

ЗАСТОСУВАННЯ WEAR LEVELING ПІДХОДУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ НАСОСНОЮ СТАНЦІЄЮ В СИСТЕМІ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано підхід управління насосними агрегатами побудований на wear leveling підході для забезпечення рівномірності зносу кожного конкретного насосу в складі насосної станції без втрати загальної генерованої потужності.

Ключові слова: автоматизація, насосна станція, знос, алгоритм.

Abstract

A pumping unit management approach is proposed based on the wear leveling approach to ensure uniform wear of each specific pump in the pumping station without loss of total generated power.

Keywords: automation, pumping station, wear, algorithm.

Вступ

У системах пожежогасіння насосні станції є критично важливими об'єктами, від надійності яких залежить своєчасне реагування на надзвичайні ситуації. Традиційні алгоритми керування насосами, як правило, базуються на фіксованому пріоритеті або каскадному підключенні агрегатів, що призводить до нерівномірного напруження ресурсів. У результаті один насос працює значно інтенсивніше, ніж інші, що спричиняє його прискорений знос і зниження загальної надійності системи.

Метою дослідження є підвищення експлуатаційної ефективності насосної станції шляхом впровадження підходу wear leveling [1] (вирівнювання зносу) для керування трьома насосними агрегатами.

Результати дослідження

Wear leveling – це метод рівномірного розподілу навантаження між ресурсами системи з метою мінімізації локального зносу. У контексті насосної станції цей підхід передбачає:

- облік напруження кожного насоса (години роботи, кількість запусків);
- динамічну зміну пріоритету включення насосів;
- циклічне або адаптивне чергування агрегатів;
- врахування аварійних та резервних режимів роботи.

Таким чином, керуюча система забезпечує приблизно однаковий рівень експлуатаційного навантаження для всіх насосів.

Нехай система містить три насоси P_1, P_2, P_3 , для яких визначається напруження T_i . Завдання полягає у мінімізації функції нерівномірності зносу:

$$J = \max(T_i) - \min(T_i), \quad (1)$$

за умови забезпечення необхідної продуктивності насосної станції:

$$Q_{total} \geq Q_{required} \quad (2)$$

та обмежень на режими роботи насосів.

Для оцінки ефективності застосування wear leveling підходу запропоновано:

- порівняння стандартного алгоритму (фіксований пріоритет) та адаптивного алгоритму;

- аналіз розподілу напруцювання насосів;
- оцінку середнього часу до відмови (MTBF);
- визначення коефіцієнта нерівномірності зносу:

$$K_{wear} = \max(T_i)/\min(T_i),$$

- моделювання роботи системи в умовах змінного навантаження.

Впровадження wear leveling підходу дозволяє: зменшити коефіцієнт нерівномірності зносу [2]; збільшити середній ресурс кожного насоса; знизити ймовірність передчасного виходу з ладу окремих агрегатів; підвищити загальну надійність насосної станції; оптимізувати графік технічного обслуговування.

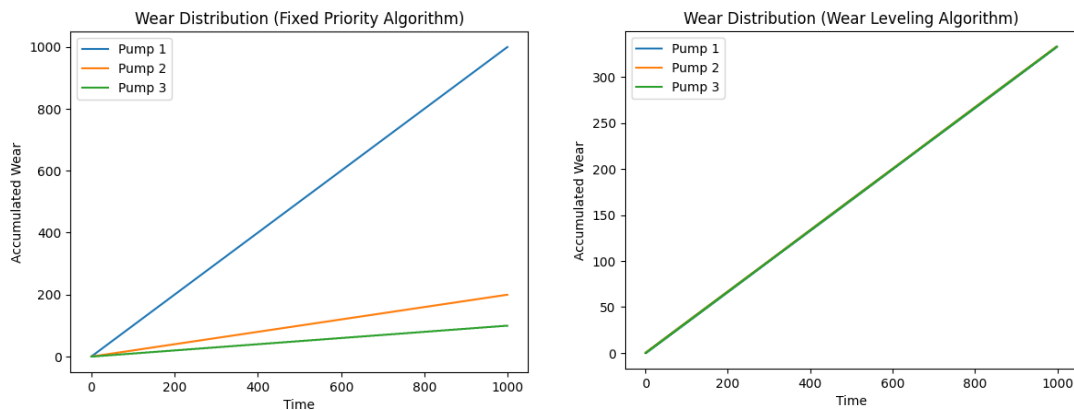


Рисунок 1 – Графіки розподілу зносу агрегатів в режимі фіксованого пріоритету та wear leveling

Розроблений підхід може бути реалізований у вигляді програмного модуля для ПЛК або мікроконтролерних систем керування насосними станціями, зокрема у вбудованих системах на базі AVR або ARM. Це дозволяє інтегрувати алгоритм без значних апаратних змін.

Висновки

Застосування wear leveling підходу є ефективним засобом підвищення надійності та довговічності насосних станцій у системах пожежогасіння. Рівномірний розподіл навантаження між насосами дозволяє мінімізувати ризики відмов та забезпечити стабільність роботи системи в критичних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Onodera T., Shibuya T. Wear leveling revisited // 31st International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC 2020). – Dagstuhl, Germany : Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum für Informatik, 2020. – P. 65:1–65:17. DOI: 10.4230/LIPIcs.ISAAC.2020.65.
2. Заміховський Л. М., Паньків Ю. В. Контроль технічного стану відцентрових насосних агрегатів / Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. № 2(43). – 2012. – С 120-133.

Волковінський Дмитро Олександрович – студент групи ІАКІТ-226, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dmitry.volkovinskyi@gmail.com

Овчинников Костянтин Вячеславович – канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: k_ovchinnikov@vntu.edu.ua

Volkovinskiy Dmytro O. – Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: dmitry.volkovinskyi@gmail.com

Ovchynnykov Kostyantyn V. – Cand. Sc. (Eng), Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: k_ovchinnikov@vntu.edu.ua