



Technologies: Devices, Computer, Communication and Industrial Systems, Meng Joo Er (Ed.), ISBN: 978-953-307-212-8, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/new-trends-in-technologies--devices--computer--communication-and-industrial-systems/new-trends-in-efficiency-optimization-of-induction-motordrives>

- [2] F. Abrahamsen, J. K. Pedersen, F. Blaabjerg: “State-of- Art of Optimal Efficiency Control of Low Cost Induction Motor Drives”, Proceedings of PESC’96, pp. 920-924, 1996.
- [3] C. Thanga Raj, Member IACSIT, S. P. Srivastava, and Pramod Agarwal: ” Energy Efficient Control of Three-Phase Induction Motor - A Review”, International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol. 1, No. 1, April 2009 1793-8198.

УДК 621.22+621.67+62.001.57

## **МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ У ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСАХ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОЇ АНАЛОГІЇ**

*В.С. Костишин, П.О. Курляк,*

*ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, 76019, м. Івано-Франківськ,  
Карпатська 15, тел.:72-71-72, e-mail: [pkurlyak@gmail.com](mailto:pkurlyak@gmail.com)*

В [1] на основі методу електрогідралічної аналогії запропонована модель відцентрованого насоса (ВН), яка дає змогу за каталоговими та конструктивними параметрами машини розраховувати її напірну характеристику на всьому інтервалі зміни витрати  $Q_d$  – від нульового значення (режим неробочого ходу) до максимального (режим умовного обриву трубопроводу). Висока точність отриманих результатів (відносна похибка розрахунку зазвичай не перевищує 8%) свідчить про адекватність моделювання об’ємних та гідравлічних втрат у ВН за допомогою комплексної заступної схеми з постійними параметрами. Однак спроба аналогічного вводу у схему вітки з постійним гідравлічним опором



$Z_{mex} = const$  для моделювання механічних втрат виявилася невдалою. Проведені дослідження показали, що ці втрати залежать від витрати і мають мінімальне значення  $N_{mex}^{nom}$  у номінальному режимі роботи ВН.

Одну з перших спроб представити механічні втрати в якості дисипативного елементу - активного опору зі змінними параметрами  $R_{mex} = (R_{mex}^{nom})^{Q_D}$  схеми заміщення ВН - було зроблено в роботі [2], де  $R_{mex}^{nom}$  - значення механічного опору в номінальному режимі. Однак таке подання механічних втрат дає адекватні результати тільки в інтервалі (0,6-1,1) від номінальної витрати  $Q_D^{nom}$ . Тому запропоновано уточнити математичну модель механічних втрат ВН  $N_{mex}$ , які обумовлені процесами тертя усередині машини і виділяються у вигляді тепла, яке передається металу корпусу та робочій рідині, що перекачується і представити цю модель у наступному вигляді

$$N_{mex} = N_{mex}^{const} + N_{mex}^{var} \quad (1)$$

Залежність між цими параметрами, вираженими у системі відносних одиниць, де базовими вибрані номінальні параметри ВН, проілюстрована на рисунку 1.

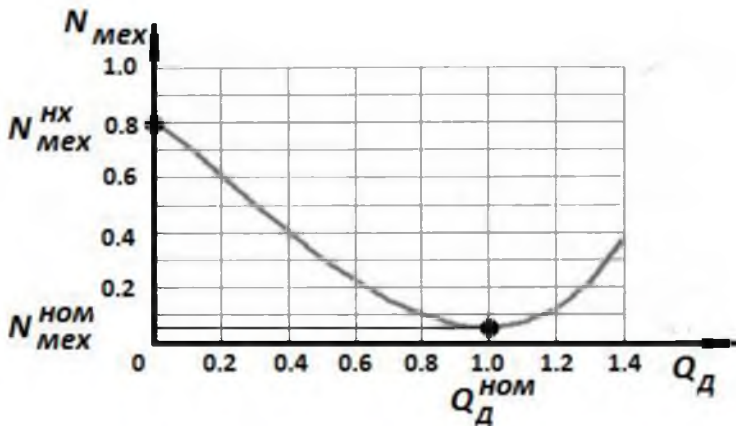


Рисунок 1 - Залежність механічних втрат  $N_{mex}$  від



## витрати $Q_D$ для магістрального насоса НМ-7000-210

Постійна (при незмінній швидкості обертання робочого колеса) складова цих втрат  $N_{mex}^{const}$  показує потужність незалежних від витратного режиму незворотних дисипативних втрат дискового тертя, тертя в підшипниках і тертя ущільнення валу. Вона рівна значенню потужності механічних втрат у номінальному режимі роботи  $VH N_{mex}^{nom}$ , яке зазвичай не перевищує 5-7% від усієї споживаної потужності  $VH$

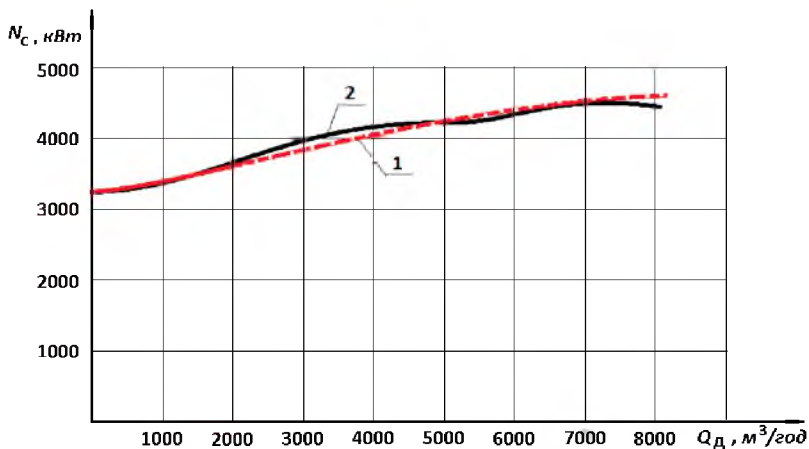
$$N_{mex}^{const} = N_{mex}^{nom} \quad (2)$$

Крім цього у  $VH$  є змінні втрати  $N_{mex}^{var}$ , зумовлені відхиленням робочого режиму від номінального, що супроводжується ударним зіткненням рідини з робочою поверхнею лопаті. Їх теж можна віднести до механічних втрат тому, що вони ілюструють дисипативні теплові процеси у  $VH$ . Ці втрати  $N_{mex}^{var}$  представимо у вигляді квадратичної функції

$$N_{mex}^{var} = (N_{mex}^{ix} - N_{mex}^{nom}) (Q_D - Q_D^{nom})^2 \quad (3)$$

Тут  $N_{mex}^{ix}$  - значення механічних втрат у режимі неробочого ходу. Очевидно, що безударний вхід рідини у робоче колесо  $VH$   $N_{mex}^{var} = 0$  має місце лише у номінальному режимі роботи. Такий підхід зумовлений тим, що зміна втрат напору  $VH$  на удар при відхиленні від безударного режиму зростає майже лінійно [3], що визначає відповідну зміну втрат потужності за параболічним законом другого порядку.

Запропонований підхід дав змогу розрахувати характеристику споживаної з валу приводного двигуна потужності  $N_C$  та ККД  $VH$  за його каталоговими даними, що відкриває шлях до теоретичного аналізу ефективності його роботи. Рисунок 2 ілюструє хороший збіг характеристик споживаної потужності від витрати магістрального насоса НМ 7000-210, розрахованих за допомогою представлені моделі (крива 1) та отриманих експериментально (крива 2) [4].



**Рисунок 2 - Залежність характеристик споживаної потужності  $N_c$  від витрати  $Q_d$  магістрального насоса НМ 7000-210, розрахована за допомогою представленої моделі (крива 1) та отримана експериментально (крива 2)**

### Літературні джерела

1. Костишин В.С. Моделирование режимов работы центробежных насосов на основе электрогидравлической аналогии / В.С. Костишин. – Ивано–Франківськ: Факел, 2000. – 163 с.
2. Костишин В.С. Энергоэффективность центробежных агрегатов магистральных нефтепроводов / В.С. Костишин, П.М. Николин // Нафтогазова енергетика - 2010. - №.1(12). - С. 23 - 26.
3. Пфлейдерер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов. Водяные насосы, вентиляторы, турбовоздуходувки, турбокомпрессоры [Текст] / К.Пфлейдерер. - Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960.- 685с.
4. Центробежные нефтяные магистральные и подпорные насосы. Каталог. ЦИНТИХимнефтемаш. М.-1973.-20с.