

622.692.4.07(043)

М 29

Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу



МАРТИНЮК РОСТИСЛАВ ТАРАСОВИЧ

622.692.4.07(043)

УДК 621.643.002

М 29

**ВПЛИВ ЯКОСТІ СПОРУДЖЕННЯ НАФТОПРОВІДІВ НА ЇХ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ**

Спеціальність 05.15.13 - Трубопровідний транспорт, нафтогазосховища

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

м Івано-Франківськ – 2010

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України



Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Грудз Володимир Ярославич,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри спорудження та ремонту газонафтопроводів і газонафтосховищ

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, **Білобран Богдан Степанович**, професор,
національний університет «Львівська політехніка» (м. Львів);

кандидат технічних наук, **Драгілев Андрій Володимирович**, директор
приватного підприємство «Інжинірингові технології» (м. Київ).

Захист відбудеться 8 квітня 2010 року об 14⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.04 в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою:
76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. К. Палича, 15

З дисертацією
Івано-Франківський
76019, Україна

Івано-
адресою:

Автореферат
Вчений секретар
вченої ради Д
кандидат тех

пів Л.Д.



an2084

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Якість спорудження магістральних нафтопроводів - це складна наукова проблема, для вирішення якої потрібна постійна інтеграція досягнень різних областей знань.

Під якістю спорудження нафтопроводу розуміється сукупність властивостей, які визначають ступінь його відповідності вимогам, що ставляться до об'єкту. Вже з цього порівняно загального визначення зрозуміла багатогранність поняття якості, що розкривається у ряді таких властивостей як стійкість, міцність, герметичність, корозійна стійкість, безвідмовність, довговічність та ін. Якщо взяти до уваги, що дослідження кожних властивостей окремо або групою вимагає розробки спеціальних математичних і фізичних теорій, то стає зрозумілою складність проблеми якості магістральних нафтопроводів.

Володіючи дуже складною структурою, що розвивається (як у формальному відношенні, так і по суті), наука про якість інженерних споруд є цілісним суспільним явищем, якому властиві специфічні закономірності. У зв'язку з цим проблема якості спорудження магістральних нафтопроводів формує конкретні методичні принципи наукових досліджень, знакових систем і формалізованих мов, що стосуються математизації наукового знання (моделювання, експерименту, співвідношення емпіричного і теоретичного рівнів пізнання, співвідношення старих і нових теорій тощо).

Система нафтопостачання в Україні є складною енергетичною системою, що характеризується великою потужністю, значною довжиною, складною структурою різних за віком і станом магістральних нафтопроводів. Старіння нафтопроводів, зростаюче число аварій і ушкоджень на лінійній частині серйозно ускладнюють процес технічної експлуатації об'єктів системи, збільшують матеріальні витрати.

У цих умовах набуває актуальності завдання щодо забезпечення надійності функціонування нафтотранспортних систем з метою безперебійного постачання нафти і нафтопродуктів, запобігання аварій і забрудненню навколишнього середовища. Причому проблеми безпеки і екологічності магістрального транспорту нафти вимагають особливої уваги з урахуванням можливих катастрофічних наслідків аварій і несправностей.

У нових умовах господарювання немаловажним є економічний аспект цієї проблеми, оскільки аварії й ушкодження на лінійній частині призводять до великих втрат нафти, збитків від недопостачання палива народному господарству, вимагають витрат на ремонтно-відновлювальні роботи.

Як відомо, методи підвищення надійності нафтопровідних систем поділяються на доексплуатаційні (схемні і конструктивні) і експлуатаційні. Впливати на надійність функціонуючого нафтопроводу можна лише забезпечивши правильну технічну експлуатацію. Експлуатація, крім безпосереднього використання основного і допоміжного технологічного устаткування для виконання виробничих задач по транспортуванню нафти, містить у собі також систему технічного обслуговування і ремонту, що є сукупністю взаємозалежних засобів, документації технічного обслуговування і

an 2083 - an 2084

ремонту, виконавців, необхідних для підтримки і відновлення якості об'єктів та їхніх елементів, що входять у систему.

У зв'язку з вище викладеним, дуже актуальними є задачі щодо підвищення ефективності використання наявних ресурсів (матеріальних, технічних, людських тощо), удосконалення планування контрольно-відновлювальних заходів і керування ремонтно-експлуатаційними підрозділами у ході обслуговування лінійної частини з метою забезпечення надійної і безперебійної роботи нафтотранспортних систем.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота носить прикладний характер і виконана в рамках Національної програми «Нафта і газ України до 2010 року».

Мета і задачі дослідження. Розробка заходів підвищення рівня якості спорудження нафтопроводів для забезпечення заданого експлуатаційного ресурсу. Вказана мета досягається шляхом реалізації наступних завдань:

1. Розробка методу оцінки якості функціонування нафтотранспортної системи, який дозволяє за характером зміни показників якості визначити залишковий ресурс нафтопроводу.

2. Створення математичної моделі нестационарного руху нафти в нафтопроводі, викликаного стрибкоподібними змінами подачі нафти в нафтопровід, встановлення діапазону частоти та амплітуди коливання тиску в нафтопроводі.

3. Проведення експериментальних досліджень втомної міцності та довговічності матеріалу труб для різних умов експлуатації нафтопроводу.

4. Встановлення доцільності й необхідності консервації нафтопроводу за умови неможливості введення його в експлуатацію після завершення будівництва.

5. Прогнозування залишкового ресурсу нафтопроводу на основі використання стохастичних математичних моделей і результатів механічних випробувань взірців трубної сталі.

6. Перевірка результатів досліджень у виробничих умовах шляхом впровадження запропонованих методів прогнозування технічного стану.

Об'єкт дослідження: лінійна частина магістральних нафтопроводів.

Предмет дослідження: якість спорудження й експлуатаційна надійність лінійної частини магістральних нафтопроводів.

Методи дослідження: теоретичні дослідження впливу якості спорудження нафтопроводів на їх експлуатаційну надійність на стохастичних моделях; експериментальні методи визначення механічних властивостей трубної сталі марки 13Г1СУ, зокрема втомної міцності та тріщиностійкості; використання отриманих результатів для прогнозування залишкового ресурсу нафтопроводу, оцінка впливу заходів консервації нафтопроводу на параметри надійності.

Наукові положення, що захищаються. Оцінка впливу консервації нафтопроводу на технічний стан лінійної частини для визначення експлуатаційного ресурсу.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше показано, що в результаті будівельно-монтажних робіт формується відповідний рівень якості функціонування нафтотранспортної системи, який оцінюється комплексом показників, що мають імовірнісний статус і які в процесі експлуатації системи мають тенденцію до зниження якості функціонування системи і, в кінцевому результаті, визначають експлуатаційний ресурс.

Аналітичними методами встановлено частотний і амплітудний діапазони коливання тиску в нафтопроводі в межах нестационарного процесу, викликаного зміною величини витрати нафти.

Встановлено експериментальним шляхом характер зміни напружень порогу міцності трубної сталі марки 13Г1СУ від числа циклів навантаження для різних умов експлуатації і побудовано залежності швидкості росту тріщини від інтенсивності навантаження.

Дано оцінку ефективності консервації нафтопроводу і показано вплив інтенсивності циклічного навантаження на величину залишкового ресурсу.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено галузеву методику «Прогнозування росту втомних тріщин в зварних з'єднаннях трубопроводів під тиском з врахуванням залишкових напружень». На основі реалізації стохастичних математичних моделей і експериментальних досліджень механічних властивостей трубної сталі марки 13Г1СУ розроблено методи оцінки ефективності консервації нафтопроводу.

Особистий внесок здобувача. У рамках комплексного підходу до проблеми впливу рівня якості спорудження нафтопроводу на показники надійності його експлуатації розроблено принципи формування математичних моделей, що визначають залишковий ресурс [41, 87].

Виконано теоретичні дослідження і створено стохастичну математичну модель «старіння» нафтопроводу на основі запропонованого термодинамічного підходу.

Проведено експериментальні дослідження механічних властивостей трубної сталі які дозволили оцінити ефективність і доцільність консервації нафтопроводу.

Автор брав безпосередню участь у плануванні і проведенні виробничого експерименту з оцінки ефективності консервації нафтопроводу «Одеса – Броди» та адекватності розробленої методики і впровадженні запропонованих рекомендацій у виробництво.

Апробація результатів роботи. Основні результати дисертаційної роботи висвітлені в доповідях і повідомленнях на:

- першій міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми розвитку нафтогазової галузі» (м. Київ, ДП «Науканафтогаз», 2005);
- семінар-нараді «Організація експлуатації та ремонту газотранспортної системи НАК «Нафтогаз України»» (м. Яремча, 2005);
- міжнародній виставці «Нафта і газ: новітня техніка і технології» (м. Київ, 2006);
- V Международной научно-технической конференции «Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта», (Новополоцк, 2006);

- V Международной научно-технической конференции «Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов», (Шарм-Ель-Шейх, Египет 2006);

- V науково-практичній конференції «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности», (Шарм-Ель-Шейх, Египет 2007);

- V Международной научно-технической конференции «Современные достижения в науке и образовании», (Натания, Израиль 2007);

- VI Международной научно-технической конференции «Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта», (Новополоцк, Беларусь 2007);

- VI науково-практичній конференції «Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности», (Таба, Египет 2008).

Результаты дисертаційної роботи в повному обсязі доповідалися на наукових семінарах кафедри спорудження та ремонту газонафтопроводів і газонафтоховищ та міжкафедральному семінарі факультету нафтогазопроводів Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (Івано-Франківськ, 2009).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, з них – 6 статей у фахових журналах України.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 153 найменування та додатки. Текстова частина викладена на 162 сторінках комп'ютерного набору і містить 32 рисунки і 21 таблицю.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми досліджень, показаний зв'язок роботи з науковими програмами, сформульовані мета й задачі досліджень і описані методи досліджень. Висвітлені наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача у публікаціях і рівень апробації дисертації й описана структура роботи.

В першому розділі проведено критичний аналіз літературних джерел з питань якості спорудження магистральних нафтогазопроводів, їх експлуатаційної надійності та дослідження механічних властивостей трубних сталей, а також подано основні характеристики нафтотранспортної системи України, зокрема нафтопроводу «Одеса – Броди». В результаті сформовано основні завдання досліджень.

В основі наукових рішень якості спорудження нафтопроводів є детерміновані моделі, що описують причинну обумовленість і підлеглість цих явищ дії конкретних законів. Проте в даний час намітився перехід від класичної концепції лапласівського детермінізму, що розглядає ймовірність події як міру нашого знання, до сучасного трактування ймовірності як категорії, що характеризує властивості самого об'єкту. Згідно з першою концепцією ймовірність відносилася, як правило, до методу пізнання, зокрема, для раціональ-

ної оцінки гіпотез. Друга точка зору виходить з поняття ймовірності як характеристики об'єктивного світу. Мабуть, правомірно розглядати зміст ймовірності в цих двох діалектично пов'язаних, взаємодоповнюючих формах, що збагатили одна одну.

Гносеологічний аспект якості споруд розкривається в його визначенні як філософської категорії. З цієї позиції якість будь-якої інженерної споруди виступає як внутрішня, істотна визначеність об'єкту, що є функціональною єдністю його найважливіших властивостей і виражає його основні відмінності від всіх інших об'єктів. Причому істотна визначеність має строге функціональне розмежування для будь-яких однотипних (в конструктивно-технологічному відношенні) об'єктів, оскільки в якості втілений нерозривний зв'язок його основних властивостей.

Вираз для інтегральної якості представлений в символічному вигляді. Конкретна форма виразу для інтегральної якості залежить від специфіки вирішуваної задачі: в одних випадках справедлива лінійна залежність інтегральної якості від його складових, в інших правомірна нелінійна залежність.

Перша форма визначення інтегральної якості припускає правомірність адитивних співвідношень, які використовуються в методиці визначення комплексних показників якості.

Друга форма представлення інтегральної якості більш загальна, оскільки охоплює широке коло питань, пов'язаних з фізичними закономірностями формування якості, його функціональними змінами на різних етапах створення і експлуатації інженерної споруди.

Зміни кількісних показників якості об'єкту відбуваються на двох принципово різних стадіях: 1) в процесі спорудження об'єкту; 2) в процесі його експлуатації.

На першій стадії формується початковий рівень якості об'єкту, що характеризує його конструктивно-технологічний потенціал. Аналітичний опис цього потенціалу досягається шляхом глибокого статистичного аналізу розподілів одиничних параметрів якості, а також композицій розподілів з урахуванням функціональних і статистичних характеристик взаємозв'язку параметрів. Оскільки кількісні значення параметрів якості – це випадкові величини то сформований в процесі спорудження конструктивно-технологічний потенціал однозначно визначає вірогідну якість.

На стадії експлуатації об'єкту зміна кількісних показників якості відбувається головним чином за рахунок зовнішніх зв'язків, що характеризують результат взаємодії об'єкту з навколишнім середовищем і фактичні параметри режимів функціонування. На цій стадії кількісні зміни властивостей об'єкту носять, як правило, пасивний, слабкокерований характер. Наслідки таких змін, хоча і є строго безперервними функціями часу, проте в безпосередньому вигляді є стрибкоподібні. Тому аналіз динаміки якості буде тим глибшим, чим ефективніше буде проводитись контроль за станом об'єкту. Використовування точних методів аналізу і розрахунку якості інженерних споруд припускає їх наукову обґрунтованість і практичну необхідність.

З цієї точки зору велика роль належить математичному трактуванню процесів формування якості об'єктів і в першу чергу моделям їх процесів.

Основою теорії прогнозування служить прогностика - наукова дисципліна, що вивчає поведження одних систем (прогнозованих) у залежності від зміни параметрів інших (прогнозуючих). Ці дані необхідні для того, щоб передбачати, що буде відбуватися із системою-функцією, якщо відоме поведження системи-аргументу в даний час чи у визначеній ситуації.

В роботах вітчизняних і зарубіжних вчених запропоновано і науково обгрунтовано розширену інженерну методику дослідження деформації і руйнування матеріалу трубопроводів під час статичного та низькочастотного циклічного навантаження з урахуванням впливу структури, масштабного фактору, концентрації напружень, частоти навантаження, асиметрії циклу, агресивності середовища, а також різної комбінації цих чинників. Таким чином, проаналізувавши існуючі на сьогодні методи визначення технічного стану нафтогазопроводів, розрахункові методи, особливо для магістральних нафтопроводів тривалої експлуатації, не можуть бути використані, тому що, як правило, відсутні проектна та виконавча документація. За допомогою фізичних методів отримуємо інформацію про усереднену різницю напружень по поверхні або по об'єму. Це утруднює, а часто і унеможливує використання неруйнівних методів для визначення розподілу напружень вздовж і за товщиною трубопроводів.

Нафтотранспортна система України, експлуатацію якої здійснює ВАТ «Укртранснафта», складається з 19 магістральних нафтопроводів загальною довжиною 4766,1 км. Річна пропускна спроможність системи для транзиту нафти з території РФ становить: на вході 114 млн. тонн, на виході – 56,3 млн. тонн. За необхідності система нафтопроводів спроможна в повному обсязі забезпечити потреби нафтопереробних підприємств, виходячи з їх максимальної проектної пропускної здатності понад 50 млн. тонн нафти на рік. Роботу нафтопровідної системи забезпечує 51 нафтоперекачувальна станція, на яких працює 176 насосних агрегатів загальною потужністю 356,5 тис.кВт. Загальна ємність резервуарного парку становить 1085 тис.м³.

«Одеса – Броди» – нафтопровід, побудований між м. Південний на Чорному морі і м. Броди у Львівській області, де приєднаний до нафтогону «Дружба». Нафтопровід повинен використовуватися для транзиту каспійської нафти в Центральну Європу, минаючи територію Росії, з перспективою до портів Балтійського моря. Будівництво нафтопроводу «Одеса – Броди» було розпочато у вересні 1996 року. Об'єкт здано в експлуатацію, згідно з Актом державної комісії від 15 травня 2001 року. Довжина нафтопроводу – 674 км, діаметр нафтопроводу – 1020 мм. Пропускна здатність нафтопроводу (перша черга) – 14,5 млн. тонн на рік з можливістю розвитку до 30 млн. тонн на рік.

Другий розділ присвячено аналітичним дослідженням якості спорудження нафтопровідних систем за рахунок уточненого прогнозування їх надійності і довговічності.

В науковому плані проблема якості спорудження магістральних нафтопроводів ставить дві групи задач: 1) вивчення впливу випадкових причин, що породжують закономірні наслідки на загальний процес спорудження нафтопроводів; 2) дослідження механізму формування випадкових подій, що обумовлюють дію закономірних факторів.

Дослідженням стохастичних залежностей і впливів якісних показників спорудження і експлуатації магістральних трубопроводів на параметри їх надійності, живучості і довговічності присвячено праці Березіна В.Л., Бородавкіна П.П., Бусленка Н.П., Молдаванова О.І., Ставровського Е.Р., Сухарева М.Г., Телегіна Л.Г., Яковлева Є.І. тощо. В їх працях ставляться задачі оптимізації процесів спорудження магістральних трубопроводів в умовах технологічної невизначеності інформації та забезпечення заданого рівня надійності при певній якості будівельних робіт. Однак, задачі стохастичного підходу до питань втрати якості системи на етапі її експлуатації, а також впливу якості будівельних робіт на показники надійності в умовах невизначеності вихідної інформації залишаються на даний час не реалізованими.

Прогнозування надійності, як процес науково обгрунтованого прогнозу конструктивно-технологічних і експлуатаційних властивостей конструкції, спирається на конкретні критерії якості, вибір яких залежить від призначення цієї конструкції і вимог, що надаються їй. Формалізуючи вимоги до критерію якості, його можна представити у вигляді функціонала

$$K = \Phi \left[\Omega_a \left(\sum_{i=1}^n \omega_i \right), \Omega_b \left(\sum_{i=1}^y \omega_i \right) \right], \quad (1)$$

де $\Omega_a \left(\sum_{i=1}^n \omega_i \right)$ – вектор, що характеризує параметри нафтопровідної системи, що піддаються управлінню;

$\Omega_b \left(\sum_{i=1}^y \omega_i \right)$ – вектор, що характеризує параметри нафтопровідної системи, невіддатливі управлінню, але які впливають на критерій якості.

До числа керованих параметрів, як правило, відносяться ті, які характеризують технологічний процес будівництва нафтопроводу. Більшість керованих параметрів можуть бути змінені тільки в строго регламентованих межах, що характеризують допустиму область всіх практично можливих змін параметрів. Некеровані параметри умовно можна розділити на дві групи:

1) випадкові, закони розподілу для яких відомі; 2) випадкові, для яких відомі тільки області зміни, але невідомі закони розподілу вірогідності.

Визначення екстремуму функціонала критерію якості при заданих обмеженнях на керовані параметри і врахуванні всієї доступної інформації про невизначені параметри є основною задачею математичного синтезу при оптимальному проектуванні магістрального нафтопроводу.

Практичний інтерес представляє прогнозування надійності нафтопроводу з позицій: 1) прогнозування моменту настання відмови нафтопроводу; 2) прогнозування настання такого стану нафтопроводу, котрий характеризується цілком конкретними значеннями параметрів його якості.

Основний прогнозований параметр експлуатаційної надійності нафтопроводу – час його перебування в стані експлуатаційної здатності. Він може виступати як міра взаємозв'язку конструктивно-технологічного потенціалу трубопроводу, з одного боку, і рівня експлуатаційного навантаження, з іншого. Якщо розглядати сукупність робочих параметрів нафтопроводу, що формують рівень його початкової якості, як кінцево-мірну функцію випадково розподілених величин $\Phi_{\omega_{ij}} \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \right)$, то, використовуючи теорему Колмогорова про кінцево-мірні розподіли, множині $\Phi_{\omega_{ij}}$ може бути поставлена у відповідність деяка міра ймовірності Φ_i (значення якої полягає в оцінці вірогідності тимчасових розподілів одиничних параметрів ω_{ij}). Для того, щоб ці заходи склали систему кінцево-мірних розподілів якої-небудь випадкової функції $\Phi_{\omega_{ij}}$, необхідно і достатньо узгодженості системи

$$\{\Phi_{i_1, i_2, \dots, i_n} \in T, n = 1, 2, \dots, i_1, \dots, n\}. \quad (2)$$

За теоремою Колмогорова продовження міри розподілу $\Phi_{\omega_{ij}}$ випадкової функції однозначно визначається кінцево-мірними розподілами $\Phi_{i_1}, \Phi_{i_2}, \dots, \Phi_{i_1}, \dots, \Phi_{i_n}$, при різних значеннях $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n \in T$. Враховуючи багатовимірність поля якості нафтопроводу $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \in \Omega$, а також використовуючи властивості відповідності на кінцево-мірній множині у формі Колмогорова, отримуємо гаусівську випадкову функцію ω_i с $m(t) = M\omega_i$ у вигляді кореляційної функції Φ_i одновимірних розподілів $\Phi_{\omega_{ij}}$. Узгодження розподілів впливає з того, що нормальний розподіл однозначно є математичним очікуванням і матрицею коваріацій, а також того, що розподіл будь-якого підвектора нормального вектора знову є нормальним.

За результатами спостережень потоку відмов нафтопроводу в процесі його експлуатації функціональний зв'язок між рівнем початкової якості лінійної частини і напрацюванням на відмову може бути встановлений наступною характеристикою $H = f(K_0, t)$.

Аналіз характеристик $H = f(K_0, t)$ може створити необхідні умови для опису зворотного зв'язку функціонального переходу $K_0 \rightarrow K_0'$. Іншими словами, вдосконалення висхідних матеріалів проектування і будівництва нафтопроводів дозволить перейти від початкового рівня якості K_0 до більш високого рівня K_0' . За накопиченою експлуатаційною інформацією про відмови лінійної частини нафтопроводу доводиться вирішувати дві задачі. Перша з них – проводити статистичну оцінку експлуатаційних властивостей нафтопроводу за результатами обмеженого числа спостережень. Друга задача – за результатами статистичної оцінки намітити заходи щодо підвищення працездатності лінійної частини. Основним статистичним параметром лінійної частини нафтопроводу служить параметр потоку відмов $\omega(t)$.

Статистичний матеріал оброблявся таким чином. Весь діапазон часу експлуатації ділився на інтервали $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ і підраховувалось число відмов, що

припадає на кожний i -й інтервал. Потім ця величина ділилася на загальне число ділянок нафтопроводу. Результати обчислень значень параметра потоку відмов ω_i зводились в таблицю відповідно до порядкового номера інтервалів Δt_i . Така таблиця оформлялася у вигляді ступінчатого графіка (гістограми), для чого по горизонтальній осі відкладалися інтервали Δt_i і на кожному з них будувався прямокутник з висотою ω_i . З'єднавши отримані для кожного інтервалу часу Δt_i значення ω_i і перейшовши від статистичних понять до вірогідності, одержуємо криву потоку відмов $\omega(t)$.

Центральне місце в аксіоматичній побудові принципів формування якості нафтопровідної системи в процесі її спорудження й експлуатації належить умові рівноваги системи за різними критеріями її станів. З термодинамічної точки зору нафтопровідна система знаходиться в рівновазі в тому випадку, якщо середньостатистичні значення параметрів її якості залишаються постійними в регламентованих межах. Реальні процеси спорудження й експлуатації трубопроводу можуть бути описані схемами переходу рівноважних станів конструкції за допомогою системи параметрів її якості $\sum_{i=1}^n \omega_i$.

Переходи рівноважних станів системи є взаємообумовленими з погляду розвитку причинно-наслідкових зв'язків. Відповідно до термодинамічного принципу зсуву рівноваги Ле-Шательє, якщо систему, що знаходиться в рівновазі, піддати зовнішньому впливу, що порушує цю рівновагу, виникає нова рівновага, перехід до якої здійснюється процесом, що прагне протидіяти зазначеному впливу. З фізико-механічної точки зору трактування цього принципу стосовно до спорудження нафтопровідної системи може бути наступним. При переході від однієї технологічної операції (чи етапу будівництва) до іншої обумовлюється новий рівноважний стан системи

$$\Omega\left(\sum_{i=1}^n \omega_i\right)_1 \rightarrow \Omega\left(\sum_{i=1}^n \omega_i\right)_2. \quad (3)$$

Спрямований технологічний вплив, що є зовнішнім стосовно системи, обумовлює відповідну реакцію системи, що виражається плавною чи стрибкоподібною зміною фактичного рівня якості. Форми прояву реакції системи не впливають на перехід системи в новий рівноважний стан з погляду взаємної обумовленості такого переходу.

Викладений принцип зсуву рівноваги – це зручна аналогія механізму формування якості системи за критеріями її напружено-деформованого стану чи рівня дефектності.

Функціональний процес переходу станів системи може бути описаний ентропією. Оскільки реальний процес спорудження системи на кожному з його етапів вносить цілком визначені пропорції між формованими параметрами, методично правомірно розглядати ентропію як функцію стану системи.

Використання поняття ентропії як функції стану системи, так само як і міри її якості, дозволяє будь-яку зміну стану системи представити як результат нескінченно великого числа нескінченно малих змін. Під час кожної такої нескінченно малої зміни стану система або збільшує, або зменшує свій

конструктивно-технологічний потенціал, чи, інакше кажучи, система або накопичує, або втрачає свою якість.

Введемо наступні основні характеристики спорудження нафтопровідної системи: A – робота над системою з переведення її зі стану з одним рівнем якості в стан з іншим рівнем; Q_c – якість спорудження як конструктивно-технологічний потенціал трубопровідної системи, що характеризує її стан; Q_e – експлуатаційна якість системи, що виражає рівень її надійності при експлуатації.

Власне кажучи, Q_c характеризує енергетичні можливості системи, а Q_e – роботу, чинену системою з конкретним конструктивно-технологічним потенціалом у діапазоні конкретних експлуатаційних навантажень. Виходячи з закону збереження енергії, маємо

$$dQ = dQ_c + dQ_e. \quad (4)$$

Звідки характеристика стану системи при переході від одного рівня якості до іншого має вигляд

$$\int_1^2 dQ_e = \Omega_2 - \Omega_1 = \int_1^2 d\Omega - \int_1^2 dA. \quad (5)$$

Зміна ентропії системи, над якою зроблена нескінченно мала робота dA , визначається співвідношенням

$$dS_\Omega = \frac{dA}{\Omega}. \quad (6)$$

Ентропія S_Ω , будучи мірою стабільності вихідного конструктивно-технологічного потенціалу системи, що змінюється відповідно до діючих закономірностей, певним чином пов'язана з кореляційним моментом K_{δ_i, δ_j} , узагальнених параметрів δ_i, δ_j , що характеризують втрати якості.

Таким чином, може бути введене поняття ентропійного ресурсу нафтопроводу як міри його експлуатаційної надійності за критерієм рівня дефектності, яким нафтопровід володіє по завершенні випробувань, тобто

$$T_\Omega = f \left[\Omega_e \left(D \left(\sum_{i=1}^n d_{ei} \right); z_e \right) \right]. \quad (7)$$

Оскільки ентропія якості S_Ω безпосередньо пов'язана з ймовірністю стану, що адекватно визначає і ймовірну якість нафтопроводу, то вираз ентропійного ресурсу містить у собі параметри розподілів усіх можливих дефектів у номенклатурному полі якості нафтопровідної системи.

Вважаючи, що робота, затрачувана на формування якості нафтопроводу з визначеним конструктивно-технологічним потенціалом Ω_0 , витрачається при його експлуатації на перехід $\Omega_0 \rightarrow \Omega_{\delta_0}$, якому відповідає величина наробітку $t = T_\Omega$, можна записати

$$dA = \mu dF = \mu \Omega(t) dt,$$

де dF – елемент площі під функціональною кривою $\Omega(t)$;

μ – коефіцієнт, що залежить від фактичної пропорції між величинами A і Ω .

З огляду на, те що за час експлуатації нафтопроводу робота формування реалізується на перехід системи $\Omega_0 \rightarrow \Omega_{\delta_0}$, причому $\Omega_0 \geq \Omega_{\delta_0}$ обумовлюється

монотонним спаданням функції $\Omega(t)$, то після нескладних перетворень одержимо

$$P = P_0 \exp\left(-\frac{\mu}{\sqrt{|\Omega_{ад} - \Omega_0|}} \int_0^{T_0} \Omega(t) dt\right), \quad (8)$$

де P, P_0 – відповідно ймовірності перебування нафтопровідної системи в кінцевому і початковому станах розглянутого тимчасового інтервалу;

ν – коефіцієнт, що виражає співвідношення між одиницею роботи формування й інтегральною якістю трубопровідної системи.

Вираз (8) встановлює взаємозв'язок між параметрами якості нафтопроводу, його ресурсом і ймовірностями початкового і кінцевого станів.

У третьому розділі розглядаються механічні випробування трубної сталі марки 13Г1СУ за період експлуатації нафтопроводу «Одеса – Броди».

Метою дослідження було дослідити властивості зразків з різних ділянок траси нафтопроводу та порівняти їх із зразком з нової труби. Тому, під час дослідження були використані: дослідні зразки сталі нової труби (нова), дослідні зразки сталі траси нафтопроводу, що були вирізані з труби, яка була в експлуатації, але не була законсервованою у середовищі вапнякового молока (1) та дослідні зразки сталі траси нафтопроводу, що були вирізані з труби, яка була в експлуатації, і була законсервована в середовищі вапнякового молока (2).

Для дослідження кінетики росту втомних тріщин було використано вдосконалену установку УКИ-7И, що була розроблена в ІФНУНГ. З метою вибору параметрів випробування (частоти і амплітуди навантаження) були проведені аналітичні дослідження пульсацій потоку нафти в нафтопроводі, викликані зміною витрати нафти на початку нафтопроводу. Дослідження зразків з трубної сталі марки 13Г1СУ, що знаходились в різних умовах експлуатації проводилось при циклічній частоті f , визначеній на основі аналітичних досліджень коливання тиску ω_n , причому $f=2\pi\omega_n$. Розрахунки виконані на основі створеної математичної моделі показують, що циклічна частота повинна лежати в межах 3 – 5 Гц, а амплітуда коливань тиску змінюється в межах 0,1 – 0,5 МПа.

Для проведення дослідів була прийнята частота 3,8 Гц. Втомні випробування проводили на базі $2 \cdot 10^6$ циклів. За результатами проведення втомних досліджень зразків були побудовані криві втоми в півлогарифмічній системі координат (рис. 1). Як видно з рис 1. зменшення втомних характеристик для зразків трубної сталі після експлуатації на протязі 6 років складає 30 – 40%, а для зразків сталі, що перед експлуатацією на протязі 3 років була законсервована в середовищі вапнякового молока та після розконсервації працювала на протязі 6 років 20 – 25%.

Дослідження на швидкість поширення втомних тріщин були проведені на установці УДПТ – 1. Навантаження на експериментальний зразок здійснюється за схемою консольного згину. Експерименти проводилися за умов постійної циклічної частоти навантаження (3,8 Гц) на зразках трубної сталі марки 13Г1СУ: дослідні зразки сталі нової труби (нова), дослідні зразки сталі траси нафтопроводу, що були вирізані з труби, яка була в експлуатації, але не була законсервованою у середовищі вищій вапнякового молока (1) та дослідні зразки сталі траси нафтопроводу, що були вирізані з труби, яка була в експлуатації, але

була законсервована в середовищі вапнякового молока (2).

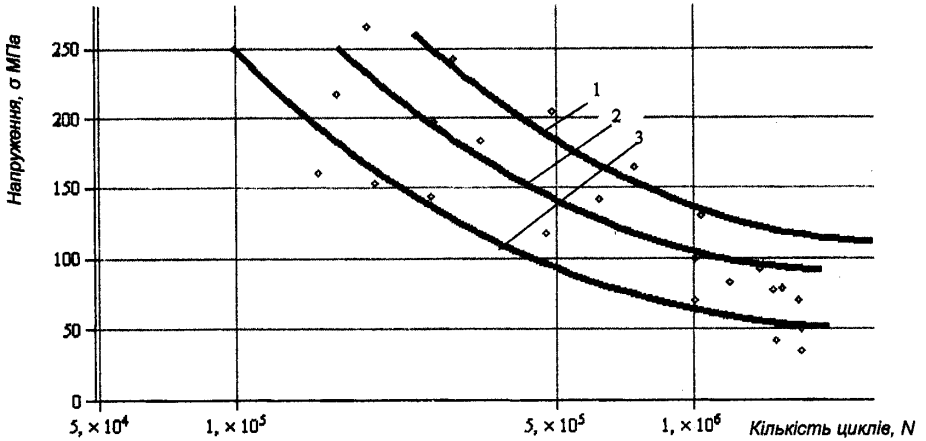


Рис. 1. Криві втоми:

1 – зразок з нової сталі; 2 – зразок із сталі (2); 3 – зразок із сталі (1)

У ході проведення експерименту отримано значення залежності довжини тріщин у кожному зразку від кількості циклів за сталого значення амплітуди навантаження для різних зразків сталі. За його результатами побудовані графіки залежності росту тріщини l від кількості циклів N (рис. 2). Як видно з графіків, швидкість розповсюдження тріщини в трубах з однакового матеріалу суттєво залежить від умов експлуатації. Для нової трубної сталі марки 13Г1СУ швидкість росту тріщини при решті ідентичних умовах найменша. Експлуатація матеріалу в умовах нафтопроводу «Одеса – Броди» призводить до зростання швидкості розповсюдження тріщини. Консервація нафтопроводу в середовищі вапнякового молока незначно зменшує (в порівнянні з експлуатаційними умовами) швидкість росту тріщини.

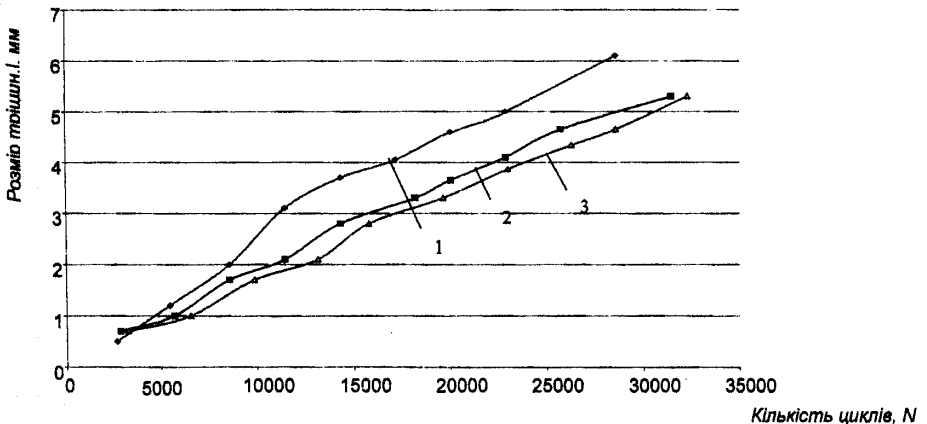


Рис. 2. Залежність росту тріщини від кількості циклів навантаження за амплітуди навантаження 1,3 мм:

1 - зразок з сталі (1); 2 - зразок сталі (2); 3 - зразок з нової сталі

Четвертий розділ присвячено дослідженням впливу динаміки зміни механічних характеристик сталі на ресурс нафтопроводу.

Питанням визначення критеріїв втомної міцності і тріщиностійкості сталей присвячено праці Гуревича С.Е., Крижанівського Є.І., Осадчука В.А., Панасюка В.В., Побережного Л.Я., Похмурського В.І., Харцберга Р.В., Черепанова Г.П. тощо.

Розроблено методики механічних та втомних випробувань матеріалів, досліджено характер їх поведінки в області пропорційності та поза нею. На сьогодні досить актуальним є використання закономірностей тренду критеріїв у стохастичних моделях з метою визначення залишкового ресурсу. Залежність зміни напружень границі втомної міцності у ході експлуатації за циклічної частоти 3,8 Гц може бути апроксимована експоненціальною функцією виду

$$\sigma = A \cdot \exp(-\alpha \cdot t), \quad (9)$$

де A, α – коефіцієнти, що характеризують величину і темп зменшення границі витривалості в часі і підлягають визначенню. Перший з них можна прийняти за початкове значення границі витривалості, а другий – як характеристику темпу зменшення границі витривалості у ході експлуатації, тобто за коефіцієнт старіння нафтопроводу. Отримані результати, які показані у вигляді гістограми (рис. 3) свідчить про зниження початкової якості, закладеної під час спорудження магістрального нафтопроводу, внаслідок деградації матеріалу трубної сталі. Так, за 6 років експлуатації ділянки нафтопроводу, що не підлягала консервації, залишковий ресурс порівняно з прогнозованим знизився на 10,4 %, а у випадку консервації нафтопроводу в середовищі вапнякового молока – на 6,5 %, що свідчить про достатню якість збереження трубної сталі в середовищі вапнякового молока.

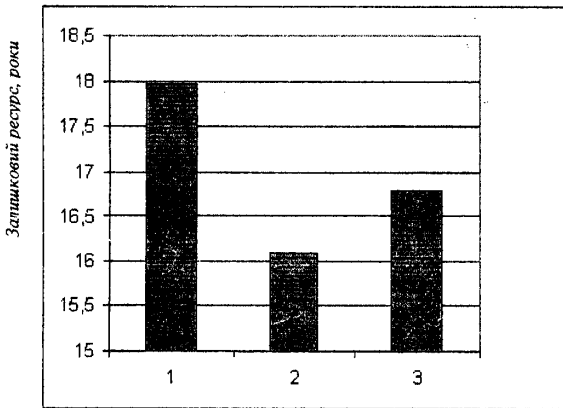


Рис. 3. Гістограма розподілу залишкового ресурсу:

1 – зразки з нової сталі; 2 – зразки із сталі (1); 3 – зразки із сталі (2)

Для оцінки тріщиностійкості трубної сталі визначалися порогові і критичне значення коефіцієнтів інтенсивності напружень для різних зразків і умов проведення випробувань. Аналіз отриманих результатів показує, що різниця між критичним і пороговим значеннями коефіцієнту інтенсивності напружень залежить від експлуатаційних умов та амплітуди навантаження, причому із збільшенням амплі-

туди навантаження різниця між пороговим і критичним значеннями коефіцієнта інтенсивності напружень зменшується, і чим більша амплітуда навантаження, тим більший градієнт зменшення вказаної різниці. Проведений аналіз також дає можливість стверджувати, що при великих циклічних навантаженнях на нафтопровід його ресурс (з точки зору тріщиностійкості) в незначній мірі залежить від умов консервації нафтопроводу перед вводом в експлуатацію.

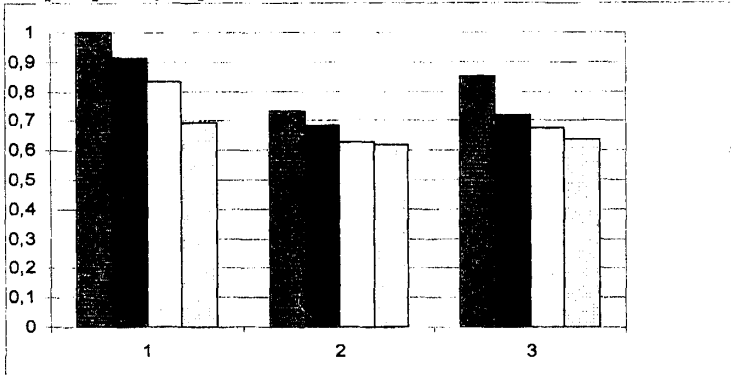


Рис. 4. Гістограма розподілу порогового коефіцієнта інтенсивності напружень: 1 – зразки з нової сталі; 2 – зразки з сталі (2); 3 – зразки з сталі (1).

- – амплітуда навантаження 1,3 мм;
- – амплітуда навантаження 1,4 мм;
- – амплітуда навантаження 1,5 мм;
- – амплітуда навантаження 1,6 мм.

Як видно з гістограми (рис. 4), порогове значення коефіцієнта інтенсивності напружень суттєво залежить від амплітуди циклічного навантаження. При циклічному навантаженні з амплітудою 1,3 мм порогове значення коефіцієнта інтенсивності напружень після 6 років експлуатації для сталі, що підлягала консервації в середовищі вапнякового молока, знизилось на 15,1 %, а для сталі, що не підлягала консервації – на 23,4 %. При збільшенні амплітуди циклічного навантаження вказана різниця в значеннях порогового коефіцієнта інтенсивності напружень зменшується. Так, при амплітуді циклічного навантаження 1,4 мм для сталі, що підлягала консервації, зниження порогового значення коефіцієнта інтенсивності напружень в порівнянні з новою сталлю складає 19,6 %, при амплітуді циклічного навантаження 1,5 мм воно знижується до 18,6 %, а при амплітуді циклічного навантаження 1,6 мм – до 5,8 %. Для сталі, що не підлягала консервації, при амплітуді циклічного навантаження 1,4 мм спостерігається зниження порогового коефіцієнта інтенсивності напружень в порівнянні з сталлю, що підлягала консервації, на 5,1 %, при амплітуді циклічного навантаження 1,5 м – на 3,4 %, а при амплітуді циклічного навантаження 1,6 мм – на 1,7 %.

Таким чином, з точки зору тріщиностійкості розбіжність між характеристиками сталі, що підлягала консервації, і сталі, що не підлягала консервації, із збільшенням амплітуди циклічного навантаження зменшується. Очевидно, що збільшення амплітуди циклічного навантаження призведе до зменшення ресурсу нафтопроводу, однак консервація сталі в середовищі вапнякового молока на його величину суттєво не вплине. При невеликих амплітудах циклічного навантаження, що характерно для практики експлуатації нафтопроводів, вплив консервації відчутний.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень якості виконання робіт завершального циклу на нафтопроводах вирішено науково-технічну задачу підвищення рівня якості спорудження нафтопроводу для забезпечення заданого експлуатаційного ресурсу. Встановлено закономірності деградації механічних властивостей трубної сталі 13Г1СУ, що в комплексі з розробленою стохастичною моделлю дозволило оцінити залишковий ресурс нафтопроводу. При цьому отримані такі основні результати:

1. Розроблено метод термодинамічної аналогії оцінки якості функціонування нафтотранспортної системи, який дозволяє за характером зміни показників якості визначити залишковий ресурс нафтопроводу.

2. Створено математичну модель нестационарного руху нафти в нафтопроводі, викликаного скачкоподібними змінами подачі нафти в нафтопровід, на основі якої встановлено, що коливання тиску в нафтопроводі в межах нестационарного процесу відбуваються в діапазоні частот 0,4 – 0,6 1/с, а амплітуда коливань тиску складає 0,1 – 0,5 МПа.

3. Встановлено закономірності зміни втомної міцності та довговічності матеріалу труб від амплітуди циклічного навантаження для різних умов експлуатації. За результатами випробовувань матеріалу труб на тріщиностійкість побудовано кінетичні діаграми втомного руйнування.

4. За результатами випробовувань трубної сталі марки 13Г1СУ на тріщиностійкість проведено оцінку ефективності консервації нафтопроводу в середовищі вапнякового молока на основі величин порогового і критичного значень коефіцієнта інтенсивності напружень, визначених шляхом побудови діаграм втомного руйнування при різних амплітудах циклічного навантаження. Встановлено, що з збільшенням амплітуди навантаження різниця між пороговим і критичним значеннями коефіцієнта інтенсивності напружень зменшується, причому чим більша амплітуда навантаження, тим більший градієнт зменшення вказаної різниці. У випадку консервації нафтопроводу в середовищі вапнякового молока на протязі 3 років та подальшій експлуатації на протязі 6 років залишковий ресурс знизився в порівнянні з прогнозованим на 6,5 %, що свідчить про високу ефективність консервації трубної сталі.

5. На основі проведених втомних випробовувань зразків трубної сталі марки 13Г1СУ і запропонованої стохастичної моделі визначено залишковий ресурс нафтопроводу «Одеса – Броди», та встановлено, що за 6 років експлуатації ділянки нафтопроводу, що не підлягала консервації, залишковий ресурс знизився в порівнянні з прогнозованим на 10,4 %.

6. На основі результатів досліджень розроблено комплексну галузеву методику «Прогнозування росту втомних тріщин в зварних з'єднаннях трубопроводів під тиском з урахуванням залишкових напружень».

Основний зміст дисертаційної роботи опубліковано в наступних працях:

1. Мартинюк Р. Т. Прогнозування ресурсу трубопроводу на основі стохастичних моделей / Р. Т. Мартинюк // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2009. – № 1(19) – С. 111 – 113.
2. Мартинюк Р. Т. Контроль за якістю зварювально-монтажних робіт у процесі спорудження магістральних трубопроводів / Р. Т. Мартинюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2008. – № 4(29). – С. 119 – 120.
3. Мартинюк Р. Т. Захист від корозії внутрішньої поверхні сталевих резервуарів епоксидно-бакелітовими композиціями / Р. Т. Мартинюк, О. Т. Чернова, Т. А. Мартинюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2008. – № 2(27) – С. 100 – 102.
4. Мартинюк Р. Т. Оцінка зміни якості функціонування газопроводу в процесі його експлуатації / Р. Т. Мартинюк, В. Я. Грудз, А. З. Багнюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2007. – № 1(22). – С. 74 – 77.
5. Мартинюк Р. Т. Оптимізація якості спорудження та ремонту трубопроводів / Р. Т. Мартинюк, В. Я. Грудз, О. Т. Чернова // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 2(19). – С. 81 – 85.
6. Мартинюк Р. Т. Критерії якості будівництва магістрального трубопроводу та надійність його експлуатації / Р. Т. Мартинюк, В. Я. Грудз, А. З. Багнюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 4(21). – С. 100 – 103.
7. Мартинюк Р. Т. Технічне обстеження сталевих резервуарів / Р. Т. Мартинюк, Т. А. Мартинюк : матеріали VI наук.-практ. конф. [«Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности»], (Таба (Єгипет), 18 – 25 квітня 2008р.). – Таба, 2008. – 47 с.
8. Мартинюк Р. Т. Моніторинг технічного стану підводних переходів магістральних нафтопроводів / Р. Т. Мартинюк, Т. А. Мартинюк : матеріали V наук.-практич. конф. [«Организация неразрушающего контроля качества продукции в промышленности»], (Шарм-Ель-Шейх (Єгипет), 22 – 29 квітня 2007р.). – Шарм-Ель-Шейх, 2007. – 72с.
9. Шляхи покращення надійності магістральних трубопроводів / Р. Т. Мартинюк, Т. А. Мартинюк : збірник трудов V Междунар. науч.-техн. конф. [«Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов»], (Шарм-Ель-Шейх (Єгипет), 3 – 10 декабрия 2006р.). – Хмельницький: ХНУ, 2006. – 207с.
10. Мартинюк Р. Т. Зависимость качества сварочных соединений от подготовки сварочных материалов / Р. Т. Мартинюк, О. Т. Чернова, Т. А. Мартинюк : сб. трудов V Междунар. науч. конф. [«Современные достижения в науке и образовании»], (Натанія (Ізраїль), 9– 17 сентября 2007). – Хмельницький: ХНУ, 2007. – 199 с.
11. Мартинюк Р. Т. Контроль качества нанесения термоусадочных муфт / Р. Т. Мартинюк, О. Т. Чернова, Т. А. Мартинюк : материалы VI Междунар. науч.-тех. конф. [«Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта»], (Новополоцк (Беларусь), 2007г.). – Новополоцк: УО «ПГУ», 2007. – 268с.

12. Мартынюк Р. Т. Проблемы контроля качества строительства / Р. Т. Мартынюк, О. Т. Чернова : материалы V Междунар. науч.-тех. конф. [«Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта»], (Новополоцк (Беларусь), 7 – 9 июня 2006г.). – Новополоцк: УО «ПГУ», 2006. – 300 с.

АНОТАЦІЯ

Мартинюк Р.Т. Вплив якості спорудження нафтопроводів на їх експлуатаційну надійність. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.13 – трубопровідний транспорт, нафтогазосховища. Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2010.

Дисертацію присвячено розробці заходів підвищення рівня якості спорудження нафтопроводів для підвищення їх експлуатаційного ресурсу.

Запропоновано метод оцінки якості функціонування нафтотранспортної системи, який дозволяє за характером зміни показників якості визначити залишковий ресурс нафтопроводу. Проведено експериментальні дослідження залежності зміни втомних напружень границі плинності матеріалу труб в залежності від циклічного навантаження з метою встановлення характеру зміни напружень від числа циклів навантаження для різних умов експлуатації сталі. Встановлено доцільність і необхідність консервації нафтопроводу при умовах неможливості введення його в експлуатацію після завершення будівництва.

Ключові слова: нафтопровід, якість спорудження, надійність, консервація, втомна міцність, тріщиностійкість.

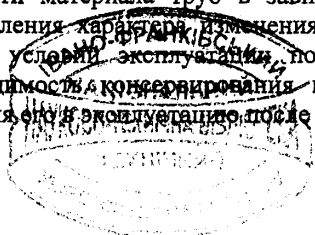
АННОТАЦИЯ

Мартынюк Р.Т. Влияние качества сооружения нефтепроводов на их эксплуатационную надежность. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.15.13 – Трубопроводный транспорт, нефтегазохранилища. Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2010.

Диссертация посвящена разработке мероприятий повышения уровня качества сооружения нефтепроводов для повышения их эксплуатационного ресурса.

Предложен метод оценки качества функционирования нефтетранспортной системы, который позволяет по характеру изменения показателей качества определить остаточный ресурс нефтепровода. Проведены экспериментальные исследования зависимости изменения усталостных напряжений границы текучести материала труб в зависимости от циклической нагрузки с целью установления характера изменения напряжений от числа циклов нагрузки для разных условий эксплуатации – постоянные. Установлена целесообразность и необходимость консервирования нефтепровода при условиях невозможности введения его в эксплуатацию после завершения строительства.



Ключевые слова: нефтепровод, качество сооружения, надежность, консервирование, усталостная прочность, трещиностойкость.

SUMMARY

Martyniuk R.T. Influence of quality of building of oil pipelines on their operating reliability. - Manuscript.

The research work for gaining scientific degree of candidate in engineering sciences after speciality 05.15.13 – Oil and gas pipelines, plants and storages – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2010.

The research work consists of entry, four sections, general conclusions, list of the used literature and additions.

Quality of oil pipelines building is a main scientific problem and for its solving permanent integration of achievements is necessary. The quality of an oil pipeline building is properties, which determine the degree of its accordance to the requirements, that are given. It is already clear from it it is comparative common determination many-sided nature of notion of quality, that opens up in a number of such properties how firmness, durability, impermeability, corrosive firmness, faultless, longevity and in., is If to take into account that research of every properties separately or by a group requires development of the special mathematical and physical theories, complication of problem of quality of main oil pipelines becomes clear.

In the first section the analysis of the state of the oil transport system of Ukraine is made, qualities of building of oil pipelines, review of literary sources after direction of research, what a purpose and tasks of researches is formulated on the basis of.

The thermodynamic method of analogy is worked out for avaluating quality in functioning of oil transport system, which allows to estimate a residual resource of an oil pipeline by the type of the qualities change.

The second section is devoted to analytical research of prognostication of reliability and longevity of the pipeline systems due to quality of their building. The estimation method of quality functioning of the gas-transport system allows to define the remaining resource of oil pipeline, is offered by the character of change of indexes of quality.

In the third section quality of every building is determined by quality of the materials expended in building, and quality building and installation the works of. On the stage of building of oil pipeline the definite level of quality, which determines reliability of functioning of the system, is mortgaged. In the process of exploitation there is assimilation of quality, that is the dispersion related to the senescence of building and materials, that results in the decline of level of reliability. The decline of level of reliability during exploitation of the system results in growth of frequency of refusals and in the end determines the resource of the technical system. Consequently, for determination of resource it is necessary to set the initial level of reliability, character of its falling during exploitation and granitsyo after which exploitation of the system inadvisable as a result of high intensity of refusals.

The mechanical tests of steel pipe for measure estimation of degradation of its properties for the period of exploitation of oil pipeline Odessa-Brody are considered.

The mathematical model of unstationary motion of petroleum is created in an oil pipeline, caused by the jumping changes of serve of petroleum in an oil pipeline, which it is set on the basis of, that pressure fluctuations in an oil pipeline within the limits of unstationary process take place in the range of frequencies 0,4 – 0,6 1/s, and amplitude of pressure fluctuations makes 0,1 – 0,5 MT. Experimental researches of dependence of change of tireless tensions of border of fluidity of material of pipes are conducted depending on the cyclic loading with the purpose of establishment of character of change of tensions from the number of cycles of loading for different external environments permanent.

The fourth section is devoted to research of influencing of dynamics of change of mechanical descriptions of steel on the resource of pipeline. Optimization of process of technical maintenance of building of the naftotransportnih systems foresees abbreviation of expenditures on transporting, that, in the end, results in the decline of his prime price. Consequently to the questions of development of rational strategies of technical maintenance of elements of oil pipeline and estimation of remaining resource of the systems of the distant transporting of oil and gas considerable attention is spared.

Expedience and necessity of canning of pipeline is set subject to the condition impossibility of introduction of it in exploitation after completion of building. For 6 years of exploitation of area of pipeline, that was not subject to canning, a remaining resource went down on comparison with forecast on 10,4 %. In the case of canning of pipeline in the environment of limestone milk on this period a remaining resource went down on comparison with forecast on 6,5 %, that saving of pipe steel in the environment of limestone milk testifies to high quality.

All reliability indexes, in the end, rely on the technical state of linear part of oil pipeline, stabilities of its structure, term of saving of values of parameters of the technical state in the set scopes. Exceeding by even one structural parameter of maximum value means violation of integrity or working fitness of oil pipeline.

Frequency (probability) of violation of working fitness of oil pipeline, that is frequency of refusals during exploitation, determines the level of his faultless. The increase of frequency of refusals worsens the indexes of repair fitness and negatively affects longevity of linear part of naftopovodou.

On the base of research results a complex field methodology is developed, which is called "Prediction of cracks growth in welding joints of pipelines under pressure including the residual tension".

Keywords: oil pipeline, quality of building, reliability, canning, tireless durability, crack firmness.