

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА

Плешков П.Г., Серебренніков С.В., Сіріков О.І., Безкровна Г.В.

Кіровоградський національний технічний університет

Обґрунтовано необхідність включення моніторингу показників якості електричної енергії до системи енергетичного менеджменту підприємств

Постановка проблеми. Створення систем енергетичного менеджменту на виробництві сприяє підвищенню ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Найбільш дорогим видом ПЕР, який споживається всіма без винятку підприємствами є електрична енергія. Погіршення якості електричної енергії збільшує її втрати та знижує продуктивність виробничих агрегатів [1].

В системах енергетичного менеджменту підприємств під час проведення планового енергетичного аудиту зазвичай питанню якості електричної енергії приділяється недостатньо уваги. Водночас, вплив відхилень показників якості електроенергії на техніко-економічні показники виробництва навіть в допустимих межах може бути суттєвим. Тому внесення моніторингу показників якості електроенергії до системи енергетичного менеджменту підприємств залишається актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання врахування якості електричної енергії під час аналізу енергоефективності підприємств АПК висвітлені у [2]. Робота [3] присвячена вдосконаленню методики енергетичного аудиту підприємств-енергопостачальників з врахуванням якості електричної енергії: вказано недоліки методики розрахунку дієвого значення напруги прямої послідовності для аварійних режимів; відзначено, що найбільш імовірним порушенням якості є усталене відхилення напруги. Запропоновано алгоритм та блок-схема розрахунку усталеного відхилення напруги.

Проте, у зазначених роботах не розглянуті питання вдосконалення системи енергетичного менеджменту підприємств за рахунок моніторингу показників якості електроенергії.

Мета статті. Обґрунтування доцільності включення моніторингу показників якості електричної енергії, як елементу системи енергетичного менеджменту підприємств.

Основні матеріали дослідження. Найкращі техніко-економічні показники приймачів електроенергії відповідають певній оптимальній напрузі. Відхилення напруги може по різному впливати на техніко-економічні показники виробничих агрегатів. Натомість, несинусоїдальність і несиметрія призводять лише до їх погіршення.

Розглянемо приклади впливу відхилення напруги в системі електропостачання на роботу окремих електроприймачів і на протікання технологічних процесів.

Асинхронні двигуни. При відхиленні напруги U змінюються втрати активної потужності в асинхронному двигуні на певну величину δP , яка може бути

додатною або від'ємною залежно від напрямку зміни напруги, типу двигуна і його коефіцієнту завантаження k_3 . Для трифазних асинхронних двигунів зміна активної потужності $P_{\text{дв}}$, що споживається, визначається з наступного виразу [4]:

$$P_{\text{дв}} = k_3 P_{\text{ном}} + \Delta P_{\text{ном}} + \delta P, \quad (1)$$

де $\Delta P_{\text{ном}}$ – втрати активної потужності у двигуні при номінальній напрузі на його затискачах.

На рисунку 1 наведені залежності зміни додаткових втрат δP у двигунах серій А і АО напругою 380 В від відхилень напруги живлення у межах $\pm 10\%$ [4]. Залежності побудовані для двигунів потужністю 1–100 кВт, що мають синхронну частоту обертання 1000–3000 об/хв. Криві $\delta P(U)$ наведені для коефіцієнтів завантаження $k_3=1; 0,75$ і $0,5$.

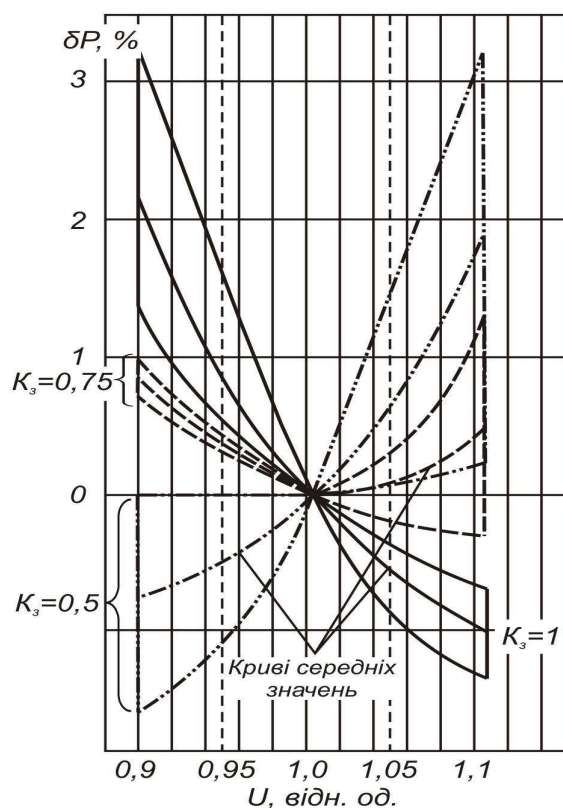


Рисунок 1 – Втрати активної потужності в залежності від рівня напруги живлення

З рисунку 1 видно, що при відхиленні напруги в межах $\pm 5\%$ (це найбільш часто зустрічається на прак-

тиці), зміна втрат активної потужності відносно невелика. Водночас, вона є зрівняною з втратами в елементах мережі, а інколи й перевищує їх.

З аналізу кривих на рисунку 1 слідує, що:

- при коефіцієнтах завантаження двигунів близьких до 1 доцільно тримати напругу в мережі близькою до верхньої допустимої межі;

- при k_z близькому до 0,5 краще тримати напругу близькою до нижньої допустимої межі;

- при k_z порядку 0,75 бажано тримати напругу близькою до номінальної (але можливі випадки, коли при такому k_z бажано мати напругу ближчу до верхньої межі).

Зміна напруги може суттєво вплинути на продуктивність технологічного процесу. Так, експериментальні дослідження, проведені на бавовняному комбінаті, показали, що при зниженні напруги на 5% продуктивність ткацького верстату знижується на 1-1,1%, прядильної машини – на 0,3% [1]. Проте, враховуючи, що вплив прикладеної напруги на продуктивність не завжди є однозначним, доцільніше оцінювати вплив напруги на питому витрату енергії. Так, зниження напруги на шинах цехової трансформаторної підстанції для заводу по виробництву мінеральних добрив шляхом переключення регулюючих відпайок трансформатора з 10,5 кВ на 10 кВ призвело до зниження питомої витрати електроенергії з 157,9 до 127,5 кВт·год/т, що становить 23,8% [5].

Електричне освітлення. Підвищення напруги понад номінальну призводить до скорочення терміну роботи ламп, а зниження – до істотного зменшення світлового потоку. При проектуванні освітлення, звичай, світловий потік закладається з деяким запасом. Це дозволяє зменшити напругу в освітлювальній мережі до нижньої допустимої межі не порушивши норми освітленості для робочих поверхонь. Визначення освітленості у виробничих приміщеннях повинно входити до задач планових енергоаудитів, а визначення доцільної напруги освітлювальної мережі – до енергетичного менеджменту.

Електротермічні установки. При відхиленні напруги у роботі електротермічного обладнання може мати місце зниження продуктивності, а в деяких випадках – розлад технологічного процесу виробництва. Так, наприклад, за добу роботи електроплавильної печі потужністю 10 МВА феросплавного заводу при напрузі 37 кВ (верхня допустима межа) продуктивність складала 44 т силікохрому; при напрузі 34-35 кВ продуктивність знизилась до 38,6 т, тобто на 12% [4]. Відхилення напруги може погіршувати технологічний і енергетичний режим роботи печей опору та індукційних печей. Наприклад, при відпалі заготовок з кольорового металу в печах опору загальною потужністю 675 кВт при зниженні напруги на 7% технологічний процес тривав 5 годин замість 3 годин при номінальній напрузі. При зниженні напруги на 10% і більше технологічний процес унеможлилювався [1].

Для більшості електротермічного обладнання бажано тримати живлячу напругу ближче до верхньої межі, але остаточно визначити оптимальну з точки зору мінімальних втрат напругу можливо лише після проведення ретельного енергоаудиту.

Цілеспрямоване регулювання напруги в мережі підприємства можливо здійснювати шляхом зміни відпайок живлячих трансформаторів та за допомогою компенсуючих реактивну потужність пристроїв.

Висновки. Отримання фактичних питомих норм витрати електроенергії при різних межах допустимого відхилення напруги повинно входити до задач планових енергоаудитів, а визначення доцільної напруги мережі – енергетичного менеджменту. Моніторинг якості електричної енергії з метою її підтримки в найбільш прийнятних допустимих межах дозволить підвищити ефективність використання електроенергії, як складової ПЕР.

Список використаних джерел

1. Федоров А. А. Электроснабжение промышленных предприятий.: Учебник для вузов. / А. А. Федоров, Э. М. Ристхейн. – М.: Энергия, 1981. – 360 с., ил.
2. Трунова І. М., У. С. Кухтяк. Енергетичний менеджмент підприємств АПК з врахуванням якості електричної енергії / Вісник ХНТУСГ "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". – Харків: ХНТУСГ, 2006. – Вип. 43, – С. 37-45.
3. Трунова І. М. Енергетичний аудит підприємств-електропостачальників з врахуванням якості електроенергії // Вісник ХНТУСГ "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 87, – С. 20-23.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. Т. 1. Электроснабжение/ Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 568 с.:ил.
5. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. И. Кудрин, В. В. Прокопчик. – Минск: "Вышэйшая школа", 1988. – 357 с.: ил.

Аннотация

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Плешков П.Г., Серебренников С.В., Сириков А.И.,
Безкровная Г.В.

Обоснована необходимость включения мониторинга показателей качества электрической энергии в систему энергетического менеджмента предприятия.

Abstract

MONITORING OF QUALITY OF ELECTRIC ENERGY IN SYSTEM OF POWER MANAGEMENT OF THE ENTERPRISE

P. Pleshkov, S. Serebrennikov, O. Sirikov, H. Bezкровная

Necessity of inclusion of monitoring of parameters of quality of electric energy for system of power management of the enterprises is proved.