнанням призведе до зниження антропогенного впливу на навколишнє середовище, підвищення якості та безпеки життєдіяльності людини, що надає підстави для оптимістичних прогнозів.

Висновки

Під час аналізу технічного стану магістральних трубопроводів визначено, що він вимагає постійної підтримки та віднов-

лення через фізичне зношення труб, пошкодження ізоляційного покриття та ржавіння металу. Ризики отримання техногенних та екологічних катастроф зростають зі збільшенням строку їх експлуатації.

Розроблена методика оцінювання технічного та екологічного стану дозволить визначитися з доцільністю здійснення ремонтних робіт з підтримування трубопроводів у робочому стані. Відповідно до зроблених розрахунків за показником «соціальної» привабливості було визначено, що в разі прийняття рішення залишити стан трубопроводних систем на рівні високої соціальної привабливості до 2075 року, необхідно буде підвищити вимоги екологічної безпеки в процесі експлуатації до $K_e = 0,95$. Але це є малоімовірним на сьогодні.

Якщо закласти умови збереження вимог екологічної безпеки (тобто «задовільного» рівня, відновленого зусиллями людини), можна знизити технічні вимоги до стану трубопроводних систем, наприклад до «небезпечного» значення $K_c = 0,3$.

У цьому випадку другий варіант буде більш реалістичний та дозволить «протриматися» системі ще приблизно 50 років.

Для здійснення ремонтних робіт запропоновано прогресивну технологію, яка не передбачає порушення лінійного положення трубопроводу та зупинки транспортування енергоносіїв магістральними мережами.

Література

1. Розпорядження КМ України від 15.03.2006. № 145-р. Енергетична стратегія України на період до 2030 року URL: www.zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc.
2. Діак І. В., Осінчук З. П., Карп І. М. Газова промисловість України на зламі століть. Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2000. 231 с.
3. Заключний документ Гаазької конференції з Європейської енергетичної хартії URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_061.
4. Костенко Є. О., Мирошниченко В. В.. Енерготранзитний потенціал України та перспективи його реалізації в контексті забезпечення енергетичної безпеки. Ефективна економіка: електрон. наук. фах. вид. 2012. № 9 URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/efek_2012_9_42.pdf.
5. Мусійко В. Д., Кузьмінець М. П., Баланин В. Х. Безпека і ресурсозбереження при виконанні капітального ремонту магістрального трубопроводного транспорту. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: матеріали Другої міжнародної науково-технічної конференції. Харків: ХДМІ, 2010. Т. 1. С. 175–179.
6. Трубопроводний транспорт газу / Ковалко М. та ін. Київ: Агентство з раціонального використання енергії та екології, 2002. 600 с.
7. Василюк В. М. Надійність і безпека транспортування нафти територією України: матеріали Міжнародної конференції «Нафтогазовий комплекс України на шляху реформування, модернізації, розвитку», 26 жовтня 2016 р. Київ. URL: oilgas-expo.com/static/content/img_razdel/demo/2/7.pdf.
8. Василюк В. М. Основні напрямки забезпечення надійності експлуатації магістральних нафтопроводів України: сб. докладов науч.-техн. семинара Обеспечение эксплуатационной надежности систем трубопроводного транспорта. Киев: НТК Институт электросварки им. Е. О. Патона, 2009. С. 5–8.
9. Укртрансгаз. Ми транспортуємо і зберігаємо енергію незалежності. URL: Режим доступу: <http://utg.ua>.
10. Иванов О. Магистральные трубопроводы на пороге XXI века. Пути развития, проблемы совершенствования. Нефть России. 2000. № 3. С. 12–16.
11. ДСТУ ISO 19011:2003 Установки относительно осуществления аудитов систем управления качеством и (или) экологического управления: https://national_standards_ukr.academic.ru/25868/ДСТУ_ISO_19011:2003.
12. Директива Европейского парламента и Совета ... Jul 06, 2022 · (1). Директива Европейского парламента и Совета ЕС 2006/12/ЕС от 5 апреля 2006 года об отходах*(5) <https://base.garant.ru/2568519>.
13. 13.020.30 – ISO – International Organization for Standardization Група стандартів – оцінювання впливу на довкілля. URL: <https://www.iso.org/ru/ics/13.020.30.html>
14. ДСТУ 2984-95 Засоби транспортні дорожні. URL: https://dnaop.com/html/60087/доц-ДСТУ_2984-95
15. ДСТУ 4276:2004 Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Атмосфера. Норми і методи вимірювань димності URL: https://national_standards_ukr.academic.ru/21217/ДСТУ_4276:2004
16. Мазур И. И. Экология строительства объектов нефтяной и газовой промышленности. Москва: Недра, 1991. 278, с.]
17. Василенко С. К. Быков А. В., Мусийко В. Д. Технология и комплекс технических средств для капитального ремонта магистральных нефтепроводов без подъема трубы. Москва: АК «Транснефть», 1994. № 2. С. 25–28.

18. Мусійко В. Д. Екскаватори поздовжнього копання: навч. посібник. Київ: НТУ; ЗАТ «Віпол», 2008. 233 с.

References

- Rozporiadzhennia KM Ukrainy vid 15.03.2006. № 145-р. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2030 roku URL: www.zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc. [in Ukrainian]
- Diiak I. V., Osinchuk Z. P., Karp I. M. Hazova promyslovist Ukrainy na zlami stolit. Ivano-Frankivsk : Lileia-NV, 2000. 231 s. [in Ukrainian]
- Zakliuchnyi dokument Haazkoi konferentsii z Yevropeiskoi enerhetychnoi khartii URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_061. [in Ukrainian]
- Kostenko Ye. O., Myroshnychenko V. V. Enerhotranzytnyi potentsial Ukrainy ta perspektyvy yoho realizatsii v konteksti zabezpechennia enerhetychnoi bezpeky // Efektyvna ekonomika : elektron. nauk. fakh. vyd. 2012. № 9 URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_LOAD=1&Image_file_name=PDF/efek_2012_9_42.pdf. [in Ukrainian]
- Musiiko V. D., Kuzminets M. P., Balanin V. Kh. Bezpeka i resursozberezhennia pry vykonanni kapitalnogo remontu mahistralnogo truboprovodnogo transport. Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnologii na transporti: materialy druhoi mizhnarodnoi naukovy-tekhnichnoi konferentsii. Kh: KhDMI, 2010. T. 1. S. 175–179. [in Ukrainian].
- Truboprovodnyi transport hazu / Kovalko M. ta in. Kyiv: Ahenstvo z ratsionalnogo vykorystannia enerhii ta ekolohii, 2002. 600 s. [in Ukrainian].
- Vasyliuk V. M. Nadiinist i bezpeka transportuvannia nafty terytorii Ukrainy: mat Mizhnarodna konferentsiia «Naftohazovyi kompleks Ukrainy na shliakhu reformuvannia, modernizatsii, rozvytku», 26 zhovtnia 2016 r. Kyiv. URL: oilgas-expo.com/static/content/img_razdel/demo/2/7.pdf. [in Ukrainian]
- Vasyliuk V. M. Osnovni napriamky zabezpechennia nadiinosti ekspluatatsii mahistralnykh naftoprovodiv Ukrainy / Sbornyk dokladov nauch. tekhn. semynara Obespechenye ekspluatatsyonnoi nadezhnosti system truboprovodnogo transporta. Kyiv: NTK Ynstytut elektrosvariky ym. E.O. Patona, 2009. S. 5–8. [in Ukrainian]
- Ukrtranshaz. My transportuemo i zberihaiemo enerhiu nezalezhnosti / URL: [Rezhym dostupu: http://utg.ua](http://utg.ua). [in Ukrainian]
- Ivancov O. Magistral'nye truboprovody na poroge HKHI veka. Puti razvitiya, problemy sovershenstvovaniya. Neft' Rossii. 2000. № 3. S. 12–16. [in Russian].
- DSTU ISO 19011:2003 Ustanovky odnosytelno osushchestvleniya audytov system upravleniya kachestvom y (yly) ekolohicheskoho upravleniya https://national_standards_ukr.academic.ru/25868/DSTU_ISO_19011:2003 [in Ukrainian].
- Dyrektyva Evropeiskoho Parlamenta y Soveta ... Jul 06, 2002 (1) Dyrektyva Evropeiskoho parlamenta y Soveta ES 2006/12/ES ot 5 apreliya 2006 hoda ob otkhodakh*(5) <https://base.garant.ru/2568519> [in Ukrainian]
- 13.020.30 – ISO – International Organization for Standardization Hrupa standartiv – otsiniuvannia vplyvu na dovkillia. URL: <https://www.iso.org/ru/ics/13.020.30.html> [in Ukrainian].
- DSTU 2984-95 Zasoby transportni dorozhni. URL: https://dnaop.com/html/60087/doc-DSTU_2984-95 [in Ukrainian].
- DSTU 4276:2004 Systema standartiv u haluzi okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha ta ratsionalnogo vykorystannia resursiv. Atmosfera. Normy i metody vymiriuvan dymnosti URL: https://national_standards_ukr.academic.ru/21217/DSTU_4276:2004 [in Ukrainian].
- Mazur I. I. Ekologiya stroitel'stva ob'ek-tov neftyanoj i gazovoj promyshlennosti. Moskva: Nedra, 1991. 278, s. [in Russian].
- Vasilenko S. K. . Bykov A. V., Musijko V. D. Tekhnologiya i kompleks tekhnicheskikh sredstv dlya kapital'nogo remonta magistral'nyh nefteprovodov bez pod'ema truby // Truboprovodnyj transport nefi. Moskva: AK «Transneft'», 1994. № 2. S. 25–28. [in Russian].
- Musiiko V. D. Ekskavatory pozdovzhnogo kopannia : navch. posibnyk. K. : NTU; ZAT «Vipol», 2008. 233 s. [in Ukrainian]/

Богатов Олег Ігорович, к.т.н., доцент кафедри метрології та безпеки життєдіяльності, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, bogatovolegigor@ukr.net,

Супонев Володимир Миколайович, д.т.н., професор кафедри будівельних і дорожніх машин ім. А. М. Холодова, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, v-suponev@ukr.net, тел.: +38050-30-199-58,

Рагулін Віталій Миколайович, к.т.н., доцент кафедри будівельних і дорожніх машин ім. А. М. Холодова, Харківський національний автомобільно-дорожній університет ragulinrvn@ukr.net, тел.: +38-050-545-80-70,

Яришко Олександр Володимирович к.т.н., доцент кафедри будівельних і дорожніх машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, yaryzko@gmail.com, тел.: +38-097-655-08-60,

Мусійко Володимир Данилович, д.т.н., зав. каф. дорожніх машин, Національний транспортний університет, тел. +38 050-104-02-62, musvd@i.ua,

Current technical condition of main pipelines and assessment of environmental safety during transportation of energy carriers through them

Abstract. Problem. Analysis of the technical condition of main pipelines and effective ways to improve it are proposed. A methodology and scale for assessing environmental safety during the transportation of energy carriers has been developed, which is approximate in nature and can help identify relevant trends in changing the environmental condition during certification of construction objects, assessing their environmental safety and feasibility of further operation. At the same time, the universal engineering-ecological scale of the state of the natural-technical geosystem is determined by such indicators as the level of technical impact, the volume and quality of restoration, and the time allocated to the restoration of the state of the environment. On the basis of the conducted analysis and the created methodology, conclusions were made about the need to accelerate the pace of works on the reconstruction of main oil and gas systems. It was established that a significant share of the work is associated with a large number of earthworks. **Goal.** The purpose of the research is to develop a methodology for assessing the environmental safety of pipeline communications for the transportation of energy carriers, taking into account the terms of their operation and current condition. **Methodology.** Determination of the permissible level of man-made impact of the engineering communications construction process on the environment was carried out taking into account the existing international requirements for a set of environmental indicators. For the general characterization of the influence of pipeline systems after the completion of construction of pipelines and during their operation, in terms of technological and environmental safety, a methodology was proposed, which consists in determining the coefficient of "social" attractiveness according to the obtained calculations. **Results.** According to the calculations made on the indicator of "social" attractiveness, it was established that, if a decision is made to leave the state of pipeline systems at the same level of social attractiveness until 2075, it will be necessary to increase the environmental safety requirements during their operation to $= 0.95$.

But this is unlikely at the moment. If the conditions for maintaining environmental safety requirements (that is, a "satisfactory" level restored by human efforts) are established, it is possible to reduce the technical requirements for the condition of pipeline systems, for example, to the "dangerous" value of 0.3. At the same time, the second case will be more realistic and will allow the system to "last" for another 50 years. **Practical meaning.** The assessment of the prospective state of the pipelines according to the described methodology requires solving the problem of equipping mechanized structures with construction equipment (types, quantity, and their standard sizes). Advanced technology and a set of machines for its implementation are proposed for carrying out repair works, which do not involve the violation of the linear position of the pipeline and the stoppage of transportation of energy carriers through main networks.

Key words: main pipelines, gas pipelines, oil pipelines, earthworks, reconstruction of pipelines, man-made disasters, reliability of energy supply, environmental safety, environment, mechanized complexes.

Bogatov Oleg, PhD, Assoc. Prof. Department of Metrology and Industrial Safety, Kharkiv National Automobile and Highway University, bogatovolegigor@ukr.net

Suponev Vladimir, DSci (Engineering), Professor Department of Construction and Road-Building Machinery, Kharkiv National Automobile and Highway University, v-suponev@ukr.net, tel.: +38050-30-199-58,

Ragulin Vitaliy, PhD, Assoc. Prof. Department of Construction and Road-Building Machinery, Kharkiv National Automobile and Highway University, ragulinrvn@ukr.net, tel.: +38-050-545-80-70,

Yaryzhko Aleksandr, PhD, Assoc. Prof. Department of Construction and Road-Building Machinery, Kharkiv National Automobile and Highway University yaryzhko@gmail.com, tel.: +38-097-655-08-60,

Musiiko Volodymyr, DSci (Engineering), Professor Department of Road Machines, National Transport University, musvd@i.ua, tel.: +38 050-104-02-62.