

УДК 621.313.333.004.58

ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ У ТЕПЛОТУ ЗА ДОПОМОГОЮ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ЙОГО ДИНАМІЧНОМУ ГАЛЬМУВАННІ

Вовк О.Ю., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.*

Постановка проблеми. На сьогодні існує проблема збереження ресурсів, які витрачаються для отримання теплової енергії у традиційних енергетичних установках. Одним з шляхів її подолання є широке застосування нетрадиційних енергетичних установок, які перетворюють енергію сонця та вітру у електричну енергію і теплоту. Одним з напрямків такого застосування є створення і впровадження вітротеплогенераторів, які перетворюють енергію вітру у теплоту. Один з типів вітротеплогенераторів, що існують на сьогодні, дозволяє перетворювати енергію вітру в теплову енергію гідравлічним шляхом, використовуючи явище тертя. Такі вітротеплогенератори додатково обладнуються мультиплікатором, акумулятором теплоти та деякими іншими приладами, що призводить до збільшення габаритів і вартості такої установки. Другий тип вітротеплогенераторів дозволяє перетворювати енергію вітру у теплоту електромагнітним шляхом, але його коефіцієнт використання залишається невеликим [1, 2]. Тому запропоновано перетворювати енергію вітру в теплову енергію електромагнітним шляхом, використовуючи явище теплової дії струму, а у якості вітротеплогенератора використовувати асинхронний двигун з короткозамкненим ротором, що працює в режимі динамічного гальмування і має на валу вітроколесо.

Основні матеріали дослідження. У вказаних вище умовах обмотка статора асинхронного двигуна з'єднується відкритим трикутником і на її затискачі подається постійна напруга від стороннього джерела. Внаслідок цього в обмотці статора електродвигуна з'являється постійний магнітний потік збудження. Через те, що вал двигуна обертається вітром, вказаний магнітний потік індуктує в обмотці ротора змінну е.р.с., під дією якої у ній протікає електричний струм. За такої роботи вся енергія, що виділяється в асинхронному двигуні, перетворюється в теплоту. Для такого перетворення енергії вітру у теплоту на підставі [3 – 7] отримано рівняння гріючих втрат:

$$DP_{e1} = 3 \times r_1 \times I^2; \quad (1)$$

$$DP_{e2} = \frac{3(k_e k_{ob} I)^2 x_m^2 w^2}{r_2 (w_0^2 + w^2)}; \quad (2)$$

$$DP_{mx} = (0,1 - 0,01p) \times \frac{P_n}{h_n} - P_n \times \frac{w^2}{w_0^2}; \quad (3)$$

$$DP_{\partial} = 0,01 \times (DP_{e1} + DP_{e2} + DP_{mx}); \quad (4)$$

$$DP = DP_{e1} + DP_{e2} + DP_{mx} + DP_{\partial}, \quad (5)$$

де DP_{e1} , DP_{e2} , DP_{mx} , DP_{∂} – втрати потужності відповідно в обмотці статора, в обмотці ротора, механічні і додаткові, Bm ; DP – сумарні втрати потужності, Bm ; k_e – коефіцієнт приведення постійного струму до змінного; k_{ob} – обмотковий коефіцієнт обмотки статора; I – струм в обмотці статора, A ; r_1 – активний опір фази обмотки статора, Ω ; x_m – індуктивний опір взаємної індукції, Ω ; r'_2 – активний опір обмотки ротора, приведений до обмотки статора, Ω ; w , w_0 – відповідно поточна і синхронна кутові швидкості асинхронного двигуна, rad/c ; p – кількість пар полюсів асинхронного двигуна; P_n – номінальна потужність асинхронного двигуна, Bm ; h_n – номінальний коефіцієнт корисної дії асинхронного двигуна.

Для дослідження кількості теплоти, яке виділяється при вказаній вище роботі асинхронного двигуна, було обрано електродвигуни 4A100S4Y3, 4A112MA6Y3 та 4A112MB8Y3, які згідно [8, 9] мають паспортні дані, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Паспортні дані асинхронних двигунів

Типорозмір	P_n , кВт	h_n	I_n , А	p	w_0 , рад/с	r_1 , Ом	r'_2 , Ом	x'_2 , Ом	x_m , Ом	k_{ob}	k_e
4A100S4Y3	3,0	0,82	6,7	2	157	1,9	1,75	4,28	42,47	0,958	0,94
4A112MA6Y3	3,0	0,81	7,4	3	104,7	2,07	1,88	2,98	56,61	0,958	0,94
4A112MB8Y3	3,0	0,795	7,7	4	78,5	1,87	2,36	4,84	45,56	0,958	0,94

При дослідженні розраховувались сумарні втрати потужності в електродвигунах у функції кутової швидкості обертання за умови їх збудження номінальним струмом. Результати розрахунків представлені на рис.1.

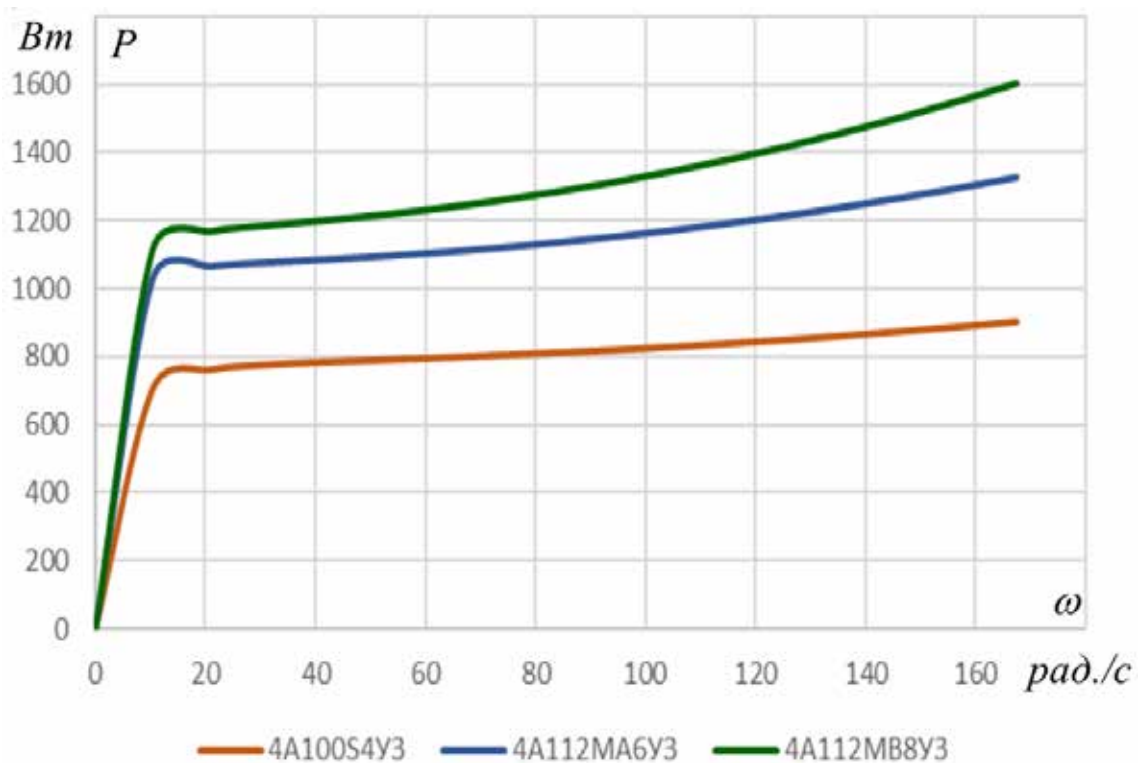


Рис. 1. Сумарні втрати потужності в асинхронних двигунах при перетворенні енергії вітру у теплоту у режимі динамічного гальмування

Аналіз залежностей $P = f(\omega, p)$, наведених на рис.1, показує:

1) кількість активної потужності, яка виділяється у вигляді втрат в асинхронному двигуні вітротеплогенератора, що працює в режимі динамічного гальмування, зростає при збільшенні кількості пар полюсів електродвигуна;

2) кількість активної потужності, яка виділяється у вигляді втрат в асинхронному двигуні вітротеплогенератора, що працює в режимі динамічного гальмування, майже не змінюється у робочому діапазоні швидкостей обертання його валу;

3) при перетворенні механічної енергії асинхронного двигуна вітротеплогенератора у теплоту в режимі динамічного гальмування його номінальна потужність використовується приблизно на 40 – 50 %.

Висновки. Таким чином, результати дослідження вказують на можливість використання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором для перетворення енергії вітру у теплоту при його роботі в режимі динамічного гальмування; при цьому коефіцієнт використання потужності електродвигуна дорівнює 0,4 – 0,5.

Список використаних джерел

1. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В.

Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. 984 с.

2. Овчаров В.В., Вовк О.Ю. Дослідження електродвигуна – нагрівача рідини. Праці ТДАТУ. 2012. Вип.12, Т.2. С. 117–123.

3. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Яковлев В.Ф. Аналітичне порівняння методів визначення усталеного перевищення температури обмоток статора асинхронного електродвигуна. Вісник СНАУ. 2011. №8(23). С.114–116.

4. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Дослідження втрат активної потужності в асинхронному електродвигуні. Науковий вісник ТДАТУ. 2017. Вип.7, Т.1. С. 126–134.

5. Вовк О. Ю. Сталий процес нагрівання асинхронного електродвигуна. Праці ТДАТА. 2002. Вип.5. С. 62–66.

6. Квітка С.О., Вовк О. Ю., Квітка О. С. Математична модель теплового стану асинхронного електродвигуна у нестаціонарних режимах. Вісник ХНТУСГ. 2016. Вип.175. С. 140–142.

7. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Розрахункове визначення втрат активної потужності в асинхронних електродвигунах за паспортними даними. Вісник ХНТУСГ. 2017. Вип.186. С.80–82.

8. Овчаров В.В., Вовк О.Ю. Загальна електротехніка: Навчальний посібник. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2018. 310 с.

9. Вовк О.Ю. Електротехніка: Навчальний посібник. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 203 с.

УДК 621.316.929

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕЧНОСТІ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО РЕЖИМУ ПРИ ОБРИВІ ФАЗИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Попова І. О., к.т.н.,

*Таврійська державна агротехнічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя.*

Постановка проблеми. Виникнення несиметрії фазних напруг і розрив фазного проводу обмотки статора, з'єднаної зіркою є однією з основних причин виходу з ладу асинхронних двигунів, бо до специфічних умов експлуатації асинхронних двигунів в АПК варто віднести низьку якість електроенергії [1].

Несиметрія напруг мережі проявляється в різкому погіршенні техніко-економічних характеристик асинхронних двигунів, зниженні експлуатаційної надійності і скороченні терміна служби