

Выводы

Таким образом, используя интегрированную среду AVR Studio 6 и программу Proteus v7.7, появляется возможность достаточно легко, с наименьшими материальными и временными затратами, спроектировать электронную схему, включающую любой микроконтроллер AVR, провести её отладку и разводку платы. И только потом создавать реальное устройство.

Список литературы

1. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы / В.Н. Баранов. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. – 288 с.
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя / А.В. Евстифеев. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 592 с.
3. Мортон Джон. Микроконтроллеры AVR. Вводный курс / Джон Мортон. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2006. – 272 с.
4. Программирование в AVR Studio 5 с самого начала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// datagor.ru/microcontrollers/1787-programirovanie-v-avrstudio-5-s-nulya.html](http://datagor.ru/microcontrollers/1787-programirovanie-v-avrstudio-5-s-nulya.html).

Розглянуто переваги та методики комп'ютерного моделювання електронних схем, що містять мікроконтролери AVR фірми ATMEL, на основі використання інтегрованого середовища розробки AVR Studio 6 і програми Proteus v7.7, яка являє собою симулятор принципів електричних схем.

Комп'ютерне моделювання, мікроконтролер, принципова електрична схема.

The article discusses the advantages and methods of computer modeling of electronic schemes including AVR microcontrollers inside, using AVR Studio integrated development environment (IDE) and Proteus 6 v 7.7, which is a simulator of schematics.

Computer modeling, microcontroller, schematic.

УДК 621.327.539

ВПЛИВ ВІДКЛЮЧЕНЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ЕЛЕКТРОПРИВОДИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

**О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, кандидати технічних наук
С.А. Шворов, доктор технічних наук**

Проведено дослідження впливу перерв в електропостачанні на втрати енергії та тепловий режим роботи електродвигуна. Встанов-

лено залежності втрат енергії та допустимої частоти вмикань електродвигуна від кількості відключень.

Електропривод, перерва в електропостачанні, кількість відключень, втрати енергії, частота вмикань електродвигуна.

Нині в Україні перерви в електропостачанні досягають 10 % загального часу технологічних процесів протягом року (проти 0,1 % у розвинених країнах). Недовідпуск електроенергії за рік становить близько 18 млн кВт·год. Економічні втрати в Україні від перерв електропостачання та зниження якості електроенергії за наближеними оцінками досягають 1 млрд грн. щорічно [1].

Відключення електричної енергії спричиняють часті пуски і гальмування електродвигуна. При значній частоті вмикання асинхронного двигуна втрати в перехідних процесах викликають його інтенсивне нагрівання. Особливо це важливо для асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, у якого вся енергія втрат цілком виділяється в об'ємі електродвигуна [2].

Мета досліджень – встановлення впливу перерв в електропостачанні на експлуатаційні характеристики електроприводів.

Матеріали та методика досліджень. Аналіз впливу відключень на втрати енергії в асинхронних електроприводах проведено з використанням положень теорії електропривода, які стосуються енергетики електропривода, та застосуванням математичного моделювання.

Результати досліджень. Показником, що визначає роботу асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором в умовах безперервних пусків і гальмувань, є допустима частота вмикань, при якому середнє перевищення температури після значного числа циклів дорівнює допустимому.

Для розрахунку допустимої частоти вмикань за годину скористаємося методом середніх втрат як найточнішим при аналізі теплових процесів в електродвигуні. Допустимим вважається таке число вмикань електродвигуна за годину, при якому середнє перевищення температури через час $t > 4T_H$ від початку роботи дорівнює допустимому.

Для визначення допустимої частоти вмикань за годину вважатимемо (рисунок), що тривалість робочого циклу складається із тривалості пуску t_n , роботи при усталеному режимі t_y , гальмування t_e і паузи t_0 , тобто [3]:

$$t_u = t_n + t_y + t_e + t_0, \quad (1)$$

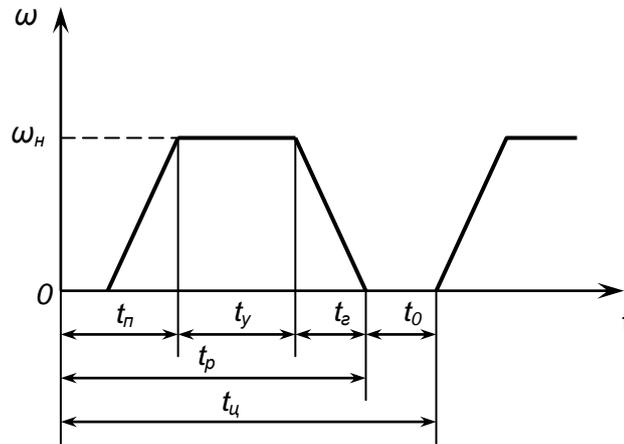
або

$$t_u = \frac{3600}{h}, \quad (2)$$

де h – фактична частота вмикань за годину.

Втрати енергії в асинхронному двигуні за цикл складаються з пускових втрат ΔA_n , втрат гальмування ΔA_e і втрат в усталеному режимі роботи при i -тому навантаженні $\Delta A_y = \Delta P_i t_y$. Віддача енергії в навколишнє середовище за час циклу складається з втрат при роботі в усталеному режимі

з номінальним навантаженням $\Delta P_{ном} t_y$, під час паузи $\beta_0 \Delta P_{ном} t_0$ і за час пуску і гальмування $\Delta P_{ном} (t_n + t_z) \left(\frac{1 + \beta_0}{2} \right)$, де $\frac{1 + \beta_0}{2}$ – середнє значення коефіцієнта погіршення тепловіддачі.



Зміна швидкості обертання двигуна за робочий цикл при повторно-короткочасному режимі роботи

Рівняння теплового балансу в усталеному режимі роботи електродвигуна з гранично допустимою частотою вмикань за годину матиме такий вигляд:

$$\Delta A_n + \Delta P_i t_y + \Delta A_z = \Delta P_{ном} (t_n + t_z) \left(\frac{1 + \beta_0}{2} \right) + \Delta P_{ном} t_y + \beta_0 \Delta P_{ном} t_0. \quad (3)$$

Величиною $\Delta P_{ном} (t_n + t_z) \left(\frac{1 + \beta_0}{2} \right)$ можна знехтувати, оскільки вона становить (2–4) % від суми ΔA_n і ΔA_z [4]. Якщо в усталеному режимі асинхронний двигун працює з номінальним навантаженням, то $\Delta P_{ном} = \Delta P_i$. Тоді рівняння теплового балансу двигуна (3) запишеться у вигляді:

$$\Delta A_n + \Delta A_z = \Delta P_{ном} \beta_0 t_0. \quad (4)$$

Враховуючи (2), отримаємо вираз для визначення допустимої частоти вмикань при роботі двигуна в мережі без відключень:

$$h_{дон} = 3600 \cdot \frac{\Delta P_{ном} \beta_0 t_0}{(\Delta A_n + \Delta A_z) t_u}. \quad (5)$$

При відключеннях зростає число пусків і гальмувань двигуна, внаслідок чого зростають відповідні втрати у перехідних режимах, що призводить до перегрівання двигуна і виходу його з ладу.

При кількості відключень n з тривалістю t_z за цикл t_u рівняння теплового балансу (4) запишеться у вигляді:

$$n(\Delta A_n + \Delta A_z) = \Delta P_{ном} \beta_0 (t_0 + t_z). \quad (6)$$

Тоді вираз для допустимої частоти вмикань запишеться у вигляді:

$$h'_{дон} = 3600 \cdot \frac{\Delta P_{ном} \beta_0 (t_0 + t_z)}{n \cdot (\Delta A_n + \Delta A_z) \cdot t_u}. \quad (7)$$

Розділивши (7) на (5), отримаємо:

$$h'_{\text{дон}} = h_{\text{дон}} \frac{(t_0 + t_{\text{в}})}{n \cdot t_0}. \quad (8)$$

Якщо тривалість вимикання невелика $t_{\text{в}} < t_0$, то (8) запишеться у вигляді:

$$h'_{\text{дон}} = \frac{h_{\text{дон}}}{n}. \quad (9)$$

Таким чином, допустима частота вмикань електродвигуна зменшується пропорційно кількості відключень.

Наведені вирази показують, що відключення електроенергії сприяють зростанню втрат енергії в перехідних процесах пропорційно кількості відключень:

$$\Delta A = n(\Delta A_n + \Delta A_2). \quad (10)$$

Висновки

Часті перерви в електропостачанні спричинюють зростання втрат енергії, що призводить до перегрівання електродвигуна і виходу його з ладу. При цьому допустима частота вмикань електродвигуна зменшується пропорційно кількості відключень.

Список літератури

1. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві / Д.Г. Войтюк, В.П. Лисенко, І.І. Мартиненко [та ін.] // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – №1(6). – С. 3–12.
2. Електропривод / [Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, П.І. Савченко та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
3. Електропривод і автоматизація / [О.Ю. Синявський, П.І. Савченко, В.В. Савченко та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2013. – 586 с.
4. Ключев В.И. Теория электропривода / Ключев В.И. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 560 с.

Проведено исследование влияния перерывов в электроснабжении на потери энергии и тепловой режим работы электродвигателя. Установлены зависимости потерь энергии и допустимой частоты включений электродвигателя от числа отключений.

Електропривод, перерыв в электроснабженні, кількість відключень, втрати енергії, частота включень електродвигателя.

The research of the influence of interruptions in electricity supply to energy loss and thermal conditions of the motor was conducted. The dependences of the energy loss and the permissible switching frequency of the motor on the number of trips are identified.

The electric drive, the actuator break in the power supply, the number of outages, loss of energy, switching frequency of the motor.