

АВП

**Автоматизація
виробничих
процесів**

*Всеукраїнський
науково-технічний
журнал*

1

(20)

КИЇВ 2005

Твердження 3. Якщо ОПР схильна до ризику, то множина розв'язків задачі (7) міститься серед ефективних планів багатокритеріальної задачі:

• для задачі (6)

$$\bar{x} \rightarrow \max, \sigma(x) \rightarrow \max, E_x(x) \rightarrow \max, (\bar{x}, \sigma(x), A_s(x), E_x(x)) \in D;$$

• для задачі (7)

$$\begin{aligned} \bar{x} &\rightarrow \max, \sigma(x) \rightarrow \max, A_s(x) \rightarrow \max, \\ E_x(x) &\rightarrow \max, (\bar{x}, \sigma(x), A_s(x), E_x(x)) \in D. \end{aligned}$$

Доведення твердження здійснюється за аналогією до доведення твердження 2. Необхідно тільки врахувати, що при схильності ОПР до ризику

$$f''(\bar{x}) > 0, f'''(\bar{x}) \geq 0, f^{IV}(\bar{x}) \geq 0.$$

У припущенні оптимальності плану $(\bar{x}^*, \sigma^*(x), A_s^*(x), E_x^*(x))$ задачі (7) та виконанні нерівностей $\bar{x} \geq \bar{x}^*, \sigma(x) \geq \sigma^*(x), A_s(x) \geq A_s^*(x), E_x(x) \geq E_x^*(x)$ (хоча б одна з яких повинна бути строгою), одержимо

$$\begin{aligned} f(\bar{x}) + \frac{1}{2} f''(\bar{x}) \sigma^2(x) + \frac{1}{6} f'''(\bar{x}) \sigma^3(x) A_s(x) + \frac{1}{24} f^{IV}(\bar{x}) \sigma^4(x) [E_x(x) + 3] > \\ > f(\bar{x}^*) + \frac{1}{2} f''(\bar{x}^*) \sigma^{*2}(x) + \frac{1}{6} f'''(\bar{x}^*) \sigma^{*3}(x) A_s^*(x) + \\ + \frac{1}{24} f^{IV}(\bar{x}^*) \sigma^{*4}(x) [E_x^*(x) + 3]. \end{aligned}$$

Ця нерівність суперечить умові оптимального плану $(\bar{x}^*, \sigma^*(x), A_s^*(x), E_x^*(x))$ задачі (7), тобто твердження доведено.

Таким чином, задача максимізації показника очікуваної корисності на заданій множині варіантів інвестування зводиться до задач векторної оптимізації, які можна розв'язати одним з методів багатокритеріальних задач.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кигель В. Р. Свойства и поиск оптимальных финансовых портфелей для ЛПР с разными отношениями к риску // Финансовые риски. — 1999. — №2. — С. 86—91.
2. Герасимович А. И., Рысюк Н. А. Математический анализ. Ч.1. — Минск: Вышэйшая школа, 1989. — 287 с.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высшая школа, 2003. — 479 с.

УДК (621.313.333-83:004.41): 621.6.004.18

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА З КЕРОВАНІМ АСИНХРОННИМ ПРИВОДОМ

Г. О. Козлик, докт. техн. наук, М. П. Терешин,
Ю. Є. Ніколаєнко, канд. техн. наук, Т. В. Бугаєнко

В регульованих частотних асинхронних електроприводах в режимах керування мінімізацію втрат на заданій частоті можна забезпечити оптимізацією магнітного потоку (напруги) статора при умові $\Phi_{\text{опт}} = U_{\text{опт}}/f$. Цій умові відповідає рівність змінних і постійних втрат в двигуні. Перетворювач частоти є двовимірним підсилювачем потужності з вихідними параметрами:

$$\left. \begin{aligned} U &= K_U U_n \\ f &= K_f f_n \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де K_f (частота у відносних одиницях) є зовнішнім завданням, що визначає швидкість обертання двигуна, а K_U (напруга у відносних одиницях) обчислюється в оптимізаторі напруги (потіку); U_n, f_n — відповідно номінальні напруга і частота двигуна.

Оптимальна напруга визначається у відповідності до залежності:

$$K_{U_{\text{опт}}} = K_f \Phi_{\text{опт}}^* + I_1^* z_1^*, \quad (2)$$

де $\Phi_{\text{опт}}^* = \Phi_{\text{опт}} / \Phi_n$ — оптимальний потік у відносних одиницях; $z_1^* = z_1 / z_{1n}$ — відносний повний опір статора двигуна; $I_1^* = I_1 / I_{1n}$ — відносний струм статора.

Оптимальний потік, що відповідає мінімальним втратам, визначається так:

$$\Phi_{\text{опт}}^* = \sqrt{K_{\text{мн}} / (K_{\text{мн}} + K_{\text{ст н}} K_f^\beta) I_2'^*}, \quad (3)$$

де $K_{\text{мн}} = \Delta P_{\text{мн}} / \Delta P_{\Sigma \text{н}}$; $K_{\text{мн}} = \Delta P_{\text{мн}} / \Delta P_{\Sigma \text{н}}$; $K_{\text{ст н}} = \Delta P_{\text{ст н}} / \Delta P_{\Sigma \text{н}}$ — відносні номінальні втрати в міді, втрати на намагнічування (збудження), втрати в сталі; $\Delta P_{\Sigma \text{н}}$ — сумарні номінальні втрати; $\beta = 1,2 + 1,5$ — показник, залежний від марки сталі (прийнятий $\beta = 1,3$); $I_2'^* = I_2' / I_{2n}$ — відносний приведений струм ротора.

Повний опір статора

$$z_1^* = \sqrt{r_1^{*2} + (K_f x_1^*)^2}, \quad (4)$$

де $r_1^* = r_1 / z_{1n}$, $x_1^* = x_1 / z_{1n}$ — відносні активний і індуктивний опір статора.

Реалізується зворотний зв'язок за двотактним циклом. Перед початком циклу коефіцієнт напруги має неоптимальне значення $K_{U_{\text{нач}}}$, якому відповідає початковий струм статора $I_{1\text{нач}}$ і коефіцієнт потужності $\cos \varphi_{\text{нач}}$. На *першому такті* замикається імпульсний елемент ІЕ1, інформація за струмом статора і коефіцієнтом потужності надходить на вхід обчислювального пристрою ОП, який оцінює приведений струм ротора:

$$I_2'_{\text{нач}} = I_{1\text{нач}} \cos \varphi_{\text{нач}} \quad (5)$$

і за формулою (2) визначає оптимальне значення $K_{U_{\text{опт}}}$.

На *другому такті* спрацьовує імпульсний елемент ІЕ2, і накопичуючий пристрій НП коректує свій вихідний сигнал настільки, щоб кінцевий коефіцієнт K_U став рівним обчисленому оптимальному. Зміна напруги на виході перетворювача частоти викличе зміну магнітного поля двигуна і струму статора. На наступному циклі буде визначено нове оптимальне значення напруги. Вихідний сигнал накопичуючого пристрою в кожному циклі визначається згідно:

$$K_{Uj} = K_{Uj-1} + (K_{U_{\text{опт}}} - K_{Uj-1}), \quad (6)$$

де j — номер циклу; $\alpha < 1$ — коефіцієнт згладжування.

Збіжність процесу адаптації залежить від рівня збурень в інформаційних каналах і практично забезпечується за 10 циклів [1]. Відомо, що у відцентрових механізмах мають місце залежності:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2; \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3, \quad \text{де } Q — \text{витрати; } H — \text{тиск речовини; } P — \text{потужність; } n —$$

швидкість механізму. Наведені залежності ефективної роботи двигуна (1)—(6) реалізуються у перетворювачах частоти.

Програмне забезпечення сучасних перетворювачів частоти дає можливість в залежності від співвідношення напруги та частоти створювати режим роботи двигуна з необхідними показниками ефективності.

При проведенні робіт по створенню енергозберігаючих систем керування авторами з урахуванням [1—2] було розроблено та виготовлено дослідний зразок автоматизованої енергозберігаючої системи керування вентиляторами для підтримання заданої температури в приміщенні. Дослідний зразок було виготовлено з використанням комп'ютера, контролера, шафи керування, частотного перетворювача та асинхронного двигуна, з'єднаного з вентилятором крильчатого типу.

Структурна схема системи наведена на рисунку. Аналіз роботи дослідного зразка показав:

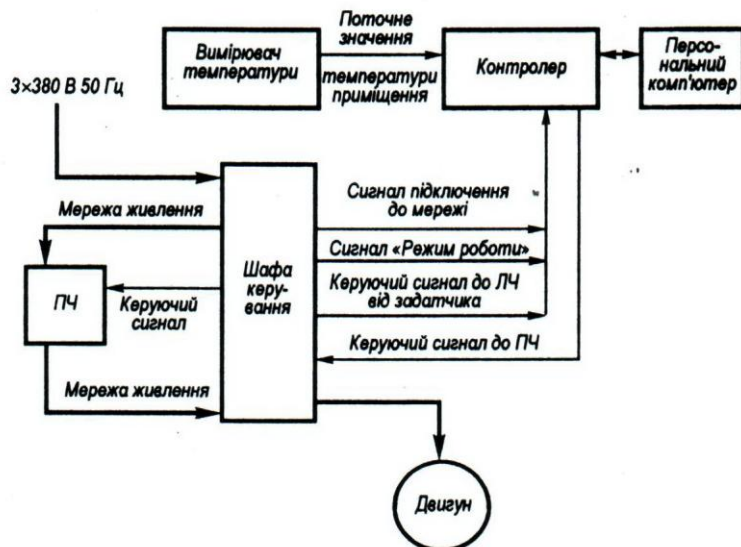
- відпрацювання стрибка температури приміщення за моделлю в діапазоні 2—4°C від її завдання здійснювалось цифровим регулятором за 1,5—2,0 год без перерегулювання і підтримувалась температура приміщення з відхиленням 0,2—0,3 °C;

- при досягненні температури приміщення рівня завдання і роботі тепловипромінюючих приладів в приміщенні швидкість двигуна вентилятора стабілізується в діапазоні 65—75 % його номінальних обертів, що відповідає близько 40 % використовуваної потужності від мережі в порівнянні з номінальною потужністю двигуна;

- при роботі системи в автоматичному і напівавтоматичному режимах в усьому робочому діапазоні (від 1 до 10 В) зафіксована пропорційна залежність частоти мережі на виході частотного перетворювача і швидкості двигуна вентилятора від рівня керуючого сигналу.

Досвід, отриманий в результаті виконаних досліджень, дозволив впровадити в дослідну експлуатацію автоматизовану систему керування насосами міського водопостачання. Устаткування насосної станції складається з 8 асинхронних електродвигунів, 4 з яких — потужністю 250,0 кВт і 4 — 320,0 кВт.

Керування швидкістю двигунів з частотними перетворювачами та включенням/відключенням додаткових двигунів здійснюється за сигнала-



Структурна схема системи керування

ми комп'ютера, які через контролер надаються до входу перетворювачів частоти та шафи керування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лисенков М. Г., Козлик Г. О., Гагарін П. П. Пошукові системи енергозберігаючого керування асинхронним електроприводом // Автоматизація виробничих процесів. — 2000. — № 2. — С. 36—41.
2. Козлик Г. О., Лисенков М. Г., Гагарін П. П. Регулювання швидкісних режимів технологій як ефективний спосіб енерго- та ресурсозбереження // Автоматизація виробничих процесів. — 2002. — № 1(14). — С. 24—31.

УДК 658.52.011.56:664

АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЧИМ КОМПЛЕКСОМ МОЛОЧНОГО ЗАВОДУ

Т. В. Лошак, канд. техн. наук

Підприємство з системної точки зору представляє собою “цілеспрямовану структуру потенціалу і процесів”. Система S визначається як наступний кортеж компонентів:

$$S = \langle G, E, E_n, T, F, R, Z \rangle, \quad (1)$$

де G — множина цілей функціонування системи, що визначають призначення функціонування системи, які вимірюються за допомогою критеріїв досяжності; E — множина елементів системи як сутностей, які перетворюються за допомогою функцій: створюються, споживаються, використовуються, зберігаються тощо; E_n — множина елементів зовнішнього середовища як сутностей навколишнього середовища системи, що впливають на виконання функцій системи; T — множина періодів часу, що характеризують повторюваність циклів відтворення елементів системи; F — множина функцій (видів діяльності, процесів, операцій), що здійснюють перетворення елементів системи; R — множина відношень компонентів системи, що визначають постійні взаємозв'язки та динамічні взаємодії компонентів системи; Z — множина закономірностей (стратегій, методів) функціонування системи, що визначають структуру системи та її взаємозв'язок із зовнішнім середовищем.

Аналіз складних систем керування показав, що при їх проектуванні є ряд проблем (задач), які за своєю природою та особливостями погано формалізуються. При цьому існує множина варіантів, кожний з яких може розглядатися як прийнятний.

Об'єктивно комп'ютерно-інтегроване виробництво буде визначатися посиленням взаємозв'язків між персоналом на різних рівнях виробництва; охопленням системами керування не тільки технологічних процесів і комплексів, а й сукупності інших взаємозв'язаних сфер: складів, енерго- та водопостачання, бухгалтерії, маркетингових підрозділів тощо; урахуванням постійного розвитку систем керування.

Метою функціонування інтегрованої АСК (ІАСК) є покращення координації діяльності локальних систем керування (ЛСК), основного виробництва і структурних підрозділів підприємства для зменшення витримок виробництва та підвищення загальної ефективності його функціонування.

При створенні та впровадженні КІСК технологічного комплексу (ТК) молокозаводу виникає задача структуризації, тобто вибору функціональної, технічної, організаційної та алгоритмічної структур [1].