

УДК 692.92

Махлін П.В.

канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У МЕРЕЖАХ З ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИМИ УСТАНОВКАМИ

На заводах чорної та кольорової металургії та підприємствах хімічної промисловості, де технологічний процес проводиться постійному струмі широке застосування системи випрямленого струму з використанням вентильних перетворювачів. Особливістю роботи таких споживачів є вплив їх на якість електроенергії живильних мереж. У свою чергу нормальна робота електроустаткування залежить від якості електроенергії живильної системи. Такий взаємний вплив електрообладнання та живильної системи визначають терміном «електромагнітна сумісність». Актуальною задачею є зменшення впливу перетворювальних установок на мережі

Характерною особливістю роботи вентильних перетворювачів є генерація вищих гармонійних складових у напрузі. Для дослідження впливу таких установок проведемо розрахунок вищих гармонічних складових напруги в електричній мережі за формулою:

$$U_{vd} = Z_{vd} I_{vd} \Sigma , \quad (1)$$

де U_{vd} – напруга v -ї гармоніки на затискачах d –ї ланки, Z_{vd} – повний опір ланки на частоті цієї гармоніки, $I_{vd\sum}$ – сума гармонічних складових струму у d -ій ланці, що обумовлена дією всіх джерел вищих гармонік.

Струм v -ї гармоніки в d –ї ланки, обумовлена напругою r -ї ланки I_q розраховується за формулою:

$$I_{vd} = k_{vpd} I_{vp}, \quad (2)$$

де k_{vpd} – коефіцієнт розподілу напруги v -ї гармоніки між r -ї і d -ї ланками схеми заміщення.

Підсумовування вищих гармонік напруги нелінійних навантажень, підключених до різних секцій (системам шин) одної або декількох підстанцій, в кожній ланці схеми заміщення проводиться з урахуванням характеру нелінійного навантаження. Для 12-пульсної випрямної установки достатньо обмежитися розрахунком 25-ї гармонічної складової.

Як показали розрахунки коефіцієнт спотворення синусоїди напруги для потужних споживачів перевищує допустиме значення – більше 5%, і треба вводити фільтро-компенсуючі пристрої – фільтри вищих гармонічних складових.

Для потужних споживачів на випрямленому струмі вибрані фільтри вищих гармонічних складових 3-ї, 5-ї, 7-ї та 11-ї гармонік. При резонансі струмів у вузлі мережі з боку вищої напруги за частотою v -ї гармоніки опір мережі виявляється чисто активним. У цьому випадку найбільше значення коефіцієнта спотворення синусоїди напруги:

$$k_{HC}^{max} = -\frac{1}{k_R} \sqrt{\sum_{v=2}^n [I_{v\Sigma} * v\sqrt{v}]^2}, \quad (3)$$

де $k_R = R_k / X_k$ – еквівалентні активний і індуктивний опору короткого замикання у вузлі; $I_{v\Sigma} *$ – відносне значення сумарного струму v -ї гармоніки джерел; n – номер останньої з врахованих гармонік.

В результаті проведених досліджень при введенні фільтрів вищих гармонічних складових знизився рівень 11-ї та 13-ї гармонічних складових напруги, а також зменшився коефіцієнт спотворення синусоїди напруги до нормованого значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ІЕС 61000-2-2-2001. Електромагнітна сумісність. Частина 2. Електромагнітне оточення. Розділ 2. Рівні сумісності для низько-частотних кондуктивних завад та сигналів систем передавання в низьковольтних електропостачальних системах загального призначення (ІЕС 61000-2-2:1990, IDT).
2. Сенько В.І. Силова перетворювальна техніка. Конспект лекцій. Навчальний посібник Електронне мережне навчальне видання/ В.І. Сенько, К.В. Трубіцин. В.І.Чибеліс. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського.- 2022р. –241с.