

**ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ
ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В АПК**

УДК 621.324

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ПЕРЕШКОД В
ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ**

Савченко П.І., Уваров О.В.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка
Вовчанський технікум ХНТУСГ*

В статті розглянуто вплив нелінійних навантажень на якість електроенергії в системах електропостачання виробничих об'єктів. Проведено аналіз причин виникнення перешкод в електричній мережі, обґрунтовані негативні наслідки дії нелінійних споживачів, актуалізована необхідність діагностичних заходів щодо виявлення джерел перешкод.

Мережні перешкоди можна розділити на дві категорії: тривалі провали й викиди напруги (низькочастотні збурювання) і імпульсні перешкоди (високочастотні збурювання).

Під низькочастотними збурюваннями маються на увазі провали й викиди напруги, тривалість яких порівнянна із тривалістю періоду частоти напруги живильної мережі змінного струму або перевищує її (мал. 1а). Високочастотні збурювання являють собою короткочасні імпульсні перешкоди, що накладаються на синусоїдальну напругу первинної мережі й искажають його форму (див. мал. 1 б, в). На рис. 1 (г, д) показана напруга живильної мережі при аварійних відключеннях, які можна віднести до тривалих провалів.

Реально, на практиці, можливі різні сполучення розглянутих перешкод.

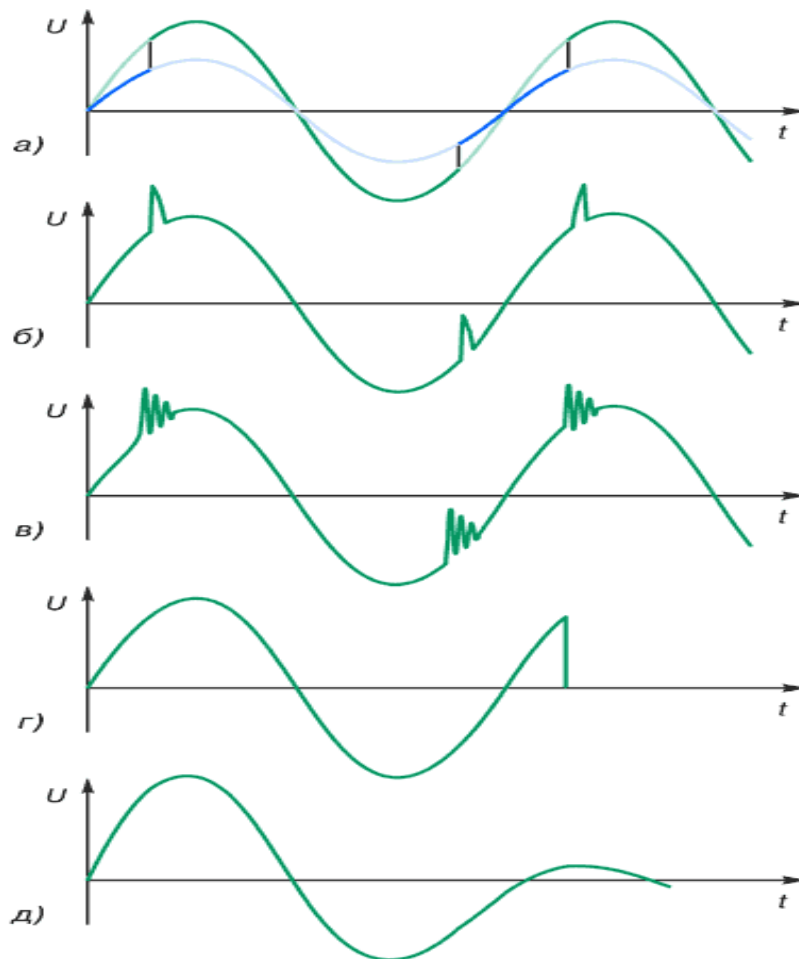


Рис. 1. Мережні перешкоди: *a* – низькочастотні збурювання; *б, в* – високочастотні збурювання; *г, д* – напруга живильної мережі при аварійних відключеннях

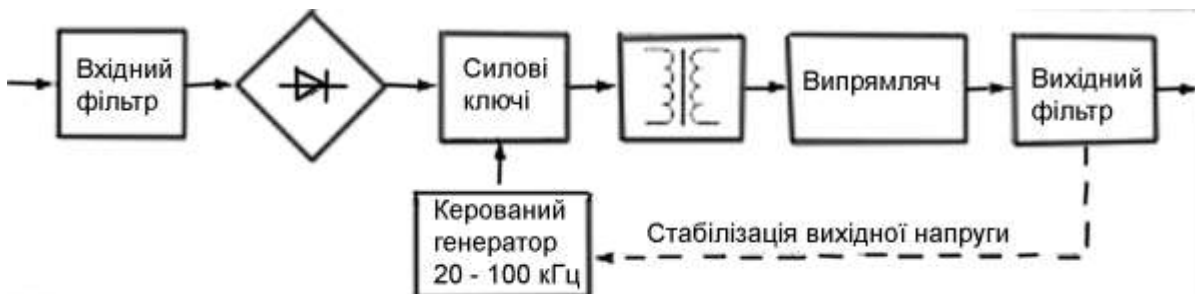
Провали напруги є одним з найбільше що часто зустрічаються типів перешкод, що викликають порушення роботи електронного встаткування. Статистично найбільш імовірні для України провали тривалістю від 6 до 15 сек (до 50%) і більше тривалі, від 21 до 30 сек (близько 30%), причому глибина провалів коливається від 35% до 100% [1].

Іншим видом небезпечних перешкод є високовольтні імпульси напруги. Причиною їхнього виникнення найчастіше є грозові розряди, розряди статичної електрики, електрична дуга в комутаційних апаратах. Іноді джерелом імпульсних високовольтних перешкод амплітудою до 1000 В можуть бути широко використовувані в наш час звичайні дросельні люмінесцентні лампи.

В недалекому минулому більша частина електричної енергії споживалася лінійними навантаженнями - лампами накаливання, нагрівальними елементами, руховим навантаженням і іншими подібними електроспоживачами. З кінця 90-х років різко збільшилася частка нелінійних електроспоживачів. У першу чергу це персональні комп'ютери й файл-сервери, комп'ютерна периферія, монітори, лазерні принтери, блоки безперебійного

живлення (UPS), інше обов'язкове офісне встаткування (копіювальні апарати й факси; газорозрядні лампи й інші нелінійні електроспоживачі). Мережі електропостачання 0,4 кВ у будинках, оснащених комп'ютерною технікою, "заражені" вищими стосовно промислової частоти (50 Гц) гармоніками. Для електроживлення перерахованого електронного встаткування використовуються убудовані імпульсні джерела живлення (Рис. 2), що представляють собою нелінійні навантаження, опір яких змінюється із часом. Струм, споживаний цими джерелами, має яскраво виражений імпульсний характер. Це пояснюється схемними особливостями імпульсних джерел живлення, а саме наявністю мережного випрямляча (діодного мосту) і ємнісного фільтра. При наближенні кривої живлячої напруги до максимального значення електронні вентиля діодного мосту стрибкоподібно міняють свій опір від нескінченності до певного малого значення. Подібний характер зміни опору вентиля рівносильний включенню або відключенню їм навантаження. Таким чином, періодичне включення й відключення приводять до появи коротких імпульсів споживаного струму (рис. 3).

Рис. 2. Структурна схема імпульсного джерела живлення



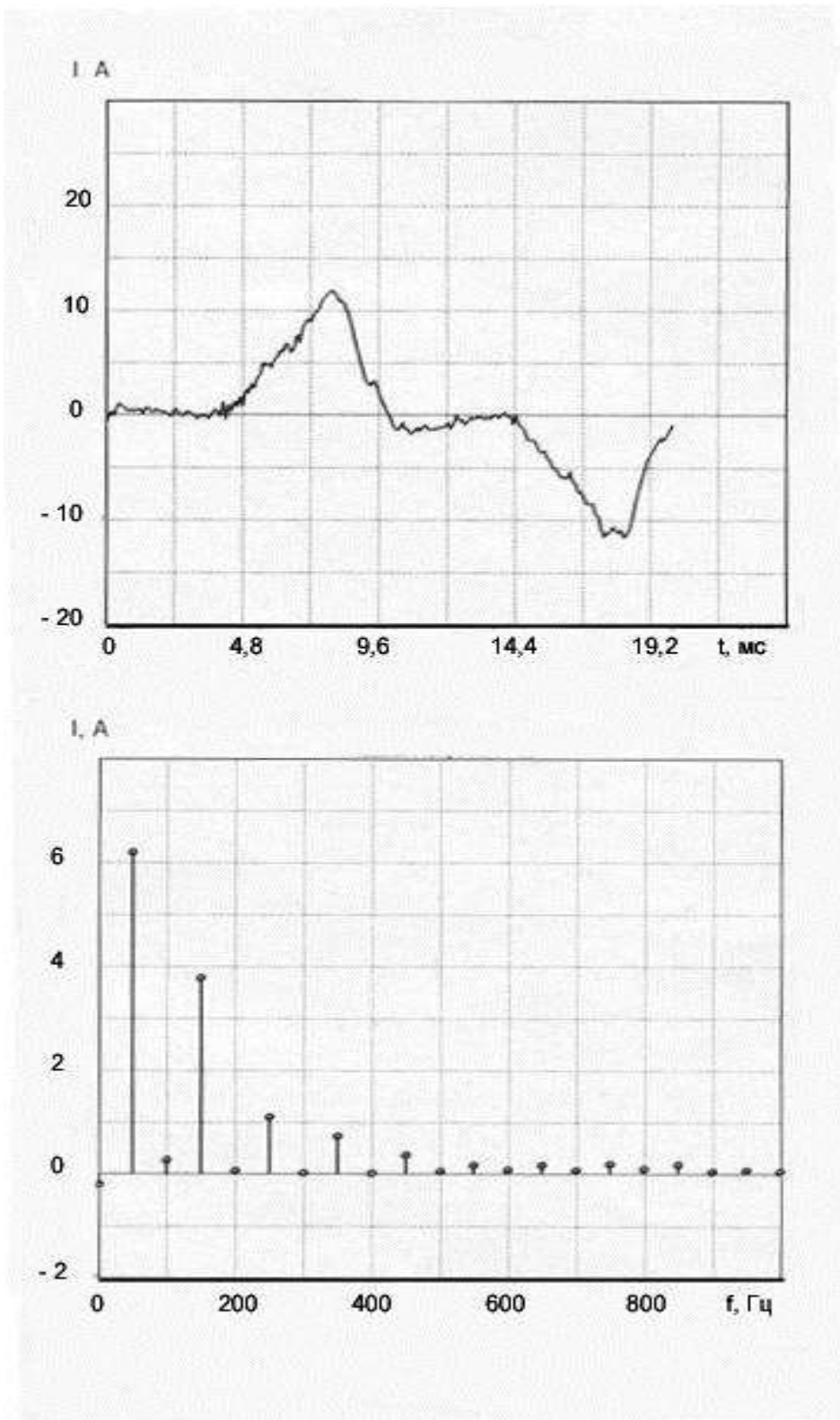


Рис. 3. Імпульсне джерело живлення. Споживаний струм і його гармонійна сполука

Коли потужність нелінійних електроспоживачів не перевищує 10-15%, яких-небудь особливостей в експлуатації системи електропостачання звичайно не виникає. При перевищенні зазначеної межі варто очікувати появи різних проблем в експлуатації й наслідків, причини яких неочевидні. Для будинків, що

мають частку нелінійного навантаження понад 25%, окремі проблеми можуть виникнути відразу [2]. Наявність вищих гармонійних складових у струмах нелінійних електроспоживачів приведе до негативним, а в ряді випадків і катастрофічних наслідків. До наслідків можна віднести наступне:

Перегрів і руйнування нульових робочих провідників кабельних ліній внаслідок їхнього перевантаження струмами третьої гармоніки, коли струми в нульових робочих провідниках значно перевершують струми фазних провідників

Перекручування синусоїдальності живлячої напруги. У результаті на затисках нелінійного електроспоживача й всіх інших електроспоживачів, включених паралельно йому, з'являється несинусоїдальна напруга, що звичайно має форму "плоскої" синусоїди.

Гармоніки, що генеруються нелінійним навантаженням, створюють додаткові втрати в трансформаторах. Ці втрати можуть привести до значних втрат енергії й стати причиною виходу з ладу трансформаторів внаслідок перегріву.

В умовах несинусоїдальності струмів погіршуються умови роботи батарей конденсаторів. Опори елементів мережі мають індуктивний характер, тому при використанні установок компенсації реактивної потужності й наявності нелінійних електроспоживачів імовірні резонансні явища (як по струму, так і по напрузі) на окремих елементах системи електропостачання

Інтенсифікації теплового й електричного старіння ізоляції. У конденсаторах втрати енергії пропорційні частоті $\Delta P = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta$, тому несинусоїдальний струм викликає додаткове нагрівання конденсаторів. В електричних машинах струми нульової послідовності створюють додаткове підмагнічування стали, що приводить до погіршення їхніх характеристик і додатковому нагріванню сердечників (статорів асинхронних двигунів, магнітопроводів трансформаторів). Сутність електричного старіння полягає у виникненні так званих часткових розрядів, які поширюються лише на частину ізоляційного проміжку, наприклад часткові розряди в газових включеннях. Часткові розряди пов'язані з розсіюванням енергії, наслідком якого є електричний, механічний і хімічний вплив на навколишній діелектрик. У результаті розвиваються місцеві дефекти в ізоляції, що приводить до збільшення діелектричних втрат і в остаточному підсумку до скорочення терміну служби.

Необґрунтоване спрацьовування запобіжників і автоматичних вимикачів внаслідок додаткового нагрівання внутрішніх елементів захисних пристроїв, обумовленого протіканням несинусоїдальних струмів і, отже, дією поверхневого ефекту й ефекту близькості.

З метою попередження вказаних наслідків пропонуються наступні дії:

- Виділити повну номенклатуру всіх електроспоживачів загального призначення, що відносяться до категорії нелінійних і викликають генерацію підвищеної частоти вищих гармонік в мережах електропостачання.
 - На об'єктах, де частка встановленої потужності нелінійних електроспоживачів перевищує 10%, в цілях попередження розвитку пожежонебезпечних і аварійних ситуацій провести діагностику стану і прогнозування роботи сіті електроживлення з погляду оцінки частот вищих гармонік, якості електроенергії, струмових навантажень фазних і нульових робочих провідників з урахуванням несинусоїдальності струмів і напруг.
 - Враховувати чинник впливу нелінійності навантажень електроспоживачів і наявності вищих гармонійних складових при виконанні проектів реконструкції існуючих систем електропостачання і розробці нових проектів, у тому числі при виконанні розрахунку умов тепловиділення, рівнів падіння напруги в кабельних лініях і оцінці впливу нелінійних навантажень на якість живлячої напруги у кінцевих електроспоживачів.
 - Виконувати прогнозування можливих наслідків зростання комп'ютерних навантажень при розширенні комп'ютерних мереж і особливо при використуванні існуючої системи електропостачання (без її модернізації).

Описана вище проблема сьогодні стала актуальною для міст і вже набуває актуальності для сільськогосподарських підприємств, зокрема для підприємств по переробці, де спостерігається високий рівень автоматизації і комп'ютеризації виробництва.

Література:

1. Суднова В.В. Качество электрической энергии. — М.: Энергосервис, 2000.
2. Treating Harmonics in electrical distribution system, Victor A. Ramos JR. Computer Power & Consulting, January, 1999
3. IEEE STD 399-1997, IEEE Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis (IEEE Brown book) (ANSI).
4. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. — М.: Энергоатомиздат, 1999.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОМЕХ В
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Савченко П.Л., Уваров А.В.

В статье рассмотрено влияние нелинейных нагрузок на качество электроэнергии в системах электроснабжения производственных объектов. Проведен анализ причин возникновения помех в электрической сети, обоснованы негативные последствия воздействия нелинейных потребителей, актуализирована необходимость диагностических мероприятий по выявлению источников помех.

Abstract

RESEARCH OF REASONS OF ORIGIN OF HINDRANCES IN
ELECTRIC NETWORK

P. Savchenko, A. Uvarov

Influence of the nonlinear loadings on quality of electric power in the systems of electrosupply of production objects is considered in the article. The analysis of reasons of origin of hindrances in an electric network is conducted, the negative consequences of influence of nonlinear users are grounded, the necessity of diagnostic measures on the exposure of sources of hindrances actual.