

**АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ З ВІДЦЕНТРОВИМИ НАСОСАМИ
В УМОВАХ ПІДВИЩЕНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

Важливим чинником забезпечення надійності та стійкості інженерних мереж в умовах змінних режимів водоспоживання є автоматизація систем водопостачання з відцентровими насосними установками. Водночас в Україні на функціонування та надійність систем водопостачання істотно впливають наслідки військової агресії російської федерації, що проявляються у руйнуванні об'єктів водопровідного господарства, насосних станцій, резервуарів, а також об'єктів генерації та передачі електричної енергії, необхідної для сталої роботи цих систем. За таких умов зростає роль автоматизованих систем керування, здатних забезпечувати адаптацію режимів роботи насосних установок до аварійних, післяаварійних та нестабільних умов експлуатації.

Сучасні підходи до керування параметрами систем водопостачання сформувалися у вигляді технологічних та електромеханічних методів, а також їх комбінованих реалізацій. Технологічне керування ґрунтується на впливі на гідравлічну мережу або насосні агрегати і включає дроселювання потоку за допомогою запірно-регулювальної арматури, зміну кількості працюючих насосів та використання різних схем їх з'єднання. Дроселювання відзначається простотою реалізації, однак супроводжується значними втратами енергії та зниженням коефіцієнта корисної дії системи, що є особливо небажаним в умовах дефіциту електроенергії. Регулювання режимів роботи насосних агрегатів шляхом зміни їх кількості або схем з'єднання є більш енергоефективним, проте має обмежену точність через ступінчасту зміну встановленої потужності.

Перехід до електромеханічних систем автоматичного керування, заснованих на використанні керованих електроприводів насосів і запірної арматури, забезпечує плавне регулювання подачі та напору, підвищує стабільність роботи систем і створює передумови для ефективної експлуатації мереж у разі нестабільного електропостачання або часткових пошкоджень інфраструктури.

Електромеханічні системи автоматичного керування насосними установками дозволяють реалізувати різні стратегії регулювання, зокрема системи стабілізації напору, витрати та рівнів води, які забезпечують підтримання заданих параметрів відповідно до реальних потреб споживачів із мінімальними енергетичними втратами. Застосування таких систем є особливо актуальним в умовах аварійних і післяаварійних режимів роботи водопровідних мереж, що виникають унаслідок пошкодження об'єктів інфраструктури та обмежень електропостачання.

Системи програмного керування орієнтовані на зміну режимів роботи насосних установок відповідно до добових графіків водоспоживання, сформованих на основі статистичних або експериментальних даних. Використання програмних алгоритмів дозволяє зменшувати навантаження на систему в періоди мінімального споживання та забезпечувати необхідні параметри водопостачання у години пікових потреб, що сприяє раціональному використанню електричної енергії. Подальший розвиток таких систем пов'язаний із застосуванням адаптивних та інтелектуальних методів керування.

Кібернетичні, інтерактивні та екстремальні системи керування забезпечують автоматичний пошук раціональних режимів роботи насосних установок з урахуванням фактичної поведінки споживачів та технічного стану системи. Екстремальні алгоритми керування дозволяють забезпечувати роботу насосів у режимах максимально можливого коефіцієнта корисної дії або мінімальних втрат потужності електродвигуна, що є критично важливим за умов обмежених енергетичних ресурсів. Поєднання автоматизованих, програмних та адаптивних методів керування створює основу для підвищення стійкості та надійності систем водопостачання в умовах дії зовнішніх дестабілізуючих факторів, зокрема пов'язаних із руйнуванням інженерної та енергетичної інфраструктури.