

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ В МЕРЕЖІ, ЯКА ЖИВИТЬ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИЙ ПРИВОД КРАНОВИХ УСТАНОВОК

Близько 70% електроенергії, що виробляється, споживають електродвигуни змінного струму. Велике розповсюдження електродвигунів змінного струму для приводу механізмів різних систем обумовлене простотою, надійністю і відносно невеликою вартістю цих машин.

Продуктивність сучасних машин і агрегатів багато в чому залежить від технічного рівня розвитку автоматизованого електроприводу, до якого висуваються все зростаючі вимоги. Однією з основних вимог є плавне регулювання швидкості обертання. Найекономічнішим способом плавного регулювання швидкості короткозамкнутих асинхронних двигунів, які забезпечують необхідні статичні і динамічні характеристики приводу є частотне регулювання.

В останній час спостерігається підвищений інтерес до створення і дослідження частотно-регульованого приводу. Одним з перспективним є дволанковий перетворювач частоти (ПЧ) з автономним інвертором напруги (АІН-ІШМ). В роботі для кранів з ЧРП, що працюють в повторно-короткочасному режимі, во вхідній ланки ПЧ використовується загальний випрямляч з рекуперацією електричної енергії за схемою «прозорого».

Мережа живлення кранових установок, імітується послідовними $R_i L_i$ ланцюжками з відповідними індуктивністю і активним опором: трансформатора - $R_{TR} L_{TR}$, кабельною лінією - $R_{KL} L_{KL}$, ділянками шин $R_T L_T$. Імітаційну модель ПЧ крана було розроблено в середовищі MatLAB/Simulink, рис. 2. Встановлена потужність крана $P_{yem} = 342$ кВт (вантажопідйомністю 16т).

Аналіз електромагнітних процесів в живильній мережі виконувався на основі моделювання з урахуванням наступних припущень [1]:

а) високочастотні пульсації напруги на конденсаторі фільтра від струмів інверторів, що живлять двигуни, не враховуються;

б) m- АІН-ІШМ та відповідно m- двигунів замінені загальним (еквівалентним) джерелом струму в режимі споживання або в режимі генерації;

в) IGBT-транзистори з діодами розглядаються як ключі, з двосторонньою провідністю.

В процесі моделювання виявлено, що у режимі споживання максимальне значення вхідного струму має п'ята гармоніка, а у режимі рекуперації – сьома гармоніка. Значення вищих гармонійних вхідного фазного струму в режимі споживання (при струмі інвертора $I_i = 500$ А) $I_5 = 39\%$; $I_7 = 12\%$ при індуктивності мережі $U_{\text{кз}} (S_{\text{мч}}) = 3,1 \%$

Найпростішим та найдешевшим пристроєм по зниженню вищих гармонійних в живлячій мережі є реактор.

Встановлення реакторів з $U_{\text{кз}} \approx 4,5\%$ на крані суттєво знижує значення вищих гармонійних і покращує коефіцієнт гармонік THD_I в живлячій мережі.

Також було досліджено електромагнітні процеси в мережі, що живить групу кранів. Електроживлення чотирьох порталних кранів здійснюється від ПС з трансформатором ТМ-1600/10. З'єднання довжиною 150 м між трансформатором і початком шин з виконано через 12 кабельних ліній ($3 \times 185 + 1 \times 150$) мм². По довжині шин перерізом $2(120 \times 10)$ $I_{\text{ном}} = 3200$ А розташовані колонки (№1-№4) через 35-40 м. Розрахункова потужність яка живить нелінійне навантаження (ПЧ кранів) $P_{\text{розр}} = 70\%$ від потужності трансформатора ПС.

Значення THD_I на розподільному пункті - 0,4 кВ сягає до 27,6% та 31,5% в режимі споживання та рекуперації номінального струму інвертора та при встановлення вхідного реактору з $U_{\text{кз}} \approx 4,5 \%$ на кожному крані. Коефіцієнт спотворення напруги (K_U) сягає 5,3 та 7,9 %, відповідно в режимі споживання та рекуперації що відповідає умовам стандарту МЕК, та ГОСТ 13109-97 [2-4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Немикіна О. В. Підвищення ефективності системи електроживлення кранів з частотно-регульованим приводом [Текст]: дис. на здобуття наук. ступеня канд.техн. наук : 05.09.03 / Немикіна Ольга Володимирівна. – Одеса, 2016. – 148 с.
2. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Электромагнитная совместимость технических средств. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Издание официальное. Киев: Госстандарт Украины, 1999.- 31С.
3. Electromagnetic Compatibility (EMC) of Technical Equipment, IEC 61800-3:2012 International Standard, 2012.
4. Limitation of Emission of Harmonic Currents in low Voltage Power Supply Systems for Equipment with rated Current Greater than 16 A Per Phase, IEC 61000-3-12:2004 International Standard, 2004.