

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОГО АГРЕГАТУ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ НА ЙОГО РЕСУРС ВЕЛИЧИНИ РОБОЧОГО ТИСКУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розроблено систему електропривода насосної установки, яка враховує вплив на показники надійності роботи електропривода значення тиску води на виході насосу. Розглянуто насосний агрегат системи тепlopостачання потужністю 11кВт, розраховано приводний двигун, вибрано елементну базу для забезпечення ефективної роботи; для оцінки надійності роботи насосного агрегату застосовано підхід до визначення тривалості напруцювання на відмову залежно від значення тиску насосу

Ключові слова: *тривалість напруцювання на відмову, насосна установка, електропривод, частотне керування, моделювання.*

Abstract

The system of the electric drive of the pumping unit was disassembled, as if it were vrakhovu, having poured into the indications of the reliability of the robotic electric drive the value of the drive at the output of the pump. The pumping unit of the heat-transfer system of the 11kW heat transfer system was reviewed, the drive motor was approved, the elemental base was selected for ensuring efficient operation; to assess the reliability of the operation of the pumping unit, it was necessary to assess the reliability of the pump

Key words: *viability of pumping, pumping unit, electric drive, frequency keru-bath, modeling.*

Вступ

Одним із сучасних напрямків підвищення енергетичної ефективності об'ємних гідроприводів технологічних машин і обладнання різного призначення є розробка приводів на основі частотного способу регулювання валу електродвигуна. Легкість і висока якість керування, економічність і можливість достовірного контролю за ходом виконання технологічних процесів зумовлює широке використання частотно-керованих електродвигунів в об'ємних гідроприводах.

Класифікація та аналіз відмов, а також опис механізму формування відмов показують, що найбільш істотними експлуатаційними чинниками, що впливають на зміну показників надійності, є тиск робочої рідини (експлуатаційне навантаження) і стан робочої рідини (ступінь її забруднення). При оцінці показників надійності гідроустаткування слід мати на увазі, що по відношенню до величини навантаження всі елементи гідроустаткування можуть бути здебільшого розділені на три групи: вузли та пари тертя, що призводять до відмов через настання граничного стану цих елементів по зносу; елементи, відмова яких настає внаслідок втомних руйнувань; елементи, відмови яких наступають незалежно від величини навантаження, і пов'язані з кінематичними і динамічними характеристиками конструкції (інерційні сили, хвильові процеси). Розглянуто вплив тиску робочої рідини (експлуатаційне навантаження) при оцінці показників надійності на етапі проектування на всі три групи елементів.

Питання забезпечення тривалої експлуатації насосного обладнання в умовах роботи з підвищеними значеннями тиску залишається особливо актуальним, тому **метою роботи** є підвищення рівня надійності роботи електропривода насосного агрегату за рахунок використання частотного керування при врахуванні впливу на його ресурс величини робочого тиску.

Об'єктом дослідження є процес аналізу впливу на надійність роботи електропривода насосного агрегату величини робочого тиску.

Предметом дослідження є комп'ютерна модель електропривода та математична модель надійності його роботи при різних значеннях тиску рідини, що перекачується.

Результати дослідження

Зазвичай насосні агрегати працюють з замкнутими системами керування. Зворотний зв'язок реалізується по сигналу тиску (напору) води на виході насосу. Таким чином система повинна мати давач

тиску ДТ і пристрій керування ПК, який буде формувати сигнал керування U_k як функцію сигналу задання U_z та сигналу зворотного зв'язку за струмом U_s .

На рис. 1 представлено функціональну схему насосного агрегату, що розглядається у роботі.

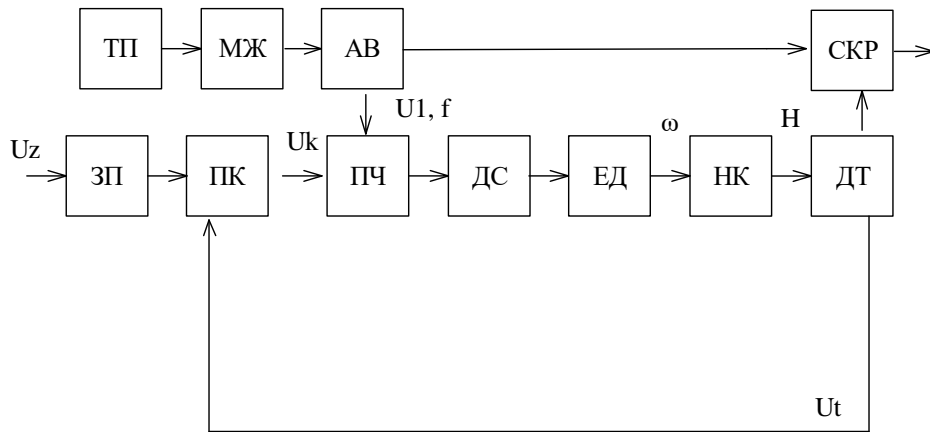


Рис. 1 – Функціональна схема електропривода насосного агрегату

На рис. 1 позначено: ТП – трансформаторна підстанція; МЖ – мережа живлення; АВ – автоматичний вимикач; ПЧ – перетворювач частоти; ЗП – задаючий пристрій; ПК – пристрій керування; ЕД – приводний електричний двигун; НК – насос; СКР – система контролю ресурсу насосної установки.

При оцінці показників надійності гідрообладнання слід мати на увазі, що по відношенню до величини навантаження всі елементи гідрообладнання можуть бути розділені на три групи:

- 1) вузли та елементи тертя, що призводять до відмов через настання граничного стану цих елементів щодо зносу;
- 2) елементи, відмова яких настає внаслідок руйнувань через погіршення властивостей внаслідок «втоми»;
- 3) елементи, відмови яких настають незалежно від величини навантаження, пов'язані з кінематичними і динамічними характеристиками конструкції (інерційні сили, хвильові процеси).

Визначивши при експоненційному законі інтенсивність відмов через $\gamma\%$ -напрацювання до відмови отримаємо:

$$\lambda = -\frac{\ln \gamma}{T_\gamma}, \quad (1)$$

де $T_{\gamma e}$, $T_{\gamma n}$ – $\gamma\%$ -напрацювання до відмови при експлуатаційному та номінальному тиску відповідно.

З певною долею припущення можна записати

$$T_{\gamma e} = T_{\gamma n} \left(\frac{p_n}{p_e} \right)^\alpha, \quad (2)$$

де p_n , p_e – номінальний та експлуатаційний тис всередині насосної установки; α - показник ступеня, що дорівнює 10/3 для роликотідшипників та $\alpha = 3$ – для шарикотідшипників.

Порівнюючи вирази (1) і (2), можна вважати, що при зниженні експлуатаційного тиску порівняно з номінальними значеннями, елементи цієї групи (відмови яких настають внаслідок втомних навантажень) не є визначальними у збільшенні ресурсу та зниженні безвідмовності. Оскільки показник ступеня у виразі (2) значно більший одиниці, то обмежуючими факторами у збільшенні ресурсу є явища зношення. Збільшення ресурсу практично лінійно залежні від тиску.

Висновки

Для оцінки показників надійності насосних установок при зміні робочого тиску адаптовано підхід, який дозволяє за відомою конфігурацією насосної установки, а також значенням тиску всередині неї, визначити тривалість напрацювання на відмову. Апробація даного підходу виконана шляхом комп'ютерного моделювання роботи електропривода.

Шляхом комп'ютерного моделювання було отримано підтвердження, що електропривод працює задовільно, система автоматизованого регулювання забезпечує підтримання потрібного значення тиску і якість перехідних процесів висока. Також було отримано, що зменшення вхідної дії (напруги керування) удвічі дозволяє збільшити тривалість напрацювання на відмову практично у 10 разів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Н. Н. Фатеева, А. Н. Фатеев. ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ГИДРООБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Hydraulic machines and hydraulic units, № 1'2019. - С. 104-108. ISSN 2411-3441 (print), ISSN 2523-4471 (online). doi: 10.20998/2411-3441.2019.1.15

2. М. Moshnoriz, S. Babiу, А. Payanok, А. Zhukov, D. Protsenko (2021). Improving the efficiency of distributed water supply systems by means of an adjustable electric drive. Scientific Horizons. <https://sciencehorizon.com.ua/en/journals/tom-24-5-2021/pidvishchennya-efektivnosti-roboti-rozpodilenikh-sistem-vodopostachannya-zasobami-regulovanogo-elektroprivoda>;
[https://doi.org/10.48077/scihor.24\(5\).2021.19-34](https://doi.org/10.48077/scihor.24(5).2021.19-34).

Мошнорі́з Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Павліна Максим Олександрович – студент групи ЕМ-21мс, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: maks.maks.vedmed@gmail.com.

Moshnoriz Mykola Mykolayovych – Cand. tech. Sciences, Associate Professor of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Pavlina Maksym Oleksandrovysh – student of the EM-21ms group, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: maks.maks.vedmed@gmail.com.