

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 539.421:620.179.17

О.І. Запорожець, д-р техн. наук, проф.
В.А. Глива, канд. техн. наук, доц.
В.І. Клапченко, канд. техн. наук, доц.
Г.Д. Потапенко, канд. фіз.-мат. наук, доц.
А.В. Лук'янчиков, асист.

**СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА БЕЗПЕКА
В ЕНЕРГОНАСИЧЕНИХ БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ**

Досліджено умови виникнення електромагнітних забруднень від незбалансованих струмів і струмів витоку в промислових мережах електропостачання енергонасичених будівель і споруд.

Researching of origin terms of electromagnetic contaminations from the unbalanced currents and leak currents in the industrial networks of electric supply of structures and buildings saturated energy.

Постановка проблеми

Численні публікації в засобах масової інформації наводять результати досліджень щодо негативного впливу на здоров'я людей потужних радіопередавальних пристроїв, ліній електропередач, засобів бездротового зв'язку тощо. Проте майже ніде не розглядається проблема суттєвого впливу на здоров'я систем електропостачання будівель і споруд, у приміщеннях яких люди проводять більшу частину життя.

Постає проблема – встановити рівні та джерела електромагнітного забруднення в системах електроживлення та запропонувати організаційно-технічні заходи щодо підвищення рівня електромагнітної безпеки.

Аналіз досліджень і публікацій

Фахівці в електротехніці й охороні праці та безпеці життєдіяльності звертають увагу на суттєвий вплив мереж електроживлення на електромагнітну обстановку у виробничих, адміністративних та житлових приміщеннях [1; 2].

Постійне підвищення насиченості виробничих, адміністративних та житлових приміщень електричною та електронною технікою різного призначення викликає збільшення навантаження на силову електромережу. Це веде до зростання електрострумів і генерованих ними електромагнітних полів до гігієнічно значущих рівнів [3]. Основним джерелом таких полів є некомпенсовані (з якоїсь причини) електроструми у двофазних мережах і струми витоку [4].

За умови рівномірного навантаження в колі трифазного змінного струму в нульовому провіднику електроструму немає, але це справедливо тільки для лінійних електроспоживачів: електродвигунів, нагрівачів, ламп розжарювання.

Проте зі збільшенням питомої ваги в загальному електронавантаженні нелінійних електроспоживачів (персональних комп'ютерів, периферійних пристроїв, копіювальних апаратів, джерел безперебійного живлення та ін.) у нульовий провідник потрапляють електроструми вищих гармонік струму промислової частоти, переважно третьої. У цьому випадку гармоніки струму, кратні трьом, алгебрично додаються в нульовому робочому провіднику. У результаті струм в останньому перевищує струм у фазних провідниках у 1,5–1,6 разу. Ці незбалансовані струми є джерелом магнітних полів у приміщеннях навіть за умови рівномірного навантаження по фазах [2]. Наявність струмів витоку не тільки є причиною появи негативного фізичного фактора виробничого середовища, але й створює проблеми щодо збереженості інформації в комп'ютерних мережах та забезпечення електромагнітної сумісності технічних засобів. Чи не єдиним засобом запобігання цьому явищу є рівномірне розподілення технічних засобів з імпульсними блоками електроживлення у приміщеннях будівель, причому внесок таких споживачів у загальне навантаження на електромережу не має перевищувати 15–20 % [5]. Такі обмеження не відповідають сучасним вимогам щодо переліку та загальної кількості комп'ютерної техніки та допоміжних засобів, потрібних для забезпечення виробничих, науково-технічних, навчальних процесів.

Нагальною потребою нині є дослідження та розроблення організаційно технічних заходів щодо забезпечення належних умов праці та експлуатації сучасного обладнання інформаційних технологій без суттєвих обмежень його кількості.

Мета роботи – є надання науково обгрунтованих рекомендацій щодо зниження рівнів незбалансованих струмів і струмів витоку в мережах електроживлення енергонасичених будівель і споруд та пов'язаних з ними електромагнітних полів до технічно досяжних рівнів.

Матеріали дослідження

Визначення електромагнітної обстановки у приміщеннях енергонасичених будівель і споруд потребує високоточного вимірювального обладнання для реєстрації амплітудних значень і спектрального складу незбалансованих струмів та струмів витоку в мережі електроживлення і металоконструкціях та генерованих ними електромагнітних полів.

Специфікою таких досліджень є значний рівень електричних завад від електричного та електронного обладнання, яке формує загальний електромагнітний фон.

У цій роботі було використано раніше розроблене устаткування [6; 7].

Датчики реєстрації незбалансованих струмів і струмів витоку розміщувалися поблизу струмонесучих дротів і металоконструкцій (можливих шляхів протікання струмів витоку).

Захист датчиків від впливу фонових магнітних полів здійснювався за допомогою фольги з висококобальтового аморфного сплаву завтовшки 40 мкм.

Як допоміжні пристрої для визначення амплітудних значень та спектрального складу електрострумів на виході з джерел безперебійного живлення використовувалися трансформатор струму та цифровий запам'ятовувальний осцилограф TEKTRONIX. Цей прилад має широку смугу пропускання (до 200 МГц) та підключається через USB-порт до персонального комп'ютера, що дозволяло реєструвати, накопичувати та аналізувати отримані сигнали.

Чинні нормативні акти з експлуатації засобів обчислювальної техніки вимагають обов'язкового занулення технічних засобів [8]. При цьому заборонено використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний.

Проте більшість споруд навіть сучасної забудови мають електрообладнання, виконане за TN-C системою, яка передбачає використання як нульових захисних провідників нульові робочі провідники. Це дозволяється вимогами чинних правил улаштування електроустановок [9].

Виконання силової електромережі за такою схемою гарантує численні і такі, що призводять до появи струмів витоку, гальванічні зв'язки PEN-провідника з металоконструкціями будівель. Тобто всі споруди з електрообладнанням TN-C систем більшою чи меншою мірою заздалегідь піддаються електромагнітному забрудненню магнітними полями промислової частоти. Досвід показав, що для стабільної роботи комп'ютерної техніки та інших високотехнологічних електронних пристроїв їх живлення має здійснюватись за схемою $L + N + PE$, де L – фазний провідник, N – нейтраль, PE – провідник занулення. Причому бажаним є надійне занулення корпусу електронних приладів. Імпульсні блоки живлення забруднюють електромережу електрострумами вищих гармонік промислової частоти. Між схемою імпульсного блока живлення та нульовим робочим провідником циркулюють струми витоку. Якщо немає заземлення на корпус, нульовий провідник не очищується від завад і некомпенсовані струми не тільки генерують додаткові магнітні поля, але й уражають електроніку. Крім того, в навколишньому просторі ці поля є електромагнітними завадами.

Типовий прояв високочастотних завад – нестійке зображення на екранах моніторів (навіть найсучасніших TFT-моніторів) та інформаційні збої. Такі збої вкрай негативно впливають на психологічний та емоційний стан працівників і є опосередкованим негативним чинником впливу електромагнітних полів.

Дуже небезпечною є наявність завад та струмів витоку при експлуатації комп'ютерних мереж. Достатньо віддалені один від одного технічні засоби через різні параметри силової мережі і занулення перебувають під різними потенціалами. Тому для надійного функціонування комп'ютерної мережі потрібне не тільки заземлення корпусів приладів, але й додатковий контур занулення – для так званої технологічної (логічної або схемної) землі.

Для більшості застосувань за умови стабільної роботи мережних приладів потенціали корпусної та логічної землі вирівнюються.

Більшість електромереж, експлуатованих в Україні, успадковані від застарілих технологій. Їх слід модернізувати, створюючи так звані виділені електромережі.

Виділені електромережі обов'язково повинні мати захисне занулення та пристрій захисного відключення на розподільному пристрої. До відгалужень виділеної електромережі підключаються необхідні розетки і встановлюється обладнання стабілізації напруги та захисту.

Наведений перелік технічних заходів є необхідним, але недостатнім для забезпечення максимально можливого рівня електромагнітної безпеки персоналу. Обмеження щодо навантаження на електромережу обладнання з імпульсними джерелами живлення натепер неприйнятне, враховуючи насиченість сучасного виробництва комп'ютерною технікою.

Обговорення результатів дослідження

За наявності сучасної силової електромережі велика кількість комп'ютерної техніки значно забруднює електромережу некомпенсованим електрострумом частотою 150 Гц (рис. 1).

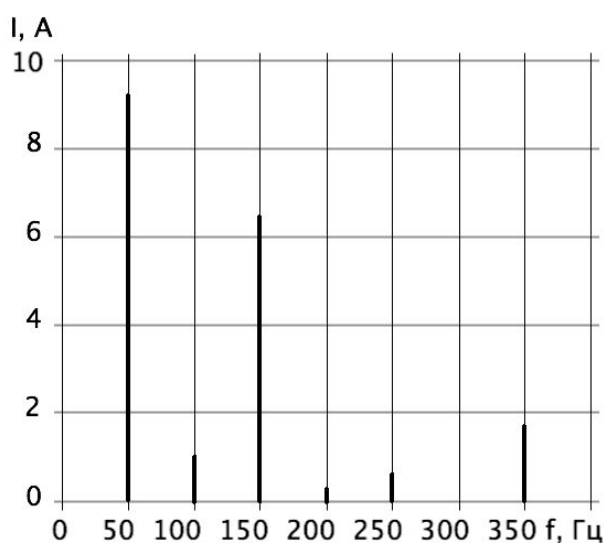


Рис. 1. Імпульсні джерела електроживлення

Використання джерела безперебійного живлення значною мірою сприяє стабільності функціонування технічних засобів.

Джерела, що належать до класу резервних (off-line), які забезпечують роботу обладнання в разі зникнення напруги в електромережі, за її наявності не задіяні.

Обладнання живиться напряму з електромережі, і джерело безперебійного живлення не впливає на якість напруги, що подається на прилад. Попри очевидні недоліки: такі джерела досить популярні через низьку вартість та використовуються, переважно, для захисту інформації від втрат із зникненням напруги.

Джерела безперебійного живлення подвійного перетворення (on-line) забезпечують всебічний захист підключеного до них обладнання. Це досягається використанням подвійного перетворення енергії.

Уся електроенергія, що надходить з мережі електроживлення незалежно, від її параметрів перетворюється зі змінного струму в постійний, з якого потім формується електрострум потрібної форми.

Вимірювання показали, що вихідний сигнал таких джерел має майже прямокутну форму, що прийнятне для живлення комп'ютерної техніки, проте вміст вищих гармонік промислової частоти значно нижчий, ніж у мережі живлення (рис. 2).

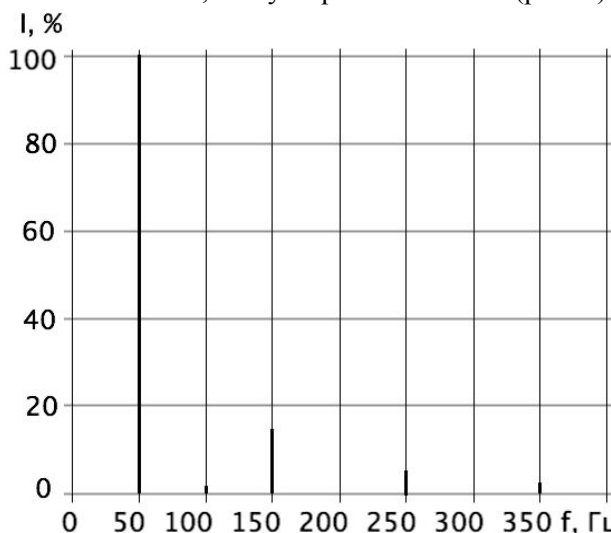


Рис. 2. Спектр гармонік відносно основної (50 Гц) на виході джерела безперебійного живлення подвійного перетворення

Проте найбільшого значення, з погляду електромагнітної безпеки, мають струми в нульових робочих провідниках, гальванічно зв'язаних з мережею електроживлення на виході з джерела такого типу (рис. 3).

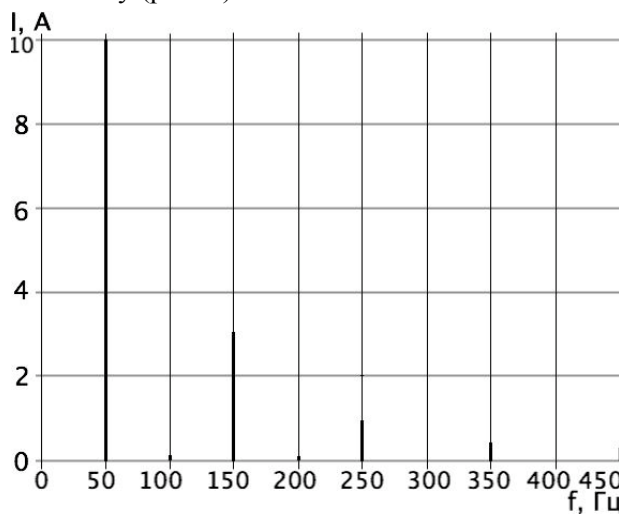


Рис. 3. Спектральний склад струму нульового робочого провідника

Якщо немає викидів у загальну мережу електроживлення некомпенсованих струмів вищих гармонік промислової частоти, це значною мірою знижує рівні магнітних полів у робочих приміщеннях та сприяє не тільки підвищенню безпеки праці, а й збереженню інформації від втрат і випадкових спотворень та електромагнітній сумісності технічних засобів.

Це дає можливість розміщувати на виробничих площах більшу кількість обладнання (у межах санітарно-гігієнічних норм), потрібного для вирішення виробничих та науково-технічних завдань та стабільності функціонування технічних засобів без загрози здоров'ю працівників.

Висновки

У будівлях та спорудах, насичених великою кількістю електричного та електронного обладнання, слід відмовитися від TN-C систем електроживлення.

За наявності комп'ютерної мережі потрібно не тільки здійснювати заземлення корпусу технічних засобів, а й монтувати додатковий контур занулення для вирівнювання потенціалів корпусної та логічної землі. Для електроживлення комп'ютерної техніки в разі її великої концентрації в робочих приміщеннях та будівлі в цілому слід використовувати джерела безперебійного живлення подвійного перетворення енергії.

Впровадження запропонованих організаційно-технічних заходів є ефективним за умови виконання низки основних вимог, наприклад, рівномірне навантаження за фазами трифазної мережі електроживлення.

Їх виконання значною мірою сприятиме поліпшенню електромагнітної обстановки в окремих приміщеннях та будівлях у цілому і дозволяє знизити рівні магнітних полів до технічно досяжних.

Перспективним продовженням цієї роботи уявляється дослідження впливу на електромагнітну обстановку сучасних систем освітлення, а також індуктивного впливу природної електрики як на мережі електроживлення, так і на комп'ютерні інформаційні мережі.

Література

1. Петухов В.С. Электромагнитная экология. TN-C система – виновник ухудшения // Новости электротехники. – 2005. – № 1. – С. 41–43.
2. Глива В.А., Вильсон О.Г., Азнаурян І.О., Левченко Л.О. Магнітні поля невиробничого походження і засоби зменшення їх впливу на людей при експлуатації автоматизованих систем // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. – К.: 2007. – Вип. 50. – С. 186–189.
3. Магнітне поле 50 Гц як потенційний фактор ризику житлового середовища багатофункціональних житлових комплексів / В.Я. Акіменко, А.В. Яригін, П.В. Семашко та ін. // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. – К.: 2007. – Вип. 50. – С. 173–178.
4. Петухов В.С., Соколов В.А., Меркулов А.В. Утечки в електроустановках зданий // Новости электротехники. – 2003. – № 5. – С. 23–27.
5. Запорожець О.І., Лук'янчиков А.В., Глива В.А. Засоби зниження рівнів магнітних полів невиробничого походження при експлуатації обчислювальної техніки // Тези доп. першої наук.-метод. конф. «Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки». – К.: ННДІПБОП, 2007. – С. 17–18.
6. Пат. 24056 Україна, МПК G01R29/08, G01R31/08. Пристрій виявлення незбалансованих струмів та струмів витоку в системах електроживлення автоматизованих систем / В.А. Глива, В.І. Клапченко, Е.Ю. Коростельова, В.О. Кузмініх, Л.О. Левченко Заявл. 27.04.07. Опубл. 11.06.07. Бюл. № 8.
7. Пат. 27476 Україна, МПК G01R29/08, G01N31/10. Пристрій неперервного контролю фізичного стану металевих конструкцій / В.А. Глива, О.І. Запорожець, М.С. Зарицький, Г.Д. Потапенко, Г.І. Прокопенко Заявл. 27.04.07. Опубл. 25.10.07. Бюл. № 12.
8. ДНАОП 0.00-31-91 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин / М-во праці та соц. політики. Ком. по нагляду за охороною праці України. – К.: Основа, 1999. – 112 с.
9. Правила устройства электроустановок. Разд. 1. Общие правила. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 648 с.

