

ВПЛИВ ВІДКЛЮЧЕНЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ЕЛЕКТРОПРИВОДИ ВИРОБНИЧИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

О. Ю. Синявський, кандидат технічних наук, доцент

В. В. Савченко, кандидати технічних наук, доцент

Д. В. Кабанов, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: sinyavsky2008@ukr.net

Анотація. Відключення споживачів від електропостачання призводять до збитків від порушення нормального ходу технологічних процесів, тривалих простоїв підприємств та випуск бракованої продукції, скорочення терміну служби електрообладнання і побутової техніки, зростання витрати і втрати електроенергії, виникненню аварійних ситуацій.

Нині в Україні перерви в електропостачанні сягають до 10 % загального часу технологічних процесів протягом року та більше.

Відключення електричної енергії спричиняють часті пуски і гальмування електродвигуна. При значній частоті вмикання асинхронного двигуна втрати в перехідних процесах викликають його інтенсивне нагрівання.

Метою дослідження було встановлення впливу перерв в електропостачанні на температурний режим приводного електродвигуна виробничих машин і механізмів.

Проведено дослідження впливу перерв в електропостачанні на втрати енергії та тепловий режим роботи електродвигуна. Визначено залежності втрат енергії та допустимої частоти вмикань електродвигуна від кількості відключень.

Встановлено, що часті перерви в електропостачанні спричиняють зростання втрат енергії, які прямо пропорційні частоті відключень. При цьому допустима частота вмикань електродвигуна зменшується пропорційно кількості відключень.

Ключові слова: *перерва в електропостачанні, електропривод, втрати енергії, частота вмикань електродвигуна*

Актуальність. Відключення електроспоживачів від електропостачання призводять до негативних наслідків – наносяться збитки від порушення нормального ходу технологічних процесів, виникають тривалі простої підприємств та випуск бракованої продукції, скорочується термін служби електрообладнання і побутової техніки, зростають витрати і втрати електроенергії, виникають аварійні ситуації [1].

Нині в Україні перерви в електропостачанні сягають до 10 % загального часу технологічних процесів протягом року та більше (проти 0,1 % у розвинених країнах). Недовідпуск електроенергії за рік складає біля 18 млн. кВт·год. Економічні втрати в Україні від перерв електропостачання та зниження якості електроенергії за наближеними оцінками сягають до 1 млрд. грн. щорічно [2].

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, в якого вся енергія втрат цілком виділяється в об'ємі електродвигуна [3, 4].

Мета дослідження – встановити вплив перерв в електропостачанні на температурний режим приводного електродвигуна виробничих машин і механізмів.

Матеріали та методи дослідження. Показником, що визначає роботу асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором в умовах безперервних пусків і гальмувань, є допустиме число вмикань, при якому середнє перевищення температури після значного числа циклів дорівнює допустимому.

Для розрахунку допустимого числа вмикань за годину скористаємося методом середніх втрат як найбільш точним при аналізі теплових процесів в електродвигуні. Допустимим вважається таке число вмикань електродвигуна за годину, при якому середнє перевищення температури дорівнює допустимому, тобто електродвигун повністю використовується за нагрівостійкістю.

Для визначення допустимого числа вмикань за годину вважатимемо (рисунок), що тривалість робочого циклу складається із тривалості пуску t_n , роботи при усталеному режимі t_y , гальмування t_z і паузи t_0 , тобто:

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

або:

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

де h – фактична частота вмикань за годину.

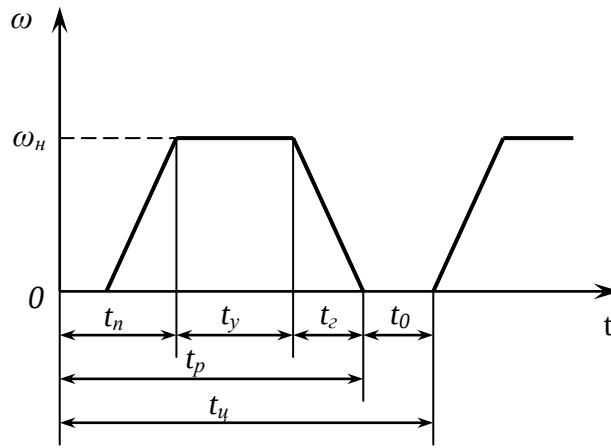


Рис. Зміна швидкості обертання двигуна за робочий цикл при повторно-короткочасному режимі роботи

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 $\beta_0 \cdot \Delta P_{ном} \cdot t_0$ і за час пуску і гальмування $\Delta P_{ном} \cdot (t_n + t_e) \cdot \left(\frac{1 + \beta_0}{2} \right)$, де $\frac{1 + \beta_0}{2}$ – середнє значення коефіцієнта погіршення тепловіддачі [5].

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

$$\Delta A_n + \Delta P_i t_y + \Delta A_e = \Delta P_{ном} (t_n + t_e) \frac{1 + \beta_0}{2} + \Delta P_{ном} t_y + \beta_0 \Delta P_{ном} t_0. \quad (3)$$

Величиною $\Delta P_{ном} \cdot (t_n + t_e) \cdot \left(\frac{1 + \beta_0}{2} \right)$ нехтують, оскільки вона становить (2...4) % від суми ΔA_n і ΔA_e [5]. Тоді

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

Результати досліджень та їх обговорення. Відключення електроенергії призводять до зменшення продуктивності робочої машини:

$$\Delta Q = Q_n t_g / t_0. \quad (5)$$

Якщо в усталеному режимі асинхронний двигун працює з номінальним навантаженням, то $\Delta P_i t_y = \Delta P_{ном} t_y$ і рівняння теплового балансу двигуна (4) запишеться у вигляді:

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

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_g за цикл t_y рівняння теплового балансу (6) прийме вигляд:

$$n(\Delta A_n + \Delta A_z) = \Delta P_{ном} \beta_0 (t_0 + t_g). \quad (7)$$

Як впливає із наведеного виразу (7), відключення електроенергії сприяють зростанню втрат енергії в перехідних процесах пропорційно кількості відключень:

$$\Delta A = n(\Delta A_n + \Delta A_z). \quad (8)$$

Із рівнянь (6) та (7) отримаємо вираз для допустимої частоти вмикань електродвигуна за годину:

$$h'_{дон} = h_{дон} \frac{(t_0 + t_g)}{nt_0}. \quad (9)$$

Якщо тривалість відключення невелика $t_g < t_0$, то (9) запишеться у вигляді:

$$h'_{дон} = \frac{h_{дон}}{n}. \quad (10)$$

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

Висновки і перспективи. Часті перерви в електропостачанні спричиняють зростання втрат енергії, які прямо пропорційні частоті відключень. Це призводить до перегрівання електродвигуна і виходу його з ладу.

При цьому допустима частота вмикань електродвигуна зменшується пропорційно кількості відключень.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д. Г., Лисенко В. П., Мартиненко І. І. [та ін.]. Вплив якості електроенергії на функціонування споживачів у сільському господарстві. Електрифікація та автоматизація сільського господарства. 2004. №1(6). С. 3–12.
2. Лисенко В. П., Козирський В. В., Гладкий А. М., Скрипник А. М. Стан електричних мереж та надійність електропостачання сільськогосподарського виробництва. Електрифікація та автоматизація сільського господарства. 2005. №2(11). С. 3-12.
3. Daniel O. Johnson, Kabiru A. Hassan. Issues of Power Quality in Electrical Systems. International Journal of Energy and Power Engineering. 2016. Vol. 5, No. 4. P. 148-154. doi: 10.11648/j.ijepe.20160504.12
4. Mirošević M., [Maljković Z.](#), [Gašparac I.](#) [Effects of interruption in power supply of induction motors in isolated electrical grid](#). International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics and Electromotion, Joint Conference 2011. P. 732 – 735.
5. Синявський О.Ю., Савченко В. В. Основи електропривода. К.: ЦП «Компринт», 2017. 598 с.

References

1. Voitiuk, D. H., Lysenko, V. P., Martynenko, I. I. et al (2004). Vplyv yakosti elektroenerhii na funksionuvannia spozhyvachiv u silskomu hospodarstvi [The impact of electricity quality on the functioning of consumers in agriculture]. Elektryfikatsiia ta avtomatyzatsiia silskoho hospodarstva, 1(6), 3–12.
2. Lysenko, V. P., Kozyrskiy, V. V., Hladkiy, A. M., Skrypnyk, A. M. (2005). Stan elektrychnykh merezh ta nadiinist elektropostachannia silskohospodarskoho vyrobnytstva [The state of electrical networks and the reliability of electricity supply to agricultural production]. Elektryfikatsiia ta avtomatyzatsiia silskoho hospodarstva, 2(11), 3-12.
3. Johnson, Daniel O., Hassan, Kabiru A. (2016). Issues of Power Quality in Electrical Systems. International Journal of Energy and Power Engineering, 5 (4), 148-154.
4. Mirošević, M., [Maljković, Z.](#), [Gašparac, I.](#) (2011). [Effects of interruption in power supply of induction motors in isolated electrical grid](#). International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics and Electromotion, Joint Conference, 732 – 735.
5. Sinyavsky O. Yu., Savchenko V. V. (2017). Osnovy elektropryvoda [Basics of electric drive]. Kyiv: TsP «Komprynt», 598.

ВЛИЯНИЕ ОТКЛЮЧЕНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

А. Ю. Синявский, В. В. Савченко, Д. В. Кабанов

Аннотация. Отключение потребителей от электроснабжения приводят к убыткам от нарушения нормального хода технологических процессов, продолжительных простоев предприятий и выпуска бракованной продукции, сокращению срока службы электрооборудования и бытовой техники, росту расхода и потерь электроэнергии, возникновению аварийных ситуаций.

В настоящее время в Украине перерывы в электроснабжении достигают до 10 % общего времени технологических процессов в течение года и более.

Отключения электрической энергии приводят к частым пускам и торможению электродвигателя. При значительной частоте включения асинхронного двигателя потери в переходных процессах вызывают его интенсивный нагрев.

Целью исследования являлось установление влияния перерывов в электроснабжении на температурный режим приводного электродвигателя производственных машин и механизмов.

Проведены исследования влияния перерывов в электроснабжении на потери энергии и тепловой режим работы электродвигателя. Определены зависимости потерь энергии и допустимой частоты включения электродвигателя от количества отключений.

Установлено, что частые перерывы в электроснабжении приводят к росту потерь энергии, которые прямо пропорциональные частоте отключений. При этом допустимая частота включения электродвигателя уменьшается пропорционально количеству отключений.

Ключевые слова: *перерыв в электроснабжении, электропривод, потери энергии, частота включения электродвигателя*

INFLUENCE OF ELECTRICITY DISCONNECTIONS ON ELECTRIC DRIVES OF INDUSTRIAL MACHINES AND MECHANISMS

O. Sinyavsky, V. Savchenko, D. Kabanov

Abstract. *Disconnection of consumers from the power supply leads to losses from disruption of technological processes, long downtime and production of defective products, reducing the service life of electrical equipment and appliances, increasing costs and losses of electricity, emergencies.*

Currently in Ukraine, power outages reach up to 10 % of the total time of technological processes during the year and more.

Power outages cause frequent starts and braking of the motor. At a significant frequency of the induction motor, losses in transients cause its intense heating.

The aim of the study was to establish the effect of power outages on the temperature of the drive electric motor of industrial machines and mechanisms.

A study of the impact of power outages on energy losses and thermal regime of the electric motor was conducted. The dependences of energy losses and allowable frequency of motor starts on the number of outages are determined.

It is established that frequent power outages cause an increase in energy losses, which are directly proportional to the frequency of outages. At the same time the admissible frequency of switching on of the electric motor decreases in proportion to quantity of shutdowns.

Key words: *power outage, electric drive, energy losses, motor switching frequency*