

## 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, Україна.*

**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:

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

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

$$DP_{mx} = (0,1 - 0,01p) \frac{P_n}{h_n} - P_n \frac{\omega w \ddot{\omega}}{\omega e w_0 \ddot{\omega}}; \quad (3)$$

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

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

де  $DP_{e1}$ ,  $DP_{e2}$ ,  $DP_{mx}$ ,  $DP_{\delta}$  – втрати потужності відповідно в обмотці статора, в обмотці ротора, механічні і додаткові,  $Вт$ ;  $DP$  – сумарні втрати потужності,  $Вт$ ;  $k_e$  – 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,  $Ом$ ;  $x_m$  – індуктивний опір взаємної індукції,  $Ом$ ;  $r_2$  – активний опір обмотки ротора, приведений до обмотки статора,  $Ом$ ;  $w$ ,  $w_0$  – відповідно поточна і синхронна кутові швидкості асинхронного двигуна,  $рад/с$ ;  $p$  – кількість пар полюсів асинхронного двигуна;  $P_n$  – номінальна потужність асинхронного двигуна,  $Вт$ ;  $h_n$  – номінальний коефіцієнт корисної дії асинхронного двигуна.

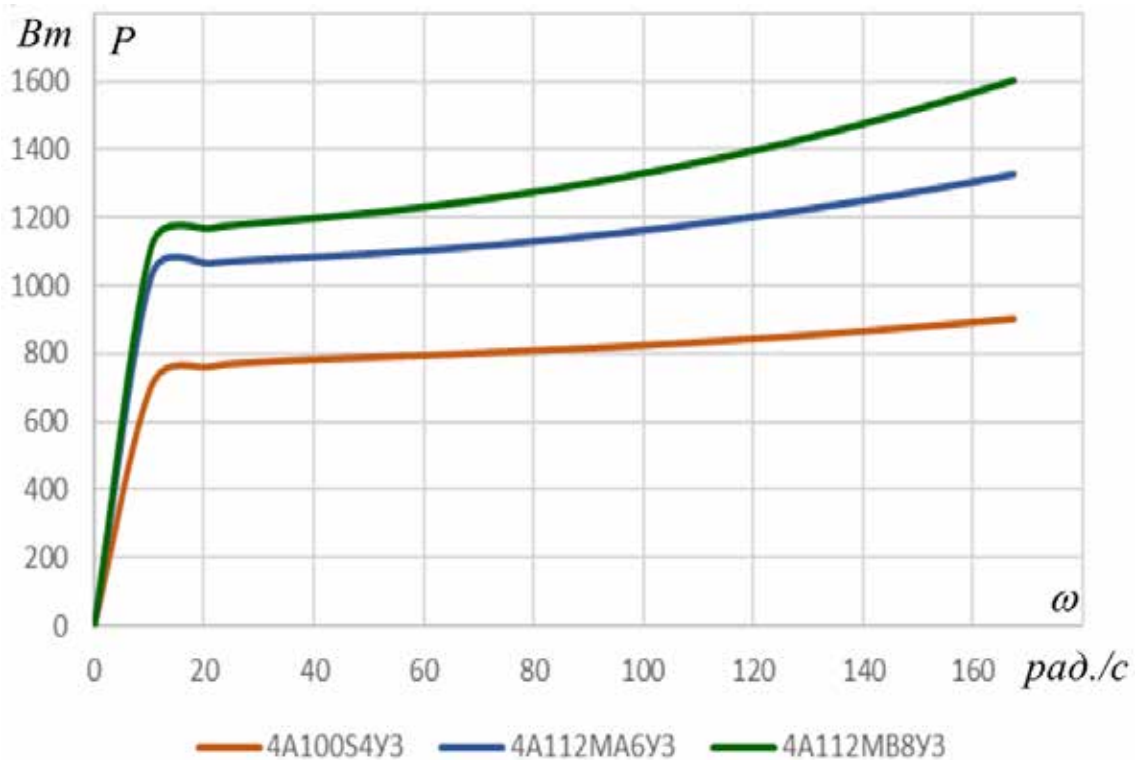
Для дослідження кількості теплоти, яке виділяється при вказаній вище роботі асинхронного двигуна, було обрано електродвигуни 4A100S4Y3, 4A112MA6Y3 та 4A112MB8Y3, які згідно [8, 9] мають паспортні дані, наведені в таблиці 1.

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	$x_m$ , 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 вітропелюгогенератора, 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 вітропелюгогенератора, що працює в режимі динамічного гальмування, майже не змінюється у робочому діапазоні швидкостей обертання його валу;
- 3) при перетворенні механічної енергії асинхронного двигуна вітропелюгогенератора 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 нестационарних 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.