

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПЕРЕРОБКИ І ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТОПРОДУКТІВ

Чугай М.С.

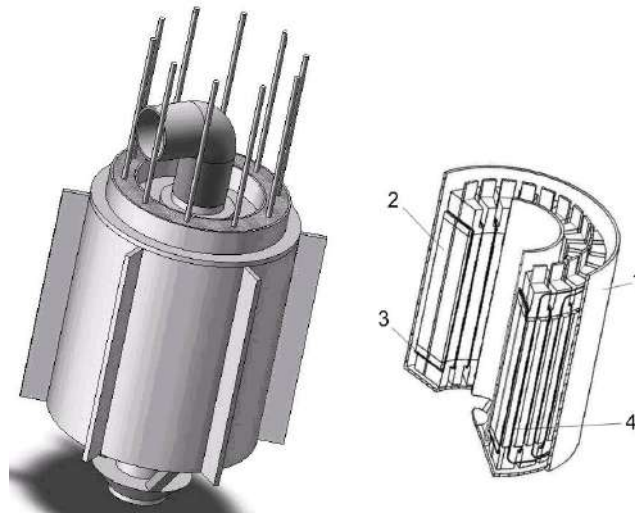
Науковий керівник – к.т.н., доц. Грицюк В.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел. (057) 702-00-00

e-mail: marko.chuhai@nure.ua

A mathematical model of interrelated electromagnetic and thermal processes of an electromechanical submersible converter for automation technologies for petroleum products processing and transportation is presented.

Розумною альтернативою існуючим комплексам переробки, розігріву і транспортування в'язких нафтопродуктів є перетворювачі заглибного типу із обертовим виконавчим органом і гріючою поверхнею на базі поліфункціональних електромеханічних перетворювачів технологічного призначення (ПЕМП) [1]. На рисунку 1 показаний загальний вигляд, а також активна частина пропонованого перетворювача [2]. У цьому пристрої використовується порожнистий феромагнітний коаксіальний ротор, що виконує одночасно функції ротора асинхронного двигуна, нагрівача, виконавчого механізму та захисного корпусу. Матеріал, що розігрівається виступає у двох якостях: механічне навантаження для ротора, створюване силами в'язкого тертя; охолоджуюче середовище, яке омиває ротор і відбирає від нього теплову енергію.



1 – феромагнітний коаксіальний ротор; 2 – пакет статора;
3 – кільцева обмотка; 4 – обмотка барабанного типу

Рисунок 1 – Загальний вигляд і активна частина заглибного перетворювача

При створенні нових модифікацій заглибних ПЕМП з'являється необхідність оцінки температурного поля електромеханічного перетворювача, який занурений у резервуар із матеріалом, що

переробляється. Це, у свою чергу, дозволяє отримати інформацію про практичну доцільність його застосування, продуктивність, надійність та безпеку. Точна оцінка температурного поля електромеханічного перетворювача і навантажувального середовища може бути виконана тільки шляхом математичного моделювання взаємозв'язаних електромагнітних і теплових процесів. У загальному вигляді диференціальне рівняння електромагнітного поля в приватних похідних щодо векторного магнітного потенціалу має наступний вигляд:

$$\frac{1}{\mu} \Delta \vec{A} - \gamma \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} + \gamma (\vec{v} \times \text{rot} \vec{A}) = -\vec{J}_{\text{стор}} \quad (1)$$

де μ та γ – магнітна проникність та електропровідність; $\vec{J}_{\text{стор}}$ – щільність сторонніх струмів; \vec{v} – швидкість руху електропровідного тіла відносно джерела магнітного поля.

У роторі питомі втрати розраховуються за виразом:

$$Q = J_z^2 / \gamma(T), \quad (2)$$

де γ – електропровідність матеріалу ротора, що залежить від температури T по закону:

$$\gamma(T) = \gamma_0 / (1 + \alpha(T - T_0)), \quad (3)$$

де γ_0 – електропровідність “холодного” ротора; T_0 , T – температура навколишнього середовища і температура ротора; α – температурний коефіцієнт.

Диференціальне рівняння теплового поля в приватних похідних відносно температури T має наступний вигляд:

$$\lambda \Delta T - c \rho \frac{\partial T}{\partial t} = Q, \quad (4)$$

де λ , c , ρ – відповідно теплопровідність, теплоємність та щільність матеріалу; Q – питомі теплові втрати, що розраховуються за виразом (2).

Література

1. Заблудский Н. Н. Полифункциональные электромеханические преобразователи технологического назначения: Монография / Н. Н. Заблудский – Алчевск: ДонГТУ, 2008. – 340 с.
2. Заглибний електротепломеханічний перетворювач. Патент на корисну модель 95853 Україна, МПК Н 05 В 6/10. – Заявл. 10.07.14; опубл. 12.01.15, Бюл. № 1.