

**СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЗАПУСКОМ НАСОСНОГО АГРЕГАТУ СТАНЦІЇ  
ВОДОПОСТАЧАННЯ**

**Вступ.** Насосні агрегати (НА) станції водопостачання зазвичай оснащуються асинхронними та синхронними електричними двигунами. Двигуни великої потужності, як правило, мають обмеження на кількість прямих пусків. Вказане обмеження доповнюється необхідністю витримки паузи між пусками. Так, наприклад, інтервал між пусками асинхронних двигунів серії 4А великої потужності (більше 250 кВт) становить 3 години; при цьому допускається один пуск з гарячого стану і два пуски з холодного [1]. Для двигуна, який вичерпав свій ресурс по кількості прямих пусків, черговий запуск може призвести до пробією ізоляції і, як наслідок, міжвиткового короткого замикання чи замикання на корпус фази обмотки статора двигуна; виходу його із ладу; зупинки НА; зриву роботи системи водопостачання, яка не забезпечить потрібного значення подачі. Крім того, температурні процеси в обмотці двигуна змінного струму великої потужності впливають на термін його служби не тільки при пуску, а і при охолодженні електричної машини. За статистичними дослідженнями [2] 50-95% причин виходу з ладу електричних машин зумовлені ушкодженням обмотки статора (пробією міжвиткової ізоляції). Тому важливо побудувати систему керування запуском НА станції водопостачання, яка враховувала б усі обмеження на прямий запуск приводного двигуна насоса та оцінювала можливий термін експлуатації двигуна.

**Постановка задачі дослідження.** Задачею дослідження є розробка системи керування НА станції водопостачання, яка б враховувала особливості запуску електричних двигунів великої потужності.

**Матеріали дослідження.** Вкажемо на наступні параметри електричних машин, які визначаються заводом-виробником відповідно до діючих стандартів [3] та вказуються в паспорті машини [1]: кількість прямих пусків  $N$  за певний період часу (день, рік, термін служби); напруга  $U_1$  та частота  $f_1$  мережі живлення відносно номінальних значень  $U_n$  та  $f_n$ ; клас нагрівостійкості, з якого визначається граничне значення температури  $C_{тр}$ ; допустима кількість пусків з гарячого  $N_h$  та холодного  $N_x$  станів; інтервал між пусками з холодного стану  $T$ ; температура оточуючого середовища  $C_0$  тощо. Побудуємо систему логічних умов, відповідно до яких відбувається керування запуском НА станції водопостачання.

$$\left\{ \begin{array}{l} n \leq N, \\ U_1 \geq 0,8U_n, \\ c \leq C_{тр}, \\ \text{Якщо } c \leq 1,03C_0 \text{ та } \left\{ \begin{array}{l} \text{Якщо } t_n - t_{n-1} > T, \text{ то } \begin{cases} t_{n+1} = t, \\ h = 0, \\ g = 0, \end{cases} \\ \text{Якщо } \begin{cases} t_n - t_{n-1} \leq T, \\ h < N_x, \end{cases} \text{ то } \begin{cases} t_{n+1} = t_n + T, \\ h = h + 1, \end{cases} \end{array} \right. \\ \text{Якщо } \begin{cases} c > 1,03C_0, \\ g < N_r, \end{cases} \text{ то } \begin{cases} t_{n+1} = t, \\ g = g + 1. \end{cases} \end{array} \right. \quad (1)$$

У системі (1) перша нерівність враховує обмеження на максимальну кількість прямих пусків приводного двигуна НА, де  $n$  – поточна кількість пусків; друга та третя нерівності враховують обмеження на напругу живлення двигуна та температуру його обмоток, де  $c$  – поточне значення температури. Далі розглядається два випадки – коли двигун знаходиться в холодному стані (його температура  $c$  не перевищує температуру оточуючого середовища більше, ніж на 3%) і гарячому. В першому випадку діють обмеження на кількість пусків з холодного стану ( $N_x$ ) та витримку часу між пусками, а в другому – на кількість пусків з гарячого стану ( $N_r$ ). Змінною  $t_{n-1}$  позначається час наступного запуску, а  $t$  – астрономічний час. Для підрахунку процесів, які виникають під час запуску НА з гарячого та холодного станів використовуються відповідно проміжні змінні  $g$  та  $h$ .

Структурна схема системи керування запуском НА представлена на рис. 1. На порт А (РА) мікроконтролера МК 4 поступає інформація з сенсора напруги мережі живлення 1 та сенсора температури 2. Через пристрій вводу-виводу інформації 3 (клавіатуру) та порт С (РС) відбувається введення параметрів номінальної напруги живлення, граничного значення температури двигуна, допустимої кількості пусків з гарячого та холодного станів, допустимого інтервалу між пусками з холодного стану тощо. Через програмований індикатор 5, який підключений до порта D (PD), відбувається сигналізація про стан системи. Мікроконтролер через виходи RxD, TxD та перетворювач рівнів сигналів 6 підключений до електронно-обчислювальної машини (ЕОМ). На виході системи (порт В мікроконтролера) формується керуючий сигнал на запуск перетворювача частоти (ПЧ). Для роботи

системи керування запуском НА станції водопостачання відповідно до системи логічних умов (1) та структури, представленої на рис. 1, побудовано алгоритм роботи мікроконтролера, який зображений на рис. 2. Зазначимо, що реалізувати запропоновану структуру можна на основі будь-якого сучасного мікроконтролера, наприклад AT90S8535 фірми Atmel [4].

Алгоритм містить такі складові:

- блоки 3 та 15 забезпечують введення діагностичної інформації та виведення сигналів для керування ПЧ;
- блоки 4, 5, 6 забезпечують перевірку системи на наявність команди запуску НА та допустимих значень напруги живлення і температури двигуна;
- блоками 7 та 8 визначається стан двигуна (холодний чи гарячий);
- блоками 9-14 забезпечується робота системи в холодному стані двигуна, а 16, 17 – в гарячому.

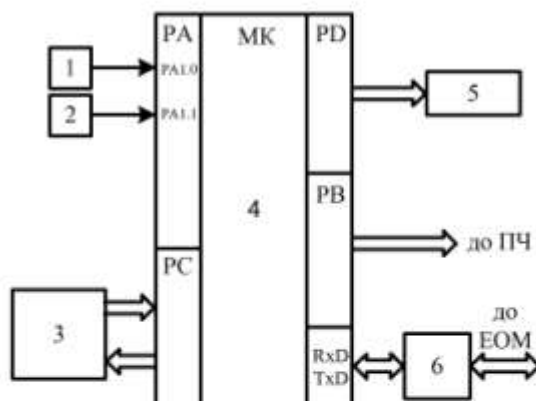


Рис. 1 Структурна схема системи керування запуском насосного агрегату

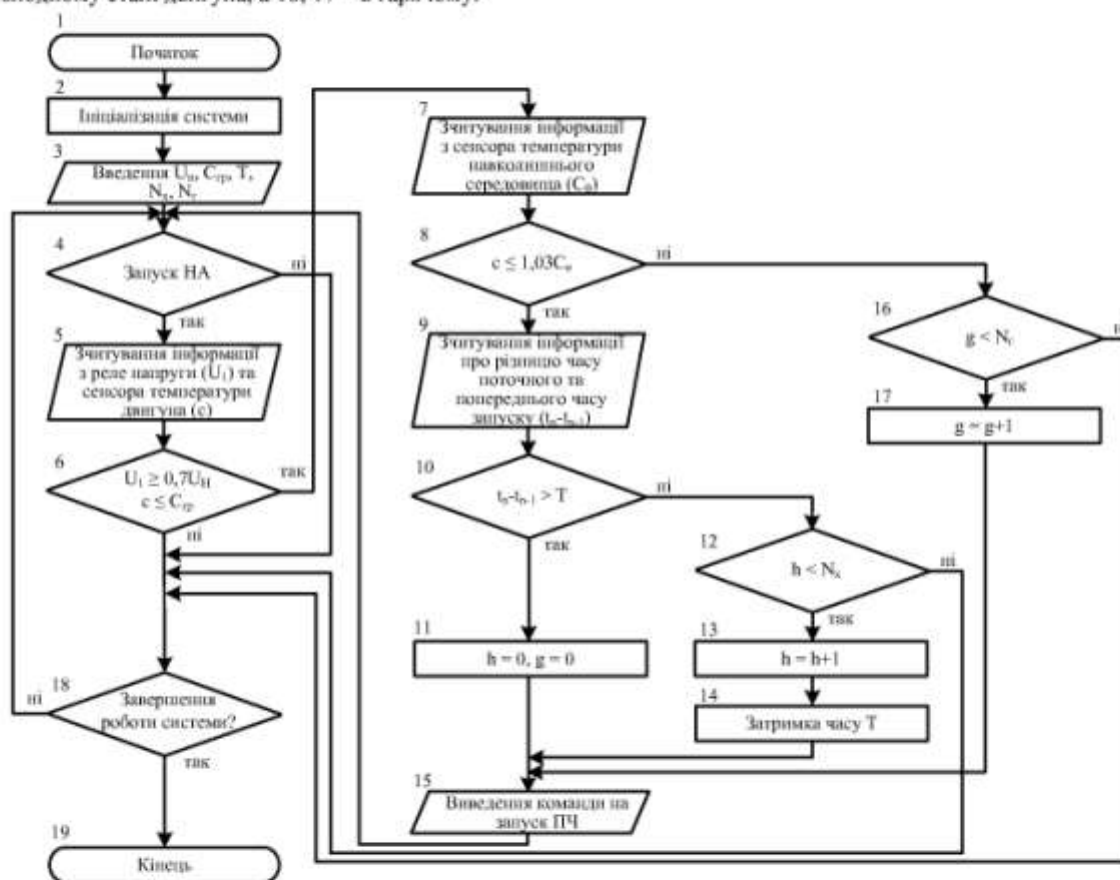


Рис. 2 Алгоритм роботи мікропроцесорного пристрою системи керування НА станції водопостачання

**Висновки.** На основі обмежень, які накладаються на пуск двигунів великої потужності та запропонованої системи логічних умов, побудовано систему керування перетворювачем частоти приводного двигуна насоса, що дозволить підвищити надійність роботи станцій водопостачання.

#### Література.

1. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/ А 90 А.Э. Кравчик, М.М.Ділаф, В.И. Афонин, Е.А.Соболенскан. — М.: Энергонддат, 1982. — 504 с, ил.
2. Русин Ю. С., Чепарухин А. М. Проектирование индуктивных элементов приборов.-Л.: Машиностроение, 1981.-171с.
3. ГОСТ Р 51137-98. Электроприводы регулируемые асинхронные для объектов энергетики.общие технические условия.
4. Голубцов М. С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному.- М.: СОЛОН-Пресс, 2003. 288 с.