

Міністерство освіти і науки України

Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу

На правах рукопису

ІВАНОВ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 622.691.4.05

**РАЦІОНАЛЬНІ РІШЕННЯ ПРИ РЕМОНТНИХ РОБОТАХ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ ГАЗОПРОВІДІВ
В БЛОЧНО-КОМПЛЕКТНОМУ ВИКОНАННІ**

05.15.13 – Трубопровідний транспорт, нафто газосховища

*Всі примірники дисертації
ідеючій за рішенням
Вченої ради спеціалізованої
вченої ради 23.04.2013*



дисертація

на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник:
Тимків Дмитро Федорович
професор, доктор технічних наук



Івано-Франківськ – 2013

d482

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА І АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ	
ЗАСТОСУВАННЯ БЛОЧНО-КОМПЛЕКТНОГО УСТАТКУВАННЯ В	
МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДАХ. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ І	
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ	11
1.1. Трансукраїнська система газопроводів та її основні характеристики	11
1.2 Характеристика об'єктів обслуговування газотранспортної системи на базі УМГ «Прикарпаттрансгаз»	17
1.3 Виробниче ремонтно-технічне підприємство «Укргазэнергосервіс»	19
1.4 Особливості задач оптимального проектування блочно-комплектного устаткування	23
1.5 Огляд і аналіз літературних джерел по даній тематиці	31
1.6 Постановка задач досліджень	40
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ І АНАЛІЗ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ	
ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ	
ГАЗОПРОВОДІВ	42
2.1 Аналіз існуючих стратегій обслуговування технологічного устаткування магістральних газопроводів	42
2.2 Вибір показників ефективності стратегій технічного обслуговування і ремонтну блочно-комплектних об'єктів газотранспортних систем	48
2.3 Оптимізація системи обслуговування компресорних станцій магістральних газопроводів і розробка стратегій технічного обслуговування з урахуванням особливостей блочно-комплектного устаткування	54

2.4 Розробка методології вибору раціональних стратегій технічного обслуговування і ремонту блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів.....	63
2.5 Висновки по другому розділу	68
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ ОБ'ЄКТІВ ГАЗОТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ.....	69
3.1 Оцінка ефективності стратегій технічного обслуговування відокремленого блочно-комплектного об'єкту магістрального газопроводу	69
3.2 Дослідження раціональних стратегій обслуговування для структурних схем відокремленого блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів.....	79
3.3. Вибір стратегії технічного обслуговування складних блочно-комплектних об'єктів магістральних газопроводів	91
3.4. Технічне обслуговування блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів при обмеженій інформації	99
3.5 Висновки по третьому розділу.....	104
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРОМИСЛОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ РЕМОНТУ БЛОЧНО-КОМПЛЕКТНОГО УСТАТКУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ.....	105
4.1 Організація ремонту основного технологічного устаткування магістральних газопроводів.....	105
4.2 Аналіз розрахункових схем розбиття блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів на вибір раціональних стратегій обслуговування	112
4.3. Вибір місця ремонту вузлів і агрегатів блочно-комплектного устаткування при різних стратегіях обслуговування	115

4.4 Розробка методик розрахунків показників надійності систем і мінімізація середніх питомих затрат на ремонт та планування кількості технічних обслуговувань магістральних газопроводів.....	123
4.4.1 Комплексна галузева методика «Типові розрахунки показників надійності систем газонафтопостачання»	125
4.4.2 Комплексна галузева методика «Мінімізація середніх питомих витрат на ремонт та планування кількості технічних обслуговувань газотранспортних систем»	126
4.5 Висновки по четвертому розділу.....	140
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	141
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	143
ДОДАТКИ	155

ВСТУП

Актуальність теми. Основний обсяг експортних поставок природного газу з Росії й Середньої Азії здійснюється в країни Європи через територію України. Усвідомлюючи важливість забезпечення Європейського континенту енергоносіями, українська сторона приділяє значну увагу підтримці газотранспортної системи на високому технічному рівні.

Компресорна станція є одним із основних елементів газопровідної системи, тому надійність її роботи значною мірою впливає на надійність всього процесу транспортування газу. Прогнозування надійності роботи компресорної станції дає можливість зробити загальний прогноз забезпеченості газом споживачів і безаварійного функціонування газопроводу.

Для кожної технічної системи, яка надходить в експлуатацію, необхідно розробити стратегії технічного обслуговування і ремонту. Правильна організація обслуговування і ремонту є актуальною проблемою для всіх систем, що використовуються тривалий час. До таких систем відноситься і технологічне устаткування магістральних газопроводів. Рационально організоване обслуговування є одним із головних засобів для підвищення надійності технічних систем.

Короткотривалі прогнози надійності дозволяють судити про технічний стан і справність компресорної станції. На відміну від короткотривалих прогнозів, котрі залежать від працездатності окремих вузлів компресорної станції, можливий довготривалий прогноз надійності, який вирішує більш загальну задачу – прогнозування надійності процесу транспортування.

Оптимізація процесу технічного обслуговування агрегатів і споруджень газотранспортних систем припускає в остаточному підсумку скорочення витрат на транспорт газу та приводить до зниження його собівартості.

Збільшення наробітку між відмовами дозволяє збільшити періодичність технічного обслуговування, виключити ряд регламентованих операцій, тобто знизити трудомісткість, тривалість і вартість обслуговування.

Тому велику роль у підвищенні надійності технологічного устаткування газопроводів відводять вдосконаленню системи технічного обслуговування та ремонту, пошуку оптимальних стратегій обслуговування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планам, темами. Робота носить науково-прикладний характер і входить у комплекс тематичних планів НАК «Нафтогаз України», спрямованих на підвищення ефективності й економічної експлуатації газотранспортних систем України і окреслених Національною програмою «Концепція розвитку, модернізації і переоснащення газотранспортної системи України на 2009-2015 рр.», і розвинута в рамках держбюджетної теми «Розробка стратегій раціонального обслуговування об'єктів газотранспортних комплексів в блочно-комплектному виконанні».

Мета і задачі дослідження. Розробка раціональних рішень при ремонтних роботах технологічного устаткування в блочно-комплектному виконанні та підвищення ефективності експлуатації об'єктів систем трубопровідного транспорту газу шляхом вибору раціональних стратегій технічного обслуговування.

Основними задачами, поставленими і вирішеними в даній роботі, є:

- аналіз особливостей застосування блочно-комплектного устаткування в газотранспортній системі ;
- дослідження стратегій і рішення задач оптимізації технічного обслуговування блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів;
- аналітичні дослідження для оптимізації критеріїв техніко-економічної експлуатації блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів на основі розробленої математичної моделі;

- експериментально-промислові дослідження ефективності методів ремонту блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів на базі ВРТП «Укргазэнергосервіс» ПАТ «Укртрансгаз».

Об'єкт дослідження – процеси відновлення устаткування магістральних газопроводів.

Предмет дослідження – формування ієрархічних стратегій технічного обслуговування сукупності блочно-комплектних об'єктів, а також ефективності їх ремонту.

Методи дослідження. При математичному моделюванні та розв'язанні поставлених задач використовувалися основи теорій: статистичного аналізу, теорії ймовірності, масового обслуговування, структурного методу в поєднанні з варіаційним, методу характеристик. Для отримання числових результатів досліджень широко застосовувалися новітні технології та сучасна комп'ютерна техніка.

Положення, що захищаються. Закономірності впливу стратегій технологічного обслуговування блочно-комплектного устаткування на величину питомих затрат на ремонт і планування оптимального обслуговування обладнання газотранспортних систем

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна роботи полягає в тому, що:

- вперше дано статистичну оцінку різних стратегій обслуговування при рішенні задач оптимізації технічного обслуговування блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів;

- проведено аналіз стратегій обслуговування технологічного устаткування магістральних газопроводів, визначено основні показники ефективності обслуговування та ремонту, досліджено надійність роботи обладнання компресорних станцій із урахуванням технічного стану, конструктивних і експлуатаційних особливостей БКУ, проведено класифікацію та проаналізовані моделі ремонтної технологічності елементів устаткування;

- запропоновано новий підхід для визначення раціональної стратегії технічного обслуговування і ремонту магістральних газопроводів;
- на основі аналітичних досліджень визначено: раціональне розбиття блочно-комплектного устаткування на окремі елементи, вибір стратегій і режимів обслуговування, виділення передвідмовного (передаварійного) стану блоків, вузлів і деталей.

Практичне значення результатів дослідження. Розроблено методику стратегії обслуговування і ремонту, яка забезпечує повне відновлення працездатності систем газопостачання і дозволяє скоротити час регламентних робіт, мінімізувати затрати на планово-попереджувальні ремонти.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати дисертаційної роботи одержані автором самостійно. В опублікованих роботах автором особисто:

- наведено опис форм організації ремонтів, методи та способи організації ремонтів, методи календарного планування, обслуговування за напрацюванням, обслуговування за реальним станом обслуговування [1, 2];
- виділено комплекс основних вимог до технологічності конструкції блочно-комплектного обладнання, показники технологічності, визначено трудомісткість, матеріаломісткість собівартість по кожному показнику технологічності, стратегії технічного обслуговування та ремонту ГПА, класифікацію параметрів, які характеризують його стани [3];
- оцінено надійність роботи устаткування компресорної станції в залежності від технічного обслуговування. [4];
- приведено розрахункові схеми пошкодження блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів і схеми вибору індивідуальних раціональних стратегій обслуговування, поділ показників ремонтпридатності для окремо розглянутих елементів, досліджено вплив середнього наробітку в справному стані та середнього наробітку в передвідмовному стані на показники ефективності обслуговування блочно-комплектного устаткування [5, 6].

- оцінено вплив розрахункових схем розбиття блочно-комплектного устаткування магістральних газопроводів на вибір раціональних стратегій обслуговування; доцільність розбиття блочно-комплектного устаткування на елементи різного рівня ієрархії, вибору раціональної схеми розчленовування блочно-комплектного устаткування [7].

- проведено дослідження конструктивних і експлуатаційних особливостей БКУ магістральних газопроводів розроблено їх класифікацію та проаналізовано моделі ремонтної технологічності елементів устаткування.

- на основі аналітичних досліджень запропоновано методики, що дозволяють при різному рівні забезпеченості запасами вирішувати задачі раціональної розбивки БКУ на елементи обслуговування, вибору раціональної стратегії та режиму обслуговування, визначення оптимального місця відновлення; сформовано стратегії технічного обслуговування і ремонту БКУ магістральних газопроводів, що базуються на можливості виділення передвідмовного (передаварійного) стану блоків, вузлів і деталей устаткування.

- поставлено та вирішено задачу оптимізації рівнів, обслуговування та замічних елементів БКУ, а також місця їхнього відновлення після зняття з експлуатації [8, 9].

- розроблено комплекс алгоритмів і програм, що забезпечують можливість вибору оптимальної стратегії та режиму обслуговування для будь-якого виду БКУ магістральних газопроводів і різних структурних рівнів обслуговування об'єктів магістральних газопроводів, на основі яких створено дві комплексні галузеві методики.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на:

- Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика: проблеми та перспективи» (м. Івано-Франківськ, 2009).

- Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика-2011» (м. Івано-Франківськ, 2011).

- Міжнародній науково-практичній конференції «Современные направления теоретических и прикладных исследований 2012» (м. Одеса, 2012).

- Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу» (Івано-Франківськ, 2012).

- Міжнародній науково-практичній конференції «Техника и технология: новые перспективы развития». (м. Москва, 2013).

У повному обсязі результати досліджень доповідались і обговорювались на засіданні кафедри спорудження та ремонту газонафтопроводів і газонафтосховищ і кафедри транспорту і зберігання нафти і газу, та науковому семінарі факультету нафтогазопроводів Івано-Франківського національного університету нафти і газу (м. Івано-Франківськ, 2013 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано дев'ять друкованих праць, із них п'ять у фахових наукових виданнях.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 110 найменувань. Основний зміст роботи викладено на 142 сторінках машинописного тексту та містить 37 рисунків, 15 таблиць та 8 додатків.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА І АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ БЛОЧНО-КОМПЛЕКТНОГО УСТАТКУВАННЯ В МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДАХ. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Трансукраїнська система газопроводів та її основні характеристики.

Газотранспортна система України є однією з найпотужніших у світі за обсягом транспортування та збору газу. Ця система є буфером між газовидобувними регіонами Росії, Центральної Азії, а також Сходу і Півдня України, та споживачами нашої держави й промислово розвиненої Європи. Тобто, ГТС інтегрована в загальноєвропейську газову мережу. Її пропускна спроможність на вході складає 290 млрд. м³, на виході – 180 млрд. м³ газу на рік (до країн Європи – 142 млрд. м³).

Основна функція ГТС – надійне забезпечення газом внутрішніх споживачів України та безперебійне постачання транзитного природного газу через нашу територію європейським споживачам.

У зв'язку з цим на систему покладені наступні функції:

- транспортування та збір газу з національних родовищ природного газу споживачам України;
- транзит газу через територію України до країн Центральної і Західної Європи, а також Молдови, Білорусі та південних областей Росії;
- зберігання природного газу в підземних газових сховищах (ПГС).

Система газопостачання України є однією із найрозгалуженіших у Європі: траси МГ проходять через усі області України та Республіку Крим, що створило сприятливі умови для їх газифікації, переведення на газове паливо теплових електростанцій, металургії, машинобудування, харчової промисловості,

дозволило створити могутню хімічну промисловість на основі газової сировини. Тому одним із найголовніших стратегічних завдань є підтримка на високому технічному рівні об'єктів системи та подальшого розширення ГТС України для забезпечення надійності постачання газу на європейській та внутрішній ринки.

Через ГТС у 2004 р. було транспортовано 202 млрд. м³ природного газу (рисунок 1.1); у тому числі 68 млрд. м³ – споживачам України і 120,4 млрд. м³ – до країн Західної Європи. Основними напрямками транзиту газу через Україну в 2004 році були Словаччина (82,6 млрд. м³), Угорщина (11,6 млрд. м³), Польща (4.6 млрд. м³) та Балканські країни (21,6 млрд. м³). У ПГС було закачано 16,1 млрд. м³ газу, відібрано – 17,1 млрд. м³ (рисунок 1.1).

Транзит російського газу через територію України до країн Європи становить близько 85% загального обсягу російського та середньоазіатського експорту газу, що складає більш, ніж чверть загального обсягу споживання газу в Європі.

Енергетична політика європейських країн спрямована на диверсифікацію джерел постачання природного газу, що, в поєднанні зі зростанням потреб газу в країнах Західної, Центральної та Східної Європи, зумовлює збільшення потреб його постачання. За прогнозами очікують до 2025р. на 27%, відповідно споживання газу складе 550-575 млрд.м³ і 580-600 млрд. м³. Це зумовлює збільшення потоків газу з Росії та Середньої Азії.

Магістральні газопроводи – це головна складова частина паливно-енергетичного комплексу України. Основним оператором ГТС є ДК «Укртрансгаз» - дочірня компанія Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України». До складу ДК «Укртрансгаз» входить 18 підприємств та організацій, у тому числі 6 управлінь магістральних газопроводів, будівельні та сервісні підрозділи, науково-дослідний інститут, об'єднане диспетчерське управління й інші.

