

УДК 621.316

Кирисов Игорь Геннадьевич ассистент кафедры автоматизации энергетических процессов
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков, Украина. Ул. Университетская 16, г. Харьков,
Украина, 61003

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НИЗКОГО КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В статье рассматриваются вопросы влияния показателей качества электроэнергии на работу разных потребителей электроэнергии. Определены возможные проблемы при работе осветительных электроприборов и асинхронных двигателей при отклонении показателей качества электроэнергии. Предложены варианты решения проблемы влияния показателей качества электроэнергии на работу разных потребителей электроэнергии.

Ключевые слова: качество электроэнергии, показатели качества электроэнергии система электроснабжения предприятий, асинхронный двигатель.

Кирисов Ігор Геннадійович асистент кафедри автоматизації енергетичних процесів
Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків, Україна. вул. Університетська 16, м. Харків, Україна,
61003

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НИЗЬКОЇ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТЕХНІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОМИСЛОВИХ СПОЖИВАЧІВ

В статті розглядаються питання впливу показників якості електроенергії на роботу різних споживачів електроенергії. Визначені можливі проблеми при роботі освітлювальних електроприладів та асинхронних двигунів при відхиленні показників якості електроенергії. Запропоновані варіанти вирішення проблеми впливу показників якості електроенергії на роботу різних споживачів

Ключові слова: якість електроенергії, показники якості електроенергії система електропостачання підприємств, асинхронний двигун.

Kirisov Igor Gennadievich, assistant of department of automation of energy processes
Ukrainian engineer-pedagogical academy, Kharkov, Ukraine. Str. Universitetskaya 16, Kharkov, Ukraine, 61003

ANALYSIS OF INFLUENCE OF POOR QUALITY OF THE ELECTRIC ENERGY ON TECHNICAL INDICATORS OF INDUSTRIAL CONSUMERS

In article questions of influence of indicators of quality of the electric power for work of different consumers of the electric power are considered. Possible problems are defined during the operation of lighting electric devices and asynchronous engines at a deviation of indicators of quality of the electric power. Options solutions of the problem of influence of indicators of quality of the electric power for work of different consumers of the electric power are proposed.

Keywords: quality of the electric power, indicators of quality of the electric power system of power supply of the enterprises, asynchronous engine.

Введение

Развитие электроэнергетики за последние годы характеризуется, с одной стороны, внедрением новой техники и технологий, которые ухудшают показателей качества электроэнергии (ПКЭ), а с другой стороны, широким использованием электронных схем, микропроцессоров, механизмов с цифровым управлением, что приводит к снижению помехоустойчивости приемников электрической энергии и резкому возрастанию отказов в работе или ложным срабатываниям. Поэтому возникла проблема разработки единых требований к ПКЭ и к помехозащищенности оборудования в электроэнергетических системах.

Причины выхода ПКЭ за предельных норм состоят в использовании различных нелинейных приемников электрической энергии, таких как:

1. Вентильные преобразователи;
2. Силовое электрооборудование с тиристорным управлением;
3. Дуговые и индукционные электропечи;
4. Люминесцентные лампы;
5. Установки дуговой и контактной сварки;

6. Преобразователи частоты;
7. Бытовая техника.

Основная часть

В настоящее время на территории Украины действует межгосударственный стандарт [3], устанавливающий показатели и нормы качества электрической энергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей электрической энергии, или приёмники электрической энергии. Различают такие свойства электрической энергии, как:

1. Отклонение напряжения;
2. Колебание напряжения;
3. Провал напряжения;
4. Временное перенапряжение ;
5. Несинусоидальность напряжения ;
6. Несимметрия трехфазной системы напряжений; отклонение частоты;
7. Импульс напряжения .

Этим свойствам соответствуют следующие показатели качества электрической энергии:

1. Установившееся отклонение напряжения δU_y ;
2. Размах изменения напряжения δU_t ;
3. Доза фликера P_f ;
4. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения K_U ;
5. Коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$;
6. Коэффициент несимметрии напряжений по обратной
7. Последовательности K_{2U} ;
8. Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой
9. Последовательности K_{0U} ;
10. Отклонение частоты Δf ;
11. Длительность провала напряжения Δt_n ;
12. Импульсное напряжение $U_{имп}$;
13. Коэффициент временного перенапряжения $K_{перU}$

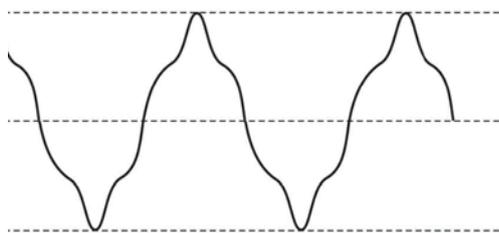


Рис. 1. Несинусоидальность напряжения

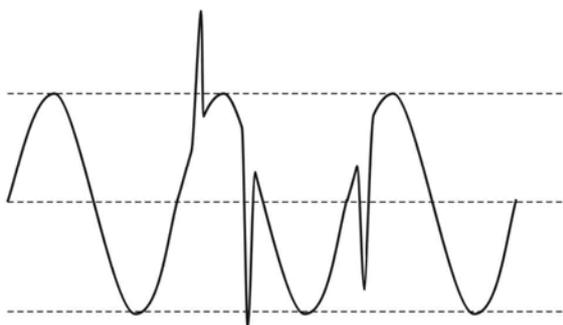


Рис. 2. Импульс напряжения

Все нормируемые показатели качества электрической энергии не должны превышать допустимых значений [1,2].

Качество электроэнергии в настоящее время все чаще становится предметом споров между поставщиками и потребителями электроэнергии, которые в основном имеют финансовый характер. Отечественное законодательство и отраслевые нормативные документы не дают чёткого пути разрешения таких споров, особенно в условиях дефицита приборов измерительной техники, пригодных для точного измерения показателей качества электрической энергии.

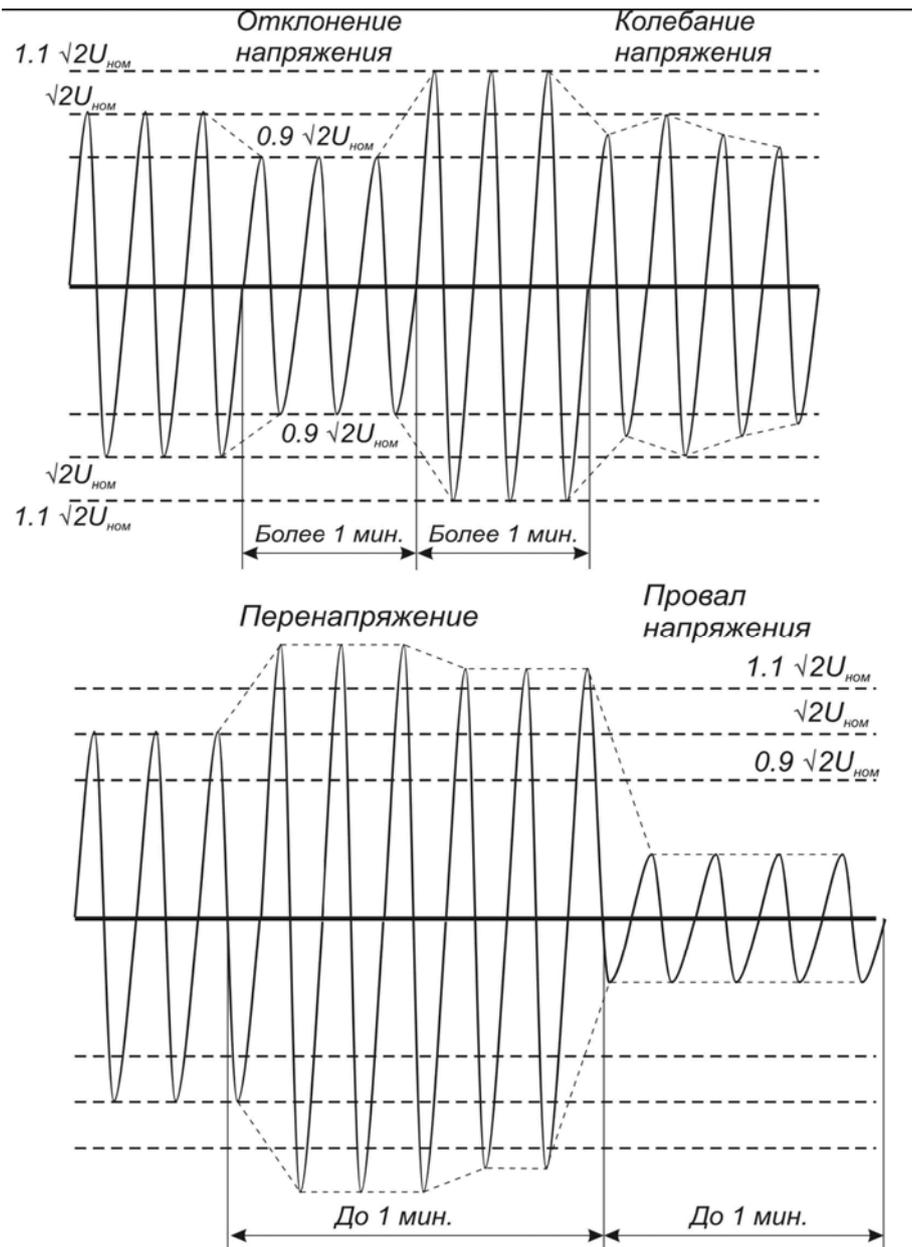


Рис. 3. Отклонение напряжения, колебание напряжения, провал напряжения и временное напряжение

Анализ доступных на рынке Украины средств измерения показателей качества электроэнергии с точки зрения задач контроля её показателей и решения задачи определения ответственности субъектов электрической сети за её ухудшение показывает, что многие компании-производители средств измерительной техники и контрольно-измерительной аппаратуры выпускают большую номенклатуру приборов для контроля качества электроэнергии [3]. Следует отметить, что возможность измерять напряжение и частоту и контролировать соответственно установившееся отклонение напряжения и частоту в сети имеют практически все современные 3-фазные цифровые измерительные преобразователи мощности и счётчики электроэнергии, а многие счётчики также способны регистрировать провалы напряжения. Поэтому контроль ключевых показателей качества электрической энергии, являясь важнейшей функцией автоматизированных систем диспетчерского управления и учёта электроэнергии, может и должен быть реализован уже сегодня в существующих системах без изменения парка измерительных приборов только за счёт использования нереализованных возможностей аппаратуры и программного обеспечения. Большинство современных цифровых 3-фазных счётчиков электроэнергии позволяет

Выводы данного исследования

контролировать качество электроэнергии по отклонению напряжения, провалам и перенапряжениям, но, как правило, полученные таким образом сведения о недопустимо низком качестве электроэнергии требуют дополнительных исследований с помощью специализированных приборов. Эти приборы позволяют контролировать основные показатели качества электроэнергии и определять во многих случаях источники ухудшения её качества.

Перечень специализированных приборов, которые позволяют контролировать основные показатели качества электроэнергии:

1. РЕСУРС UF2S (Энерготехника),
2. РЕСУРС UF2M (Энерготехника),
3. ЦСИКЭ (СВНЦ НАН и МОН Украины),
4. БИМ/ПКЭ (ГОСАН),
5. ЭНЕРГОМОНИТОР 3.3Т,
6. ЭРИС-КЭ.06 (ЭРИС),
7. Fluke 1760 Memobox (FLUKE),
8. Fluke 435 (FLUKE),
9. РМ 172ЕН (SATEC),
10. РМ 296 (SATEC), ION 7650 (PML), ION 8500 (PML)

Для определения соответствия качества электроэнергии в Украине пригодны только приборы, которые разработаны с учётом требований ГОСТ 13109-97, а именно:

1. РЕСУРС UF2S (Энерготехника),
2. РЕСУРС UF2M (Энерготехника),
3. ЦСИКЭ (СВНЦ НАН и МОН Украины),
4. БИМ/ПКЭ(ГОСАН),
5. ЭРИС-КЭ.06 (ЭРИС),

Приборы РЕСУРС UF2M (Энерготехника), ЦСИКЭ (СВНЦ НАН и МОН Украины), Fluke 1760 Memobox (FLUKE), Fluke 435 (FLUKE) предназначены для периодического контроля, а приборы - РЕСУРС UF2S (Энерготехника), ЭНЕРГОМОНИТОР 3.3Т, БИМ/ПКЭ (ГОСАН), ЭРИС-КЭ.06 (ЭРИС), РМ 172ЕН (SATEC), РМ 296 (SATEC), ION 7650 (PML), ION 8500 (PML) - для непрерывного контроля.

Наиболее эффективны одновременные измерения качества электроэнергии во всех точках контроля обследуемого объекта, для чего необходимо использовать соответствующее количество приборов[3].

Влияния ПКЭ на осветительные системы

Снижение качества электроэнергии приводит к дополнительным потерям, ухудшению технических показателей работы осветительных систем.

Исследования специалистов и ученых [4] показывают актуальность и необходимость решения проблемы влияния низкого качества электроэнергии на работу осветительных систем. Так как качество электрической энергии на месте производства не гарантирует ее качества на месте потребления до и после включения осветительной системы.

Снижение качества электроэнергии приводит к дополнительным потерям, дополнительному нагреву оборудования, ухудшению работы осветительных установок, сокращению срока службы изоляции и ламп.

Сегодня современные высокоинтенсивные источники света имеют срок эксплуатации до 30 тыс. часов. Исходя из специфики режима электропитания ламп и задач увеличения срока службы, надежности, экономичности и удобства в использовании, источники питания разрядных ламп должны обеспечивать выполнение определенного набора технических требований.

Результаты анализа показателей качества электроэнергии, которые производились в крупных городах Восточной и Центральной Украины [4] показывают: нарушения по установившемуся отклонению напряжения зафиксированы на 70 % объектов измерений, причём на 34 % объектов зафиксированы нарушения предельно допустимых значений.

Пиковые значения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения достигали 24,5 % . Зафиксированы нарушения по всем высшим гармоническим составляющим до 40 включительно, наиболее значительны нарушения по следующим гармоникам (в порядке убывания): 15, 6, 21, 27, 33, 3, 18, 12, 39, 16 . Нарушений по частоте не зафиксировано.

Для устранения влияния низкого качества электроэнергии на эффективность осветительных систем необходимо применять стабилизаторы-регуляторы напряжения с целью улучшения технических показателей и экономии электроэнергии в электрических сетях [4].

Влияния ПКЭ на асинхронные двигатели

При изменении напряжения сети по сравнению с номинальным активная мощность на валу асинхронного двигателя остается практически постоянной, однако изменяются потери активной мощности в нем, что может вызвать перерасход или получить экономию электрической энергии. Реактивная мощность при этом существенно меняется.

Значительный ущерб промышленным предприятиям наносит сокращение срока службы асинхронных двигателей, работающих с большой нагрузкой и пониженным напряжением.

Частота вращения асинхронных двигателей меняется в зависимости от подведенного напряжения. В табл. 1 приведены данные влияния отклонений напряжения в пределах от -10 % до +10 % асинхронных электродвигателей [5].

Таблица 1

Характеристики двигателей	Изменение характеристики при изменении напряжения	
	- 10 %	+10 %
Пусковой и максимальный вращающий момент	- 19%	+ 21 %
Синхронная частота вращения		
Скольжение, %	+ 23 %	- 17 %
Частота вращения при номинальной нагрузке	- 1,5 %	+ 1 %
Коэффициент полезного действия:		
При номинальной нагрузке	- 2 %	+ 1 %
При нагрузке 75 %		
При нагрузке 50 %	- 1 % / - 2 %	+ 1 % / + 2 %
Коэффициент мощности при нагрузке :		
100 %	+ 1 %	- 3 %
75 %	+ 2 % / + 3 %	- 4 %
50 %	+ 4 % / + 5 %	- 5 % / - 6 %
Ток ротора при номинальной нагрузке	+ 14 %	- 11 %
Ток статора при номинальной нагрузке	+ 10 %	- 7 %
Пусковой ток	+ 10 % / + 12%	- 10 % / - 12 %
Прирост температуры обмотки при номинальной нагрузке	+ 5 % / + 6 %	Практически без изменения

Выводы

1. Отклонение напряжения существенно влияет на работу осветительных установок. От подведенного напряжения зависят световой поток, освещенность, срок службы, потребляемая мощность и КПД осветительных приемников электрической энергии.

2. Наиболее выгодным, с точки зрения увеличения срока службы асинхронных двигателей является номинальное напряжение или напряжение выше номинального.

Список использованной литературы:

1. Жежеленко И. В. Технические и организационные вопросы повышения качества электроэнергии в промышленных сетях / И. В. Жежеленко, А. М. Липский, Г. Л. Багиев // Промышленная энергетика, № 9, 1983. – С. 12–15.

2. Жежеленко И. В. Саенко Ю. Л. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях/ И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко // Изд-е 3-е.– М: Энергоатомиздат, 2000. – 254 с. – С. 125–129.
3. Сапрыка А. В. Повышение энергоэффективности осветительных комплексов с учетом качества электрической энергии/ А. В. Сапрыка // Монография. – Харьков: ХНАМГ, 2009 – 126 с. – С. 31–38.
4. Сапрыка А. В. Анализ влияния низкого качества электрической энергии на технические показатели осветительных систем/ А. В. Сапрыка // Вісник Приазовського державного технічного університету 2008 р. Вип. № 18. – С. 110–112
5. Синчук О. Н., Пересунько И. И. Показатели качества электроэнергии распределительных сетях шахт и влияние отклонений напряжения на технико-экономические показатели электроснабжения /О. Н.Синчук, И. И.,Пересунько //Криворожский национальный университет. Гірничий вісник, вип. 97. – 2014. – С. 155–156.

References:

1. Zhezhelenko I. V/ Technical and organizational issues to improve the quality of electricity in industrial networks [Tekhnicheskiye i organizatsionnyye voprosy povysheniya kachestva elektroenergii v promyshlennykh setyakh]/ I.V. Zhezhelenko, A. M. Lipsky, G. L. Bagiev // Industrial Energy, № 9. –1983. – P.12–15.
2. Zhezhelenko of I.V. Saenko Yu. L. Indicators of quality of the electric power and their control at the industrial enterprises [Pokazateli kachestva elektroenergii i ikh kontrol' na promyshlennykh predpriyatiyakh]/ I.V. Zhezhelenko, Yu.L. Saenko//. Izd-e the 3rd. – M: Energoatomizdat, 2000.– 254 p. – P. 125–129.
3. Sapryka A.V. Increase of energy efficiency of lighting complexes taking into account quality of electric energy [Povyshenie energoeffektivnosti osvetitel'nykh kompleksov s uchetom kachestva elektricheskoy energii] / A.V. Sapryka//Monograph. – Kharkov: HNAMG, 2009. – 126 p. – P. 31–38.
4. Sapryka A.V. Analysis of influence of poor quality of electric energy on technical indicators of lighting systems[Analiz vliyaniya nizkogo kachestva elektricheskoy energii na tekhnicheskie pokazateli osvetitel'nykh sistem]/ A.V. Sapryka//. Visnik of the Azov majestic tekhnichny to an universitet of 2008 rubles. VIP. P. 110-112 No. 18
5. Sinchuk O. N., Peresunko I. I. Indicators of quality of the electric power distributive networks of mines and influence of deviations of tension on technical and economic indicators of power supply[Pokazateli kachestva elektroenergii raspreditel'nykh setyakh shakht i vliyanie otkloneniy napryazheniya na tekhniko-ekonomicheskie pokazateli elektrosnabzheniya] / O. N. Sinchuk, I. I. Peresunko//. Krivorozhsky national universitet. Gernichy visnik, VIP. 97, 2014. – P. 155–156.

Поступила в редакцию 18.11 2015 г.