

УДК 622.692.4

Михалків Володимир Богданович

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

Mykhalkiv Volodymyr

Ph.D in Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Oil and Gas
Transportation and Storing

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

**ВПЛИВ НЕДОВАНТАЖЕННЯ ГАЗОПРОВОДУ НА ВИБІР КРИТЕРІЮ
ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ**

**ВЛИЯНИЕ НЕДОГРУЗКИ ГАЗОПРОВОДА НА ВЫБОР КРИТЕРИЯ
ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ**

**INFLUENCE OF GAS PIPELINE LOADING ON CHOICE OF
OPTIMIZATION CRITERIA**

Анотація: На нормальну роботу ГТС в значній мірі впливає значний знос газотранспортного обладнання, яке використовується. Позитивні результати можуть бути досягнуті в першу чергу за рахунок оптимізації режимів експлуатації основного обладнання та об'єктів транспорту газу. Оптимізація режимів вимагає, насамперед, вибору критерію оптимізації.

Ключові слова: газопровід, завантаження, компримування, оптимізація, критерій.

Аннотация: На нормальную работу ГТС в значительной степени влияет значительный износ газотранспортного оборудования, используемого. Положительные результаты могут быть достигнуты в первую очередь за счет

оптимизации режимов эксплуатации основного оборудования и объектов транспорта газа. Оптимизация режимов требует, прежде всего, выбора критерия оптимизации.

Ключевые слова: газопровод, загрузка, компримирование, оптимизация, критерий.

Abstract: The significant work of the gas transportation system is significantly affected by the significant wear of the gas transmission equipment used. Positive results can be achieved primarily by optimizing the operation of the main equipment and gas transportation facilities. Optimization of the modes requires, first of all, the selection of the optimization criterion.

Keywords: gas pipeline, loading, compression, optimization, criterion.

На даний час зниження продуктивності газотранспортної системи (ГТС) в порівнянні з проектним значенням становить 64 %, вплив термін амортизації близько 29 % українських газопроводів, кожен третій газоперекачувальний агрегат (ГПА) відпрацював моторесурс і потребує реконструкції.

Наведені дані свідчать про необхідність усунення тенденції подальшого зниження технічного стану і продуктивності обладнання основних об'єктів ГТС, підвищення експлуатаційних показників і зменшення енергетичних витрат при транспорті газу. Ці результати можуть бути досягнуті в першу чергу за рахунок оптимізації режимів експлуатації основного обладнання та об'єктів транспорту газу, причому оптимізації режимів роботи є найменш затратним напрямом.

Виходячи з цього, рішення задачі зниження витрат енергоресурсів в галузі в першу чергу повинно проводитися за рахунок підвищення ефективності роботи систем компримування компресорних станцій (КС) магістральних газопроводів (МГ). Ефективність роботи систем компримування визначається розподілом навантаження між КС, організацією

систем компримування, енерготехнологічними характеристиками газоперекачувальних агрегатів, їх технічним станом і регулюванням режимів роботи агрегатів в процесі експлуатації.

Для вирішення цих завдань необхідне знання:

- структури, принципів побудови, роботи, управління і розвитку ГТС;
- фактичних і планованих режимів роботи технологічних ділянок і компресорних станцій магістральних газопроводів;
- облаштування та особливостей експлуатації систем компримування КС;
- експлуатаційних характеристик систем компримування і газоперекачувальних агрегатів, якими оснащені ці системи;
- методів регулювання режимів роботи систем компримування і газоперекачувальних агрегатів, включених в них;
- методів визначення термодинамічних і теплофізичних властивостей природного газу;
- математичного опису робочих процесів, що відбуваються в основних об'єктах і енерготехнологічному обладнанні магістральних газопроводів.

Ефект оптимізації режимів роботи об'єктів газотранспортної системи значно зростає, якщо вона супроводжується ліквідацією «енергетично вузьких місць», які обумовлюють підвищене енергоспоживання при транспорті природного газу.

Нерівномірність подачі газу по газопроводу призводить до коливань потужності, що витрачається на компримування природного газу на КС. Діапазон коливань потужності ГПА, що витрачається на компримування природного газу на КС технологічного ділянки МГ, може бути визначений за співвідношенням

$$\frac{N_{max}}{N_{min}} = \left(\frac{Q_{max}}{Q_{min}} \right)^3, \quad (1)$$

де Q_{max} – максимальна середньодобова витрата газу за місяць протягом календарного року; Q_{min} – мінімальна середньодобова витрата газу за місяць протягом календарного року.

Тоді згідно коливанню витрати газу [1] коливання потужності становитимуть від 1,2 рази до 1,4 рази.

Показники енергоефективності роботи об'єктів транспорту газу підрозділяються на системні і локальні. Системні показники враховують енергозалежність між об'єктами магістральних газопроводів, а локальні - не враховують енергетичної залежності. Слід також зазначити, що системні показники енергоефективності проводяться для добового середньорічного режиму ГТС і КС.

До основних принципів оптимізації режимів роботи систем компримування магістральних газопроводів з метою енергозбереження слід віднести:

- Принцип максимального тиску природного газу на виході КС.
- Принцип мінімального числа працюючих ГПА.
- Принцип оптимальної роботи кінцевих ділянок магістральних і розподільних газопроводів і відводів.
- Принцип оптимального узгодження гідравлічної характеристики лінійної частини, газодинамічних характеристик нагнітачів і потужності енергоприводів.
- Принцип мінімального байпасування і дроселювання газу на КС.
- Принцип максимального використання електроприводних ГПА в багатоцехових КС, оснащених міжцеховими перемичками.

Аналіз методик визначення системних і локальних показників енергоефективності роботи систем компримування КС показує, що можливо приведення всіх розглянутих показників до одного критерію. В основу цього критерію покладено енергетична складова експлуатаційних витрат $C_{ен.}$, а в якості критерію пропонується використовувати перевитрату енергетичних

ресурсів в грошовому вираженні при реалізованих режимах експлуатації систем компримування в порівнянні з оптимальними режимами експлуатації

$$\Delta C_{\text{ен.}} = C_{\text{ен.}} - C_{\text{ен.опт.}} \quad (2)$$

Використання даного критерію і його модифікацій дозволить оцінити не тільки ефективність роботи систем компримування КС, а й інших систем компресорних станцій, а також компресорних станцій в цілому та технологічних ділянок магістральних газопроводів.

При зіставленні ефективності режимів експлуатації КС МГ можна рекомендувати критерій ефективності роботи КС МГ $K_{\text{еф.КС}}$, який визначається як сума перевитрат експлуатаційних витрат при роботі всіх систем компресорних станцій $\Delta C_{\text{ен.}}$, пов'язаних з неоптимальними режимами їх експлуатації, віднесена до комерційної витрати природного газу через КС.

$$K_{\text{еф.КС}} = \sum_{i=1}^n \Delta C_{\text{ен.}i} / Q_{\text{к}i} \quad (3)$$

На тих компресорних станціях, для яких цей коефіцієнт $K_{\text{еф.КС}}$ приймає більш низьке значення, регулювання режимів роботи основних технологічних систем станції проводиться більш ефективно. У разі, якщо цей коефіцієнт прагнути до нуля ($K_{\text{еф.КС}} \rightarrow 0$), то реалізовані режими основних систем станції і всієї КС в цілому близькі до оптимальних. Компресорні станції, для яких цей коефіцієнт $K_{\text{еф.КС}}$ приймає максимальні значення, мають істотні резерви зниження енергетичних витрат за рахунок оптимізації режимів роботи основних технологічних систем станцій.

Ефективність режимів роботи технологічних ділянок МГ пропонується оцінювати за величиною критерію $K_{\text{еф.ЛД}}$ - питомої перевитрати сумарних значень енергетичної складової експлуатаційних витрат на всіх КС.

$$K_{\text{еф.ЛД}} = \sum_{i=1}^n \Delta C_{\text{ен.КС}i} / (Q_{\text{к}i} \cdot L_{\text{ЛД}}) \quad (4)$$

де $\Delta C_{\text{ен.КС}i}$ - перевитрата енергетичної складової експлуатаційних витрат на i -тій КС; n - число КС на технологічній ділянці; $Q_{\text{к}i}$ - середня

комерційна витрата технологічного газу через розглянуту технологічну ділянку МГ; $L_{\text{ЛД}}$ - довжина технологічного ділянки МГ.

Витрати на матеріали для транспортування газу також є функцією параметрів режиму роботи газопроводу. Однак отримати цю залежність в аналітичній формі неможливо. Тому для її побудови був застосований регресивний метод, який ґрунтується на кореляції статистичних даних по витратах на матеріали і показниках режиму роботи газопроводу.

Для оптимізації режимів роботи газопроводів з метою підвищення енергоефективності можливо приведення всіх розглянутих показників до одного критерію, який враховує коливання подачі газу по газопроводу, взаємний вплив об'єктів магістральних газопроводів, розподіл навантаження між компресорними станціями технологічних ділянок магістральних газопроводів, енергетичну доцільність вибору систем компримування і розподілу навантаження між ГПА в цих системах, зміну технічного стану енерготехнологічного обладнання КС, використання в системах компримування як паливного газу, так і електричної енергії, рівень і співвідношення цін на енергоносії, режими роботи систем охолодження природного газу на КС і енерговитрати в них. В основу цього критерію покладено енергетична складова експлуатаційних витрат, а в якості критерію пропонується використовувати перевитрату енергетичних ресурсів в грошовому вираженні при реалізованих режимах експлуатації систем компримування в порівнянні з оптимальними режимами експлуатації.

Література

1. Дослідження режимів роботи складної системи газопроводів у разі її недовантаження. Михалків В.Б. / Нафтогазова галузь України – Київ, 2015 - №6. – С. 26-29.