

УДК 62-523

М. М. Мошноріз, канд. техн. наук;

С. М. Бабій, канд. техн. наук

УДОСКОНАЛЕНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПУСКУ ДВИГУНА ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ

Удосконалено математичну модель системи пуску двигуна великої потужності, що дозволяє зменшити простой обладнання при пусках з холодного та гарячого станів.

Вступ

Заводом-виробником обмежується допустима кількість прямих пусків, які може здійснити асинхронний (синхронний) двигун великої потужності з холодного та гарячого станів [1—4]. Крім того, обмеженню підлягає і інтервал часу між двома послідовними пусками, причому його значення залежить від температурного стану двигуна. Тому доцільно розробити таку систему, яка буде враховувати обмеження на кількість прямих пусків та час між послідовними пусками двигунів великої потужності.

Деякі аспекти вирішення зазначеного питання відображені в роботах [1] та [5]. Зокрема, у роботі [1] наведено методику розрахунку ресурсу двигуна за кількістю прямих пусків. У роботі [5] запропоновано математичну модель системи запуску двигуна середньої або великої потужності. Неточністю цієї моделі є відсутність початкових умов, за яких виконується перший прямий пуск двигуна після введення його в експлуатацію, а також те, що при черговому пуску двигуна з «холодного» стану він простоює більше, ніж це передбачено нормативною документацією [1—4].

Постановка задачі дослідження

Таким чином, удосконалення існуючої математичної моделі дозволить зменшити простой обладнання при пусках з холодного та гарячого станів, а також створить передумови для покращення якості управління технологічним процесом.

Матеріали і результати дослідження

Відповідно до чинних стандартів [1—4] та паспорта електричної машини великої потужності заводом-виробником регламентуються такі параметри [5]: 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 $C_{гр}$; допустима кількість пусків з гарячого N_g та холодного N_h станів; інтервал між послідовними пусками з холодного стану T_h ; інтервал між послідовними пусками з гарячого стану T_g ; температура навколишнього середовища C_0 .

Математична модель системи керування запуском двигунів великої потужності розроблена у роботі [5], але вона має певні неточності. А саме, відповідно до цієї моделі пуск двигуна з холодного стану за умови, що час між двома послідовними пусками буде меншим за допустимий час паузи між пусками з холодного стану, буде відбуватися лише тоді, коли пройде проміжок часу, який дорівнює сумі поточного та допустимого. Це призводить до невиправданих простоїв двигуна, та, як наслідок, до порушення технологічного процесу. Наприклад, у системах водопостачання, які складаються з багатьох насосних агрегатів, зрив запуску одного з насосів може призвести до гідравлічних ударів, збоїв в роботі всієї системи, відсутності води в окремих віддалених чи високо піднятих ділянках водопровідної мережі. Модель системи пуску електричного двигуна великої потужності (1) позбавлена зазначеного недоліку.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 n = \overline{0, N}, h = \overline{0, N_h}, g = \overline{0, N_g}; \\
 n \leq N; \\
 U_1 \geq 0,8U_H; \\
 c \leq C_{гр}; \\
 \text{Якщо } n = 0, \text{ то } t_{n-1} = 0; \\
 \text{Якщо } c \leq 1,03C_0 \text{ та} \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Якщо } t - t_{n-1} \geq T_g, \text{ то} \left\{ \begin{array}{l}
 t_n = t; \\
 h = 0; \\
 g = 0; \\
 n = n + 1;
 \end{array} \right. \\
 \text{Якщо } \left\{ \begin{array}{l}
 T_h < t - t_{n-1} < T_g, \\
 h \leq N_h,
 \end{array} \right. \text{ то} \left\{ \begin{array}{l}
 t_n = t; \\
 h = h + 1; \\
 n = n + 1;
 \end{array} \right. \\
 \text{Якщо } t - t_{n-1} \leq T_h, \text{ то} \left\{ \begin{array}{l}
 t_n = t + (T_h - t_{n-1}); \\
 h = h + 1; \\
 n = n + 1;
 \end{array} \right.
 \end{array} \right. \\
 \text{Якщо } \left\{ \begin{array}{l}
 c > 1,03 C_0; \\
 g \leq N_g,
 \end{array} \right. \text{ то} \left\{ \begin{array}{l}
 t_n = t; \\
 g = g + 1; \\
 n = n + 1.
 \end{array} \right.
 \end{array} \right. \quad (1)$$

У моделі (1) використано таку систему позначень: n — поточна кількість пусків; N — допустима кількість прямих пусків; h — поточна кількість пусків з холодного стану; N_h — допустима кількість пусків з холодного стану; g — поточна кількість пусків з гарячого стану; N_g — допустима кількість пусків з гарячого стану; U_1 — фактичне значення напруги на затискач двигуна; U_H — номінальне значення напруги мережі живлення двигуна; c — фактичне значення температури двигуна; $C_{гр}$ — граничне значення температури двигуна; C_0 — фактичне значення температури навколишнього середовища; t — астрономічний час; t_n — час поточного пуску; t_{n-1} — час попереднього пуску; T_h — допустимий інтервал часу між послідовними пусками з холодного стану; T_g — допустимий інтервал часу між послідовними пусками з гарячого стану.

Вирази, записані у першому та п'ятому рядках системи (1) визначають початкові умови, за яких виконується перший прямий пуск двигуна після його введення в експлуатацію чи капітального ремонту.

Перша нерівність системи враховує обмеження на допустиму кількість прямих пусків двигуна за термін експлуатації. Друга та третя нерівності визначають, відповідно, допустиму межу падіння напруги мережі живлення двигуна та його температуру.

Четверта нерівність визначає умови запуску двигуна з холодного стану. Зокрема, якщо інтервал між поточним моментом часу t та часом останнього пуску t_{n-1} більший або рівний T_g , то відбувається перший пуск в циклі. Якщо ж зазначений інтервал часу знаходиться в межах від T_h до T_g , то відбувається наступний пуск з холодного стану в циклі за умови, що кількість пусків з холодного стану h не перевищує N_h . Інакше пуск відбувається лише після проходження часу T_h від моменту попереднього пуску.

Останнє рівняння системи (1) визначає умови пуску двигуна з гарячого стану.

Висновки

Удосконалено математичну модель роботи системи пуску двигуна великої потужності, що дозволить зменшити прості обладнання при пусках з холодного та гарячого станів.

Пристрої, в основу роботи яких покладена запропонована математична модель, можуть бути використані, зокрема, для керування пуском насосних агрегатів станцій водопостачання населених пунктів чи потужних промислових споживачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Асинхронные двигатели серии 4А : справ. / [А. Э. Кравчик, М. М. Шлаф, В. И. Афонин, Е. А. Соболенская]. — М. : Энергоиздат, 1982 — 504 с.
2. Машины электрические. Машины электрические большой мощности. Электродвигатели асинхронные : справочник. — Москва, 1990. — 182 с. (Всесоюзный научно-исследовательский институт стандартизации в электротехнической промышленности ВНИИ стандартэлектро).
3. Двигатели трехфазные асинхронные напряжением свыше 1000 В. Общие технические условия : ГОСТ 9630-80. — [Введен в действие 1982. 01. 01]. — Издательство стандартов, 1987. — 9 с. — (Государственный стандарт Союза ССР).
4. Электроприводы регулируемые асинхронные для объектов энергетики. Общие технические условия (ISO 29.160.30) : ГОСТ Р 51137-98. — [Введен в действие 1998. 02. 19]. — М. : Госстандарт России, 1998. — 15 с. — (Государственный стандарт Российской Федерации).
5. Мошноріз М. Система керування запуском насосного агрегату станції водопостачання / Микола Мошноріз, Володимир Грабко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». — 2008. — Вип. 30. — С. 310—311.

Рекомендована кафедрою електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті

Стаття надійшла до редакції 18.02.13

Рекомендована до друку 28.02.13

Мошноріз Микола Миколайович — доцент, **Бабій Сергій Миколайович** — доцент.

Кафедра електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця