

## ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДНИХ НАСОСНИХ АГРЕГАТИВ НАФТОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

### Анотація

За результатами досліджень формалізовано задачу оптимального керування режимами роботи електроприводних насосних агрегатів магістрального нафтопроводу на основі системного підходу.

**Ключові слова:** електроприводний насосний агрегат, нафтоперекачувальна станція, режим роботи, цільова функція, критерій оптимізації.

### Abstract

According to the research results, the problem of optimal control of the operating modes of electric pumping units of the main oil pipeline on the basing of the system approach is formalized.

**Keywords:** electric pumping unit, oil pumping station, operating mode, target function, optimization criteria.

Нафтоперекачувальна станція (НПС) – це складна система, що складається з електричної (лінії електропередавання, автоматичні вимикачі, електричні двигуни, тощо) та гідравлічної (трубопровідна мережа, запірні арматури, вентилі, відцентрові насоси, тощо) підсистем. Дані підсистеми характеризуються різною фізичною природою, що ускладнює керування режимами роботи НПС.

Електроприводні насосні агрегати (НА) - серцевина енергетичного обладнання НПС. Підвищення надійності та ефективності функціонування електроприводних НА пов'язане з реалізацією оптимального керування його режимами.

На даний час керування електричною підсистемою НПС, що здійснюють пристрої автоматичного введення резерву, релейного захисту, автоматичного регулювання збудження синхронних двигунів, має ряд недоліків. Зокрема, перелічені пристрої реалізують не адаптивні та неоптимальні за одним із критеріїв закони керування.

Складність задачі керування роботою гідравлічної підсистеми НПС обумовлена нерівномірністю її режимів. На режим роботи трубопровідної мережі впливають такі фактори: зміни в роботі обладнання НС, зміни умов роботи технологічної ділянки трубопроводу та зміни властивостей рідини, що перекачується.

Для здійснення оптимального керування режимами роботи НПС запропоновано застосувати системний підхід. З цією метою НПС представлено як складну двокомпонентну динамічну систему, що складається з взаємозв'язаних електричної та гідравлічної підсистем, кожна з яких характеризується дворівневою структурою. Верхній рівень охоплює електричну та гідравлічну мережі, обмін енергією між якими відбувається на нижньому рівні через вали НА [1].

Задачу оптимального керування режимами НПС на верхньому рівні формалізовано у вигляді цільової функції (1)

$$\psi = \int_0^t (Z - Z_{ном})^2 dt \Rightarrow \min ; \quad (1)$$

$$Z = \{U, P\}; \quad \psi = \{\psi_e^{BP}, \psi_z^{BP}\},$$

де  $\psi_e^{BP}$ ,  $\psi_z^{BP}$  - цільова функція верхнього рівня електричної та гідравлічної підсистеми;  $U$  – напруга мережі;  $P$  – тиск в трубопроводі;  $t$  - тривалість процесу перекачування.

Задачу оптимального керування режимами НПС на нижньому рівні формалізовано у вигляді цільової функції (2)

$$M_i = \sum_{i=1}^m \lambda_i \psi_i^{HP} \Rightarrow \max . \quad (2)$$

де  $\lambda_i \geq 0$  – вагові коефіцієнти, що дають у кількісній шкалі перевагу  $i$ -го критерію

оптимальності порівняно з іншим ( $\sum_{i=1}^m \lambda_i = 1$ ),  $m$  – кількість цільових функцій;  $\psi_i^{HP}$  – цільові

функції критеріїв оптимізації нижнього рівня.

Таким чином, запропонований комплексний підхід дає можливість формалізувати оптимізаційну задачу керування режимами магістрального нафтопроводу. Розв’язок оптимізаційної задачі дозволить підвищити ефективність та надійність електричної та гідравлічної підсистем НПС і здійснювати оптимальне керування режимами роботи складної багаторівневої нафтотранспортної системи України.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Kostyshyn, V.S., and Yaremak, I.I. (2017), “Mathematical model of reliability and efficiency of pumping unit of an oil pumping station”, *Scientific bulletin of National Mining University*, no. 5 (161), pp. 62–68.