

15. На рис. 1 показана схема збудника БАСМ, приведені параметри схеми. На рис. 2 показані почасові діаграми напруг і струмів. Дайте характеристику збудника, приведіть аналіз результатів досліджень.

На рис.1 показана схема каскадного збудника БАСМ на базі безпосереднього перетворювача частоти з природною комутацією та модульованою напругою (БПЧПМ).

Число пар полюсів основної електричної машини (ОЕМ) $p = 2$, ковзання $s = 0.08$. При частоті мережі $f = 50$ Гц частота ковзання $f_s = f \cdot s = 50 \cdot 0.08 = 4$ Гц.

Каскадний збудник складається з двох асинхронних збудників. Число пар полюсів обох збудників $p_w = 6$. На статорні обмотки збудників подається трифазна напруга з частотою f_s , напрями обертання полів протилежні. На роторі кожного збудника знаходяться три трифазні групи обмоток, в яких наводяться ЕРС (джерел живлення).

$$\begin{array}{l} \text{ЕРС роторних обмоток} \\ \text{(ЕРС джерел живлення):} \end{array} \quad \begin{array}{ll} e_{a1} = E_{m1} \sin(\omega_1 t) & e_{a2} = E_{m2} \sin(\omega_2 t) \\ e_{b1} = E_{m1} \sin(\omega_1 t - 120); & e_{b2} = E_{m2} \sin(\omega_2 t - 120) \\ e_{c1} = E_{m1} \sin(\omega_1 t + 120) & e_{c2} = E_{m2} \sin(\omega_2 t + 120), \end{array}$$

де $E_{m1} = E_{m2} = 66$ В, $\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot f_1$, $\omega_2 = 2 \cdot \pi \cdot f_2$,
 $f_1 = (p_w/p) \cdot f_c \cdot (1-s) - f_s = 134$ Гц, $f_2 = (p_w/p) \cdot f_c \cdot (1-s) + f_s = 142$ Гц.

В режимі холостого ходу на вхід трьох фазних ТП подаються биття напруг:

$$\begin{array}{l} e_{aA} = e_{a1} + e_{a2} = E_m \sin(\omega_3 t) \cdot \cos(\omega_6 t) \\ e_{bA} = e_{b1} + e_{b2} = E_m \sin(\omega_3 t - 120) \cdot \cos(\omega_6 t) \quad ; \\ e_{cA} = e_{c1} + e_{c2} = E_m \sin(\omega_3 t + 120) \cdot \cos(\omega_6 t) \\ \\ e_{aB} = e_{b1} + e_{c2} = E_m \sin(\omega_3 t) \cdot \cos(\omega_6 t - 120) \\ e_{bB} = e_{c1} + e_{a2} = E_m \sin(\omega_3 t - 120) \cdot \cos(\omega_6 t - 120) \quad ; \\ e_{cB} = e_{a1} + e_{b2} = E_m \sin(\omega_3 t + 120) \cdot \cos(\omega_6 t - 120) \\ \\ e_{aC} = e_{c1} + e_{b2} = E_m \sin(\omega_3 t) \cdot \cos(\omega_6 t + 120) \\ e_{bC} = e_{a1} + e_{c2} = E_m \sin(\omega_3 t - 120) \cdot \cos(\omega_6 t + 120) \\ e_{cC} = e_{b1} + e_{a2} = E_m \sin(\omega_3 t + 120) \cdot \cos(\omega_6 t + 120), \end{array}$$

де $E_m = E_{m1} + E_{m2}$, частота заповнення (частота джерела живлення) $f_3 = f_i = (f_1 + f_2)/2 = 138$ Гц, частота биття напруг (частота навантаження) $f_6 = f_n = |f_1 - f_2|/2 = 4$ Гц, $\omega_3 = 2\pi \cdot f_3$, $\omega_6 = 2\pi \cdot f_6$.

БПЧПМ досліджується в програмі Micro Cap при двох способах з'єднання обмоток:

комбінований спосіб з'єднання, при якому в 3 нульові точки з'єднуються обмотки з однаковою фазою частоти заповнення, $Z = 10\text{MEG}$ (рис.1);

з'єднання обмоток в загальну нульову точку ($Z = 0$).

В БПЧПМ застосований комбінований спосіб управління тиристорами. Сигнали управління на зустрічно включені тиристори (su на рис. 2) подаються спільно при струмі навантаження меншому струму уставки i_u та роздільно – в інших випадках. Частота управління $f_u = f_i$. Тривалість сигналів управління $T_{su} = 120^\circ$.

При $Z = 10\text{MEG}$ та коефіцієнті потужності навантаження БПЧПМ $\cos \varphi_n \geq 0.866$ ($\varphi_n \leq 30^\circ$) струм навантаження можна регулювати кутом управління тиристорами α_u . Це підтверджується діаграмами напруг і струмів, які показані на рис. 2,а та рис. 2,б. Дослідження проведені при кутах управління тиристорами $\alpha_u = 0$ та $\alpha_u = 60^\circ$. Відзначимо високу якість струмів навантаження в обох випадках.

Перетворювач непрацездатний при з'єднання всіх обмоток джерела живлення в загальну нульову точку ($Z = 0$). Це підтверджується діаграмами напруг і струмів, які показані на рис. 2,в та рис. 2,г. При $\alpha_u = 0$ (рис. 2,в) спостерігається істотне спотворення напруг (u_{na} , u_{nb} , u_{nc}) та струмів (i_{na} , i_{nb} , i_{nc} , i_{a1} , i_{a2} , i_{a3}) перетворювача. При $\alpha_u = 5$ при переході струму навантаження через нуль миттєве значення струму короткого замикання джерела живлення до 10 разів перевищує амплітуду струму навантаження.