

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002834

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-08-2024

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гершун Богдана Ігорівна

2. Bohdana Hershun

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 185

Назва наукової спеціальності: Нафтогазова інженерія та технології

Галузь / галузі знань: виробництво та технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: 18 Виробництво та технології

Дата захисту: 14-09-2024

Спеціальність за освітою: 185 - Нафтогазова інженерія та технології

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ

20.052.0371D6727

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 73.39

Тема дисертації:

1. Забезпечення енергоефективності експлуатації складних газотранспортних систем в умовах їх неповного завантаження
2. Ensuring the energy efficiency of the operation of complex gas transportation systems under the conditions of their incomplete loading

Реферат:

1. Гершун Б.І. Забезпечення енергоефективності експлуатації складних газотранспортних систем в умовах їх неповного завантаження. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 185 – Нафтогазова інженерія та технології, галузь знань 18 – Виробництво та технології - Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2023. Експлуатація транзитної газотранспортної системи в умовах неповного завантаження передбачає часті зміни обсягів транспортування газу, що викликає необхідність в оперативному прогнозуванні стаціонарних режимів роботи системи. Для прогнозування поведінки системи

транспорту газу в умовах зміни режимів експлуатації важливо оцінити стан трубопроводів і компресорних станцій з метою вибору оптимального режиму експлуатації. Метою дисертаційної роботи є підвищення енергоефективності експлуатації складних газотранспортних систем, що працюють в умовах неповного завантаження, для ефективного використання енергоресурсів на транспортування. На основі дослідження стаціонарних режимів роботи газотранспортної системи при частій зміні обсягів перекачування газу запропоновано принцип побудови математичних моделей для оперативного керування газотранспортною системою, який характеризується достатньою точністю і високою швидкістю реалізації прогнозних параметрів. В основу моделей покладено метод інтегральних коефіцієнтів впливу, які визначаються за параметрами попередніх режимів. Це дозволяє оперативно визначити тиски і витрати газу влюбій точці системи. Побудовано математичну модель газопроводу з врахуванням впливу компресорних станцій на основі класичних рівнянь енергії газового потоку і нерозривності з використанням p -функцій Дірака. Реалізація створеної математичної моделі шляхом застосування інтегральних перетворень Фур'є і Лапласа дозволила отримати в аналітичній формі залежність, що відображає закон коливання в часі масової витрати газу в початковому і кінцевому перерізі газопроводу. Побудовані залежності тренду продуктивності газотранспортної системи на її початку і в кінці показали вплив розміщення компресорної станції в газотранспортній системі, зокрема її порядкового номеру на трасі, на характер і тривалість нестационарного процесу, викликаного її зупинкою. Отримані результати рекомендується використати при прогнозуванні режимів роботи газотранспортних систем за умови їх неповного завантаження. При неповному завантаженні системи процес формування депресії тиску в кожний поточний момент при зміні величини продуктивності є нестационарним і характеризується коливанням тисків з певною частотою і амплітудою. Суперпозиція тисків при верхній граничній лінії депресії може призвести до перевищення початкового тиску понад допустимий. Для запобігання перенавантаженню трубопроводу пропонується знижувати початковий тиск по відношенню до максимального. Отримана розрахункова залежність на основі результатів моделювання нестационарного процесу з використанням фактичних даних протікання нестационарних процесів в газопроводах трансукраїнської газотранспортної системи. Оптимальним режимом вважається режим, для якого критерій оптимальності, який характеризує енерговитрати на транспорт, приймає мінімальне значення. Енерговитрати газу на транспорт, які можна виразити в еквівалентних обсягах газу як енергоносія, пропонується розділити на витрати паливного газу для приводу газоперекачувальних агрегатів, які пропорційні його потужності, і витрати технологічного газу для підтримання тиску в трубопроводах. Тоді мінімум енерговитрат відповідатиме мінімуму сумарних витрат газу, які є сумою паливного і технологічного газу. Збільшення кількості технологічного газу в трубах призводить до зростання робочих тисків, а, значить, до зменшення енергетичних втрат при транспорті, одже, до зменшення витрати паливного газу. Тому при оптимальному режимі сума витрат паливного і технологічного газу має мінімум. Запропонований принцип оптимізації режимів реалізується методом конкуруючих варіантів, які відрізняються максимальними робочими тисками. Керування режимами газотранспортної системи зводиться до керування режимами роботи компресорних станцій, враховуючи можливість їх експлуатації чи тимчасової зупинки. Принцип оптимального керування режимами роботи багатоцехової КС базується на рівномірному розподілі енергонавантаження між цехами і при цьому забезпечення роботи кожного з агрегатів в режимі, близькому до номінального. Завдання пошуку оптимального варіанту роботи багатоцехової компресорної станції є завданням пошуку оптимального плану розподілу навантажень між окремими її цехами. При цьому виходячи з мінімуму сумарних енергетичних витрат з урахуванням відповідних технологічних обмежень.

2. The operation of the transit gas transportation system under conditions of incomplete loading involves frequent changes in the volumes of gas transportation, necessitating the need for operational forecasting of the system's steady-state operating modes. To predict the behavior of the gas transportation system under changing operating conditions, it is crucial to assess the condition of pipelines and compressor stations to choose the optimal mode of operation. The aim of the dissertation is to increase the energy efficiency of the use of complex gas transportation systems operating under conditions of partial load, for the efficient use of energy resources in transportation. Based on the study of steady-state operating modes of the gas transportation system with frequent changes in gas

pumping volumes, a principle for constructing mathematical models for the operational control of the gas transportation system has been proposed. This principle is characterized by sufficient accuracy and high speed in implementing predictive parameters. The models are based on the method of integral influence coefficients, which are determined by the parameters of previous modes. This allows the rapid determination of pressures and gas flow rates at any point in the system. A mathematical model of a gas pipeline has been constructed, taking into account the influence of compressor stations based on classical equations of gas flow energy and continuity, using Dirac delta functions. The implementation of the created mathematical model through the application of Fourier and Laplace integral transforms allowed obtaining, in analytical form, a dependency reflecting the law of fluctuation in time of the mass flow rate of gas at the initial and final sections of the gas pipeline. The constructed dependencies of the gas transportation system's throughput trend at its beginning and end demonstrated the influence of the compressor station's placement in the gas transportation system, particularly its sequential number along the route, on the nature and duration of the non-stationary process caused by its shutdown. The obtained results are recommended for use in predicting the operating modes of gas transportation systems under conditions of incomplete loading. During incomplete loading of the system, the process of pressure depression formation at each moment, with changes in productivity, is non-stationary. It is characterized by oscillations in pressure with a certain frequency and amplitude. The superposition of pressures at the upper boundary line of depression can lead to exceeding the initial pressure beyond acceptable limits. To prevent pipeline overloading, it is proposed to reduce the initial pressure relative to the maximum. The obtained calculation dependency, based on the results of modeling non-stationary processes using actual data on the flow of non-stationary processes in the gas pipelines of the trans-Ukrainian gas transportation system, addresses this issue. The optimal mode is considered the one for which the optimality criterion, characterizing energy losses in transportation, attains the minimum value. Gas energy losses in transportation, expressed in equivalent gas volumes as an energy carrier, are suggested to be divided into fuel gas consumption for driving gas compressor units, proportional to their power, and technological gas consumption for maintaining pressure in pipelines. Then, the minimum energy consumption corresponds to the minimum total gas consumption, which is the sum of fuel and technological gas. Increasing the amount of technological gas in pipes leads to higher operating pressures, resulting in reduced energy losses during transportation and, consequently, reduced fuel gas consumption. Therefore, in the optimal mode, the sum of fuel and technological gas consumption is minimized. The proposed optimization principle is implemented through the method of competing options, differing in maximum operating pressures. The management of the gas transportation system's modes involves controlling the operating modes of compressor stations, taking into account the possibility of their operation or temporary shutdown. The principle of optimal control of the operating modes of a multi-unit compressor station is based on the even distribution of energy loads among its units, ensuring that each unit operates close to its nominal mode. The task of finding the optimal operation mode for a multi-unit compressor station involves developing an optimal plan for distributing loads among its individual units, aiming to minimize the total energy consumption while considering relevant technological constraints.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- В. Я. Грудз, Я. В. Грудз, В.Р.Процюк, В. П. Підлуський, О. М. Портечин, Б.І. Гершун. Принципи оптимізації керування режимами роботи газотранспортних систем за умови їх неповного завантаження. Прикарпатський вісник Наукового товариства ім. Шевченка. Число. 2022. № 17. С. 169–178.
- Чернова, О., Грудз, В., & Гершун, Б. (2022). Раціональні режими експлуатації газотранспортних систем в умовах обмеженого обсягу транзиту газу. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. (1). 195–201.
- Грудз, В. Я., Грудз, Я. В., Запукхляк, В. Б., Гершун, Б. І., Прокопів, І. Б., & Туровський, О. А. Оптимальне керування режимами роботи компресорних станцій в умовах нестаціонарного газоспоживання. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2023. №2(87). С. 59–68. DOI: 10.31471/1993-9973-2023-2(87)-59-68
- Грудз, В. Я., Грудз, Я. В., Терещенко, Р. В., & Гершун, Б. І. (2021). Раціональні режими роботи складних газотранспортних систем. (2(79)). 73–79. DOI: 10.31471/1993-9973-2021-2(79)-73-79
- V. Grudz, V. Zapukhlyak, S. Hryhorskyi, R. Stasiuk, B. Gershun, A. Maksymchuk, 2024. Probability optimization for ensuring the reliability of natural gas distribution systems. Procedia Structural Integrity 59C (2024), pp. 757–762.

Наукова (науково-технічна) продукція: технології; методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Грудз Володимир Ярославович
2. Володимир Я. Грудз

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.15.13

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тітлов Олександр Сергійович
2. Oleksandr S. Titlov

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.05.14**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-1908-5713**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Одеський національний технологічний університет**Код за ЄДРПОУ:** 02071062**Місцезнаходження:** вул. Канатна, буд. 112, Одеса, 65039, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Химко Ольга Мирославівна
2. Olga M. Khyenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.07**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0003-2641-8133**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"**Код за ЄДРПОУ:** 02071010**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Дорошенко Ярослав Васильович
2. Doroshenko Yaroslav V.

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.15.13**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Іванов Олександр Васильович

2. Oleksandr V. Ivanov

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.15.13

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Середюк Марія Дмитрівна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Середюк Марія Дмитрівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Гершун Богдана Ігорівна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна