

ВПЛИВ СИМЕТРИЧНИХ ПРОВАЛІВ ЖИВЛЯЧОЇ НАПРУГИ НА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ПРИВОДІВ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Вовк О.Ю., к.т.н.

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

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку промисловості для приводу насосних агрегатів використовують електроприводи з асинхронними двигунами [1]. Такі електродвигуни є конструктивно надійними і енергетично ефективними, але їх експлуатація в даний час пов'язана з деякими проблемами [2]. Однією з них є живлення асинхронних двигунів неякісної електроенергією. Суттєвий вплив на якість електроенергії здійснюють провали живлячої напруги [3, 4]. Найбільше вони виникають у віддалених від джерел електроенергії об'єктів, до яких, наприклад, відносяться насосні агрегати станцій підкачки у водопостачанні. Навіть незначні відхилення якості живлячої напруги призводять до негативних наслідків, пов'язаних зі старінням ізоляції і зниженням таких енергетичних показників роботи асинхронних двигунів як коефіцієнт корисної дії і коефіцієнт потужності [5, 6]. При відхиленні напруги в мережі від номінального значення активна потужність на валу асинхронного двигуна приводу насосного агрегату залишається практично постійною, а втрати активної потужності в ньому змінюються [7, 8]. Існуючі пристрої діагностування і захисту не в повній мірі дозволяють нівелювати прояви провалів напруги [9, 10], тому дуже часто це призводить до зміни енергоспоживання електродвигуна і, як наслідок, до зміни собівартості продукції.

Основні матеріали дослідження. З метою встановлення впливу симетричних провалів живлячої напруги на втрати потужності в асинхронних двигунах приводів насосних агрегатів був проаналізований процес електромеханічного перетворення енергії у електродвигуні на базі його механічної характеристики і механічної характеристики насосу з урахуванням Г-подібної схеми заміщення двигуна. В результаті отримано рівняння ковзання асинхронного двигуна у функції коефіцієнтів зниження напруги і завантаження:

$$s = 1 + \frac{k_U^2}{k_3} \times \frac{(1 - s_H)^2}{2 \times s_H \times (1 - M_{0*})} - \sqrt{1 + \frac{k_U^2 (1 - s_H)^2 (k_U^2 \times (1 - s_H)^2 + k_3 s_H (1 - M_{0*}))}{4 \times k_3^2 \times s_H^2 \times (1 - M_{0*})^2} - \frac{1 - M_{0*} \times s_H}{1 - M_{0*}}}, \quad (1)$$

де s , s_H – відповідно поточне і номінальне ковзання електродвигуна; k_U , k_3 – коефіцієнти відповідно зниження живлячої напруги і завантаження; M_{0*} – відношення моменту зрушення насосного агрегату до його номінального момент опору,

а також рівняння сумарних втрат потужності в електродвигуні у функції коефіцієнтів зниження напруги і завантаження та ковзання:

$$DP = k_U^2 \times DP_{const.H} + \frac{r_1^2 + \frac{r_2^2}{s} + (x_1 + x_2)^2}{s} \times DP_{var.H}, \quad (2)$$

де DP – сумарні втрати потужності в асинхронному двигуні, $Вт$; $DP_{const.H}$, $DP_{var.H}$ – відповідно постійні і змінні втрати активної потужності в електродвигуні при номінальній напрузі та номінальному завантаженні, $Вт$; r_1 , r_2 , x_1 , x_2 – параметри Г-подібної схеми заміщення електродвигуна, $Ом$.

Дослідження сумарних втрат активної потужності численно проведено для асинхронного двигуна 4A100S2 при $k_3 = 0...1$ та $k_U = 1,0; 0,9; 0,7$. Результати цих розрахунків наведено на рис.1.

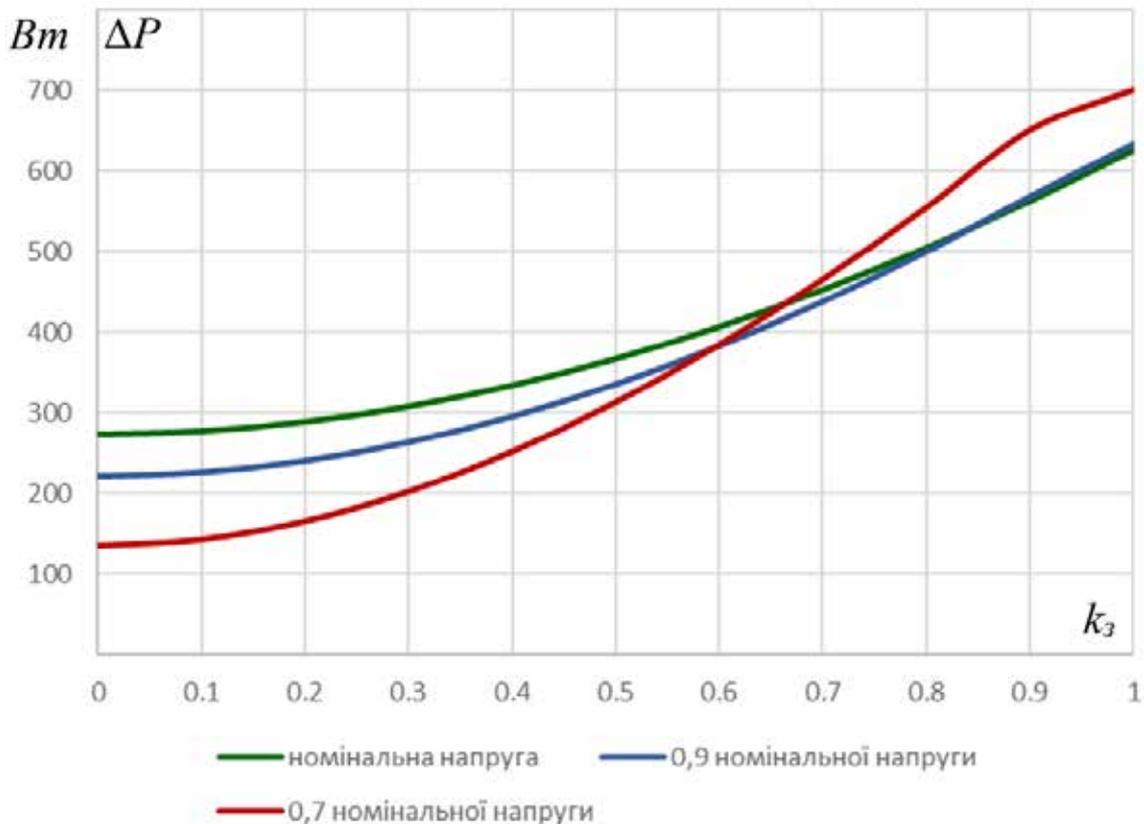


Рис. 1. Залежності втрат потужності в асинхронному двигуні у функції живлячої напруги і завантаження

Аналіз залежностей $DP = f(k_U, k_z)$, наведених на рис.1, показує:

1) за провалу напруги до 90 % від номінального значення електродвигун буде споживати номінальну потужність при завантаженні на 85 %;

2) за провалу напруги до 70 % від номінального значення електродвигун буде споживати номінальну потужність при завантаженні на 65 %;

3) узагальнено можна сформулювати, що при провалі напруги на x % асинхронний двигун споживає номінальну потужність при завантаженні $x - 5$ %.

Висновки. Таким чином, результати дослідження показують: симетричні провали живлячої напруги на x % призводять до того, що асинхронний двигун приводу насосного агрегату споживає з мережі номінальну потужність при завантаженні $x - 5$ %.

Список використаних джерел

1. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Періодичний контроль функціонального стану асинхронних електродвигунів за енергетичними показниками. *Праці ТДАТУ*. 2020. Вип.20, Т.4. С. 115–125.

2. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Безменнікова Л.М. Обґрунтування параметрів функціонального стану асинхронних електродвигунів. *Праці ТДАТУ*. 2008. Вип.8, Т.9. С. 129–137.
3. 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.
4. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Теплова модель асинхронного електродвигуна в стаціонарних режимах. *Вісник ХНТУСГ*. 2015. Вип.164. С. 118–120.
5. Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. Вплив відхилення напруги живлячої мережі на втрати активної потужності в асинхронному електродвигуні. *Вісник ХНТУСГ*. 2015. Вип.164. С. 121–123.
6. Вовк О.Ю., Квітка С.О. Енергозберігаюче керування асинхронними електродвигунами прикладеною напругою. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2020. Вип.10, Т.2. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-27
7. 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.
8. 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.
9. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. *Вісник ХНТУСГ*. 2014. Вип.153. С. 85–87.
10. Квітка С.О., Вовк О.Ю., Квітка О.С. Пристрій контролю функціонального стану і захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. *Вісник ХНТУСГ*. 2017. Вип.186. С. 90–92.