

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДПРИЄМСТВ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

Якунін О. А., Доценко В. В.

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова**Проведено аналіз передумов оптимізації використання електроенергії на малих і середніх підприємствах, висунуто ряд рекомендацій та сформульовано завдання подальших досліджень.*

Постановка проблеми. На малих та середніх підприємствах широко використовуються різні пристрої, що споживаючи електроенергію, впливають на її якість. Часто проектування їх електричних мереж не передбачає врахування специфіки обладнання, що буде в подальшому встановлено, а у випадку, коли на існуючій площі організують інше підприємство, не враховують структуру та характеристики електричної мережі. В таких випадках можливі ненормальні ситуації від підвищення відсотку браку продукції, до відмов обладнання та, навіть, до його повного виходу з ладу. Часто спостерігається завищення характеристик автоматичних вимикачів, при виборі яких керувались сумарним значенням номінальних струмів встановленого обладнання, не враховуючи їх значення в моменти запуску, структуру та перетин існуючих мереж, не проводячи їх модернізацію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу стану та перспектив підвищення ефективності використання електроенергії на промислових підприємствах присвячено низку праць [1, 2, 3], при чому пропонується: проводити компенсацію реактивної потужності; використовувати симетруючі трансформатори; - перерозподіляти навантаження по фазам; змінювати режими роботи частини обладнання для зменшення піку навантаження, та інше. Існуючі розробки дозволяють якісно компенсувати реактивну потужність, та фільтрувати гармоніки [4], проте прикладному аспекту питання локального симетрування навантаження, тобто перерозподілу навантаження по фазам, не приділяється достатньо уваги [5].

Мета статті. Дана робота присвячена аналізу проблем використання електроенергії на малих та середніх виробничих підприємствах та на підприємствах, що спеціалізуються на наданні послуг. Це питання актуальне зважаючи на чисельність малих підприємств, нагальності питання економії енергоресурсів та ситуації, що склалася на ринку електроенергії. Результати дослідження дозволяють сформулювати завдання подальших наукових пошуків в даному напрямку.

Основні матеріали дослідження. Сучасні підприємства характеризуються невеликою площею при нечисленності працівників та енергоємним обладнанням. Часто при спробі розширення чи модернізації виробництва виникають питання відмов обладнання. Останнє пояснюється низькою увагою до силових мереж:

- встановлення завищених захисних апаратів, що не враховують перетин та стан електричних мереж (це може призвести до протікання по провідникам мережі струмів, на які ті не розраховані, – в результаті КЗ та

- пожежі);

- несиметричність підключеного навантаження (несиметричне падіння напруги в фазах);

- суттєва не лінійність одиничного навантаження, чи комплексу – несинусоїдальність напруги живлення;

Низький рівень якості електроенергії, як через вплив навантаження даного підприємства так і вплив обладнання сусідніх підприємств, впливає у збільшення навантаження на елементи обладнання і як наслідок у більш швидке їх зношення, зниження строку служби.

Шляхом покращення стану на таких підприємствах є :

- перерозподіл навантаження по фазам;
- встановлення пускачів на потужні двигуни;
- компенсація реактивної потужності;
- модернізація електричних мереж.

1. Якість електроенергії як показник ефективності керування електроспоживанням. В останні роки в електроенергетиці України та країн СНД підвищилася увага до рівня якості електроенергії (ЯЕ), що обумовлено чутливістю сучасного обладнання.

Тривалий час розвиток енергетики пострадянських країн супроводжувався недооцінкою, а часто ігноруванням питань ЯЕ, що призвело до масового порушення електромагнітної сумісності електричних мереж, споживачів і енергосистем.

Широко відомо, що практично всі електричні мережі працюють в різній мірі несиметричних режимах, на що впливає багато факторів. По перше це несиметрія параметрів мережі: генераторів, мереж (ліній), трансформаторів, а по-друге це несиметрія навантаження. Саме нерівномірний розподіл навантаження по фазам є однією з важливіших проблем в електроенергетичних системах. Наслідком несиметричних режимів функціонування електричних мереж є виникнення додаткових втрат в мережах, також несиметричність навантаження може призвести до аварійних ситуацій.

Крім того ЯЕ залежить не тільки від умов електропостачання, але і від характеристик електрообладнання, яке застосовується (його чутливості до електромагнітних перешкод (ЕМП), а також рівня їх генерування) і режимів експлуатації. Зрозуміло, що відповідальність за ЯЕ повинні нести не тільки електропостачальні організації, а й споживачі електроенергії і виробники електрообладнання.

Міжнародна електротехнічна комісія (МЕК) розробляє і затверджує норми ЯЕ трьох типів: визначаючи - містять опис електромагнітного середовища, термінологію, вказівки щодо обмеження генерування

ЕМП і з вимірюванням та тестуванням засобів для визначення показників якості електроенергії (ПЯЕ), рекомендації з виготовлення електрообладнання; загальні - в яких наводяться допустимі рівні ЕМП, що генеруються або їх допустимі рівні в електричних мережах побутового або промислового призначення; детальні (предметні) - містять вимоги до окремих виробів і приборів з точки зору ЯЕ .

Крім МЕК, яка є головною організацією в Європі, що займається виробленням стандартів потрібно назвати інші міжнародні організації. Це Комітет по великим електричним системам і Союз виробників та дистриб'юторів ЕЕ. Впливовою регіональною організацією, яка займається нормалізацією в області ЯЕ для країн Євросоюзу (ЄС), є CENELEC. Існує ще ряд міжнародних професійних організацій і національних комітетів, які розробляють національні стандарти на ЯЕ, як правило, на основі норм МЕК. Прийняття норм відбувається, головним чином, методом експертних оцінок та шляхом голосування.

Нормування значень ПЯЕ відноситься до головних питань проблеми ЯЕ. Систему ПЯЕ утворюють кількісні характеристики повільних (відхилення) і швидких (коливання) змін діючого значення напруги, його форми і симетрії у трифазній системі, а також змін частоти. Персонал енергетичних служб підприємств не може впливати на рівень частоти в мережі. Виняток становлять випадки живлення від автономних джерел, які на практиці зустрічаються порівняно рідко. Тому надалі розглядаються лише питання, які відносяться до ЯЕ по напрузі .

Принципи нормування ПЯЕ по напрузі базуються на техніко - економічних передумовах, і характеризуються:

- ПЯЕ по напрузі мають енергетичне значення, тобто характеризують потужність (енергію) спотворення кривої напруги, ступінь негативного дії цієї енергії на електрообладнання, а ефективність технологічних процесів порівнюється зі значеннями відповідних спотворень ПЯЕ;

- Гранично допустимі значення ПЯЕ обираються з техніко - економічних міркувань;

- ПЯЕ нормуються із заданою вірогідністю протягом певного інтервалу часу для отримання конкретних значень, які допускають зіставлення.

Система ПЯЕ, що базується на цих передумовах, може застосовуватися починаючи з проектних робіт . Вона дозволяє здійснити масове метрологічне забезпечення контролю ЯЕ за допомогою відносно простих і недорогих приладів , а також реалізувати заходи та технічні засоби нормалізації ЯЕ .

В Україні з 1 січня 2000 року введено в дію міждержавний стандарт ГОСТ 13109-97 "Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення". Стандарт встановлює показники і норми ЯЕ в електричних мережах систем електропостачання загального призначення змінного трифазного і однофазного струму частотою 50 Гц у вузлах , до яких приєднуються електричні мережі , що перебувають у власності споживачів ЕЕ, або приймачі ЕЕ (у вузлах загального приєднання). При дотриманні зазначених норм забезпечується електромагнітна сумісність електричних мереж систем елект-

ропостачання загального призначення і електричних мереж споживачів ЕЕ (приймачів ЕЕ).

Норми, встановлені зазначеним стандартом, є обов'язковими у всіх режимах роботи систем електропостачання загального призначення, крім режимів, які обумовлені наступним:

- Винятковими погодними умовами і стихійним лихом (ураган, повінь, землетрус тощо);

- Не передбачуваних ситуаціями, які викликані діями сторони, які не є енергопостачаючої організацією та споживачем ЕЕ (пожежа, вибух, військові дії тощо);

- Умовами, які регламентовані державними органами управління, а також пов'язаними з ліквідацією наслідків, викликаних винятковими погодними умовами і непередбаченими обставинами.

Норми, встановлені цим стандартом, підлягають включенню в технічні умови на приєднання споживачів ЕЕ і в договори на користування ЕЕ між електропостачальником та споживачами. Згідно ГОСТ 13109-97 показниками ЯЕ є :

- Стійке відхилення напруги δU_y ;
- Розмах зміни напруги δU_t ;
- Доза флікера P_t ;
- Коефіцієнт спотворення синусоїдна кривої напруги K_U ;
- Коефіцієнт n - ой гармонійної складової напруги $K_{U(n)}$;
- Коефіцієнт несиметрії напруг по зворотній послідовності K_{2U} ;
- Коефіцієнт несиметрії напруг за нульовою послідовністю K_{0U} ;
- Відхилення частоти Δf ;
- Тривалість провалу напруги Δt_n ;
- Імпульсна напруга U_{imp} ;
- Коефіцієнт тимчасової перенапруги $K_{перU}$.

1.2 Несиметрія напруги. В сучасних трифазних електричних мережах спостерігається таке явище, як несиметричне навантаження фаз споживачами, яке призводить до несиметрії напруги.

Несиметрія напруг характеризується наступними показниками:

- Коефіцієнтом несиметрії напруг по зворотній послідовності ;
- Коефіцієнтом несиметрії напруг за нульовою послідовності .

Нормально допустиме і гранично допустиме значення коефіцієнта несиметрії напруг по зворотній послідовності в точках загального приєднання до електричних мереж рівні 2,0 і 4,0 % відповідно.

Нормально допустиме і гранично допустиме значення коефіцієнта несиметрії напруг за нульовою послідовності в точках загального приєднання до чотирьохпровідних електричних мереж з номінальною напругою 0,38 кВ рівні 2,0 і 4,0 % відповідно.

1.3 Причини виникнення несиметричних режимів в силових та освітлювальних мережах. Серед причин виникнення несиметрії виділяють:

- неоднакові навантаження в різних фазах;
- неповнофазна робота ліній або інших елементів в мережі;
- різні параметри ліній.

До основних джерел несиметрії у силових мере-

жах відносять:

- машини електрозварювання;
- тягові підстанції змінного струму;
- дугові сталеплавильні печі;
- однофазні електротермічні установки та різне однофазне навантаження;
- двофазні і несиметричні трифазні споживачі електроенергії, зокрема побутові.

Розрізняють два види несиметрії: систематичну і імовірнісну, або випадкову. Систематична несиметрія обумовлена нерівномірним постійним перевантаженням однієї із фаз, імовірнісна несиметрія відповідає непостійним навантаженням, при яких в різний час перевантажуються різні фази залежно від випадкових чинників.

1.4 Вплив несиметрії напруги на роботу електроустановки. При існуванні несиметрії напруги спостерігаються наступні зміни: в електричних мережах зростають втрати електроенергії від додаткових втрат в нульовому дроті; однофазні, двофазні споживачі і різні фази трифазних споживачів електроенергії працюють на різній не номінальній напрузі.

Поява напруги і струмів зворотної і нульової послідовності U_2 , U_0 , I_2 , I_0 приводить до додаткових втрат потужності і енергії, а також втрат напруги в мережі, що погіршує режими і техніко-економічні показники її роботи.

Струми зворотної і нульової послідовностей I_2 , I_0 збільшують втрати в подовжніх гілках мережі, а напруга і струми цих же послідовностей - в поперечних гілках.

Накладення U_2 і U_0 приводить до різних додаткових відхилень напруги в різних фазах. В результаті напруги можуть вийти за допустимі межі. Накладення I_2 і I_0 приводить до збільшення сумарних струмів в окремих фазах елементів мережі. При цьому погіршуються умови їх нагріву і зменшується пропускна спроможність.

Несиметрія негативно позначається на робочих і техніко-економічних характеристиках електричних машин, що обертаються. Струми подвійної частоти в електричній машині викликають гальмівний електромагнітний момент і додатковий нагрів, головним чином ротора, що приводять до скорочення терміну служби ізоляції.

Сумарний збиток, обумовлений несиметрією в промислових мережах, включає вартість додаткових втрат електроенергії, збільшення відрахувань на реновацію від капітальних витрат, технологічний збиток, збиток, обумовлений зниженням світлового потоку ламп, встановлених у фазах із зниженою напругою, і скороченням терміну служби ламп, встановлених у фазах з підвищеною напругою, збиток із-за зменшення реактивної потужності, батарей конденсаторів (БК), що генерується, і синхронними двигунами.

ГОСТ 13109-97 встановлює значення коефіцієнтів несиметрії напруги по зворотній (K_{2u}) і нульовій (K_{0u}) послідовностях, - нормально допустиме 2 % і гранично допустиме 4 %.

Як вірогідний винуватець несиметрії напруги ГОСТ 13109-97 вказує споживача з несиметричним навантаженням.

Висновки. При проектуванні електричних мереж підприємств необхідно: - враховувати специфіку обладнання що планується встановити; - враховувати можливість подальшого розвитку та зміни структури мережі; - передбачати точки встановлення додаткового обладнання компенсації реактивної потужності, фільтрації гармонік, та симетруючих пристроїв, пристроїв керування навантаженням.

Список використаних джерел

1. Жежеленко И. В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
2. Овчаренко А. С. Повышение эффективности электроснабжения промышленных предприятий Технико-экономический эффект систем электроснабжения промышленных предприятий / А. С. Овчаренко, Л. И. Розинский – К.: Техника, 1987. – 287 с.
3. Управление качеством электроэнергии / И. И. Карташев, В. Н. Тульский, Р. Г. Шамонов и др. – М.: Изд. дом МЭИ, 2006. – 320 с.
4. Якунин О. А. Попереджувальне керування пристроями компенсації реактивної потужності та фільтрації вищих гармонік / О. А. Якунин, О. С. Калугіна, Є. С. Беляк // Комунальне господарство міст: науково-технічний збірник. – 2015. – №121. – С. 95–98.
5. Куля В. Г. Фазозрушувальні трансформатори для симетрування електричних мереж / В. Г. Куля // Матеріали науково-практичної конференції "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". – № 6. – Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка 2014 – С. 90

Аннотация

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ К ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Якунин А. А., Доценко В. В.

Проведен анализ предпосылок исследования, выделены основные вопросы, подлежащие решению, приведен ряд предложений по решению поставленной задачи и сформулированы задачи дальнейших исследований.

Abstract

ANALYSIS OF POSSIBILITIES ENTERPRISES TO OPTIMIZATION USE OF POWER RESOURCES

A. Yakunin, V. Docenko

The analysis preconditions of the investigation. Highlights the main questions. An series of proposals by a decision of the problem. Formulating the tasks for further researching.