

Researching of efficient and economic performances engine work of the agricultural machine by using a different kinds of seed oil

Dotsenko S.M.¹, Bilous I.V.²

Pervomaisk branch of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Pervomaisk, Ukraine

Abstract. Intensive price growth on the diesel fuel for last years and self cost rising agricultural production causes researching of projects of using seed oil. In this article there will be a speech about diesel engine work on the oils that extracted from seed and have done comparing of main effective and economical indicators of diesel engine work as on traditional fuel so on alternative kind of fuels.

Key words: diesel engine, seed fuel, agricultural machinery, economic indicators, effective indicators.

УДК 621.313.33

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РІВНЯНЬ СТРУМІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПІДВИЩЕНОЇ БЕЗВІДМОВНОСТІ В АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ

Жежело А.О.¹

*¹аспірант кафедри суднових електроенергетичних систем Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
korona372@gmail.com*

Анотація У роботі виконано формування та аналіз рівнянь струмів в асинхронних двигунах підвищеної безвідмовності. Розглянуто такі аварійні режими як: коротке замикання, обриви фази і секції обмотки. Наведено порядок переходу від однієї системи рівнянь до іншої при комутації обмотки.

Ключові слова: асинхронний двигун з підвищеною безвідмовністю, коротке замикання, обрив фази, аварійний режим.

Викладення основного матеріалу

Асинхронний двигун підвищеної безвідмовності (АДПБ) відрізняється своєю конструкцією виконання обмотки, від звичайних асинхронних двигунів [1]. Кожна фаза АДПБ має кількість паралельних гілок, що дорівнює кількості секцій фази обмотки. З кожною секцією послідовно вмикаються як зі сторони початку фази так і наприкінці пари напівпровідникових комутаторів та датчики струму. Така особливість виконання обмотки забезпечує ізольований контроль і захист кожної секції, що майже повністю нівелює вплив пошкодження окремої секції на працездатність інших та дозволяє в окремих випадках зберегти форму поля, яка наближена до кругової.

Для розуміння як будуть впливати на роботу АДПБ такі аварійні режими як міжвиткове коротке замикання, та обрив фази (секції) [2], потрібно сформулювати відповідні математичні моделі, в тому числі рівняння струмів, а також проаналізувати їх. Зазначений набір аварійних режимів передбачає також перехід з одного стану АДПБ в інший, якщо вплив міжвиткового короткого замикання буде більш негативний, ніж відключення секції в якій сталося це замикання, то можливий перехід до режиму відключення секції обмотки, а відповідно необхідно мати системи рівнянь струмів для міжвиткового короткого замикання та режиму відключення секції обмотки.

1. Система рівнянь струмів в АДПБ при міжвитковому короткому замиканні

Система рівнянь струмів в АДПБ при міжвитковому короткому замиканні формується на основі системи рівнянь для асинхронного двигуна в загальмованій системі координат [3].

Система рівнянь струмів для АДПБ при міжвитковому короткому замиканні:

$$\begin{aligned}\Psi_{sA} &= L_{sA} \cdot i_{sA} + i_{rA} \cdot M + i_{sAk} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rB} + i_{rC}); \\ \Psi_{sAk} &= L_{sAk} \cdot i_{sAk} + i_{sA} \cdot M + i_{rA} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rC} + i_{rB}); \\ \Psi_{sB} &= L_s \cdot i_{sB} + i_{rB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{sA} + i_{sC} + i_{sAk}); \\ \Psi_{sC} &= L_s \cdot i_{sC} + i_{rC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{rB} + i_{sA} + i_{rA} + i_{sAk}); \\ \Psi_{rA} &= L_r \cdot i_{rA} + i_{sA} \cdot M + i_{sAk} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{sC} + i_{rB} + i_{rC}); \\ \Psi_{rB} &= L_r \cdot i_{rB} + i_{sB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{sA} + i_{sC} + i_{sAk}); \\ \Psi_{rC} &= L_r \cdot i_{rC} + i_{sC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{sB} + i_{rB} + i_{sA} + i_{rA} + i_{sAk});\end{aligned}$$

де: Ψ_s, Ψ_r – потокозчеплення статора і ротора відповідно; $L_s, L_r, L_{sA}, L_{sAk}$ – індуктивності статора, ротора, фази А та кз фази А відповідно; i_{sA}, i_{rA}, i_{sAk} – струм статора, та струм короткого замикання фази А відповідно.

Як видно з системи рівнянь при міжвитковому короткому замиканні, в ній додатково присутній струм короткого замикання, який впливає на роботу всієї системи.

2. Система рівнянь струмів для АДПБ при обриві фази

Для моделювання перехідних процесів при обриві фази в статорі необхідно враховувати, що струми фаз які залишилися неушкодженими, відповідають одному і тому же струму – статора, який при обриві фази статора відповідає струму навантаження подвійного опору, яке підключено на лінійну напругу, що має місце при вмиканні обмоток статора у зірку [4].

Тому для системи рівнянь струмів АДПБ для номінального режиму:

$$\begin{aligned}i_{sA} &= \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sB}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sA} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_{rA} - \Psi_{rB} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'}; \\ i_{sB} &= \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sA}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sB} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_{rB} - \Psi_{rA} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'}; \\ i_{sC} &= \frac{(\Psi_{sA} + \Psi_{sB}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sC} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_{rC} - \Psi_{rB} - \Psi_{rA}) \cdot M}{a'}; \\ i_{rA} &= \frac{(\Psi_{rC} + \Psi_{rB}) \cdot M \cdot x_s + \Psi_{rA} \cdot b'}{a' \cdot x_r} - \frac{(2 \cdot \Psi_{sA} - \Psi_{sB} - \Psi_{sC}) \cdot M}{a'}; \\ i_{rB} &= \frac{(\Psi_{rC} + \Psi_{rA}) \cdot M \cdot x_s + \Psi_{rB} \cdot b'}{a' \cdot x_r} - \frac{(2 \cdot \Psi_{sB} - \Psi_{sA} - \Psi_{sC}) \cdot M}{a'}; \\ i_{rC} &= \frac{(\Psi_{rA} + \Psi_{rB}) \cdot M \cdot x_s + \Psi_{rC} \cdot c'}{a' \cdot x_r} - \frac{(2 \cdot \Psi_{sC} - \Psi_{sB} - \Psi_{sA}) \cdot M}{a'};\end{aligned}$$

виконуються наступні зміни:

$$\begin{aligned}i_{sA} &= \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sA}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sB} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_{rB} - \Psi_{rA} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'} - \\ &\quad - \frac{(\Psi_{sC} + \Psi_{sA}) \cdot M \cdot x_r + \Psi_{sB} \cdot c'}{a' \cdot x_s} - \frac{(2 \cdot \Psi_{rB} - \Psi_{rA} - \Psi_{rC}) \cdot M}{a'}; \\ i_{sB} &= -i_{sA}; \\ i_{sC} &= 0;\end{aligned}$$

де:

$$\begin{aligned}a' &= 4 \cdot M^2 - M \cdot L_r - M \cdot L_s - 2 \cdot L_r \cdot L_s; \\ b' &= 2 \cdot M^2 - M \cdot L_r + M \cdot L_s - 2 \cdot L_r \cdot L_s; \\ c' &= 2 \cdot M^2 + M \cdot L_r - M \cdot L_s - 2 \cdot L_r \cdot L_s; \\ M &= x_{\mu}.\end{aligned}$$

3. Система рівнянь струмів для АДПБ при обриві секції

При іншому аварійному режимі, а саме обриві секції фази відключається не вся фаза, а тільки її секція або секції. Це надає можливість двигуну працювати далі при більш наближеному до номінального режиму, а ніж при обриві всієї фази. Цей режим є важливим для аналізу роботи АДПБ, адже можливий не тільки при аварійному режимі, а й при номінальній роботі. Рівняння розрахунку струмів при обриві секції фази А обмотки статора АДПБ:

$$\begin{aligned}\Psi_{SA} &= L_{SA} \cdot i_{SA} + i_{rA} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{SB} + i_{SC} + i_{rB} + i_{rC}); \\ \Psi_{SB} &= L_S \cdot i_{SB} + i_{rB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{SA} + i_{SC}); \\ \Psi_{SC} &= L_S \cdot i_{SC} + i_{rC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{SB} + i_{rB} + i_{SA} + i_{rA}); \\ \Psi_{rA} &= L_r \cdot i_{rA} + i_{SA} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{SB} + i_{SC} + i_{rB} + i_{rC}); \\ \Psi_{rB} &= L_r \cdot i_{rB} + i_{SB} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{rA} + i_{rC} + i_{SA} + i_{SC}); \\ \Psi_{rC} &= L_r \cdot i_{rC} + i_{SC} \cdot M - \frac{1}{2} \cdot M \cdot (i_{SB} + i_{rB} + i_{SA} + i_{rA});\end{aligned}$$

де

$$\begin{aligned}L_S &= L_{S\sigma} + M; \\ L_r &= L_{r\sigma} + M.\end{aligned}$$

При обриві секції статора, опір $L_{S\sigma}$ потрібно помножити на коефіцієнт відключення секції обмотки статора:

$$k_s = \frac{a_{ds}}{a_s},$$

де a_s – загальна кількість секцій фази обмотки статора; a_{ds} – кількість робочих секцій фази обмотки статора.

Висновок: були сформовані рівняння струмів, в АДПБ в таких аварійних режимах як: міжвиткове коротке замикання, обрив фази і обрив секції фази. При міжвитковому короткому замиканні, до системи додається додатковий контур зі струмом короткого замикання, який суттєво впливає на всю систему. Завдяки особливості конструкції обмотки АДПБ секцію з міжвитковим коротким замиканням можливо відключити і перейти до рівнянь обриву секції.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Жежело А.О., Кімстач О.Ю. Удосконалена схема підключення обмоток асинхронних двигунів підвищеної безвідмовності // Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених. – Миколаїв, 2018. – С. 72-73.
- [2] Жежело А.О., Кімстач О.Ю. Ідентифікація перехідних процесів в асинхронних двигунах підвищеної безвідмовності // Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2019. – Вип. 3 (70) – С. 39-48.
- [3] Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин / М.: Высш. шк., 2001. – 327 с 4. Кімстач О.Ю., Жежело А.О., Кузьома В.Ю. Моделювання асиметричних динамічних режимів трифазних трансформаторів/ Вісник ХНТУ №2(77), 2021р. – С. 20-29.

Peculiarities of formation of current equations for induction motors of improved reliability in emergency modes

Zhezhelo A.O.¹

¹PhD student of the Department of Ship Power Systems Admiral Makarov National University of Shipbuilding

Abstract. In the paper, the formation and the analysis of current equations for induction motors of improved reliability have been executed. Such emergency modes as short circuit, phase failure and winding sections failure are considered. The procedure of transformation of current equations has given when the winding switching is taking place.

Keywords: induction motor of improved reliability, emergency mode, short circuit, phase failure.