РАЗДЕЛ XI. ЭНЕРГЕТИКА

Сайфидинов Б.С., Мухин Н.Д.

Некоторые направления эффективного регулирования расхода электроэнергии в системе электроснабжения

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина
(Россия, Екатеринбург)

doi: 10.18411/lj-06-2021-101

Аннотация

В статье рассматриваются основные методы регулирования расхода электроэнергии в сетях за счет оптимизации эксплуатационных методов. Сокращения электрических потерь в оборудовании с целью повышения значения энергоэффективности.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергосбережение, электроэнергия, система электроснабжения, сокращение расхода электроэнергии.

Abstract

This article discusses the main possibilities of power consumption control in power supply networks by optimizing usage and reducing electrical losses in equipment in order to increase energy efficiency.

Keywords: energy efficiency, energy saving, electricity, power supply system, reduction of power consumption.

Рассмотрим некоторые методы экономии энергии в здании:

- Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии
- Оптимизация систем обеспечения микроклимата зданий и сооружений
- Улучшение архитектурно-строительных и теплозащитных характеристик здания
- Методы рекуперации тепла
- Энергосбережение за счет автоматического управления электроосвещением
- Оптимизация работы вентиляционных систем и многое другое

Конечной целью всех этих методов является экономия затрат на энергоресурсы. А что, если выйти за пределы здания и рассмотреть энергоэффективность систем энергоснабжения здания? Рассмотрим систему электроснабжения с точки зрения ее энергоэффективности.

Потери энергии начинаются с электрической станции, с преобразования внутренней энергии топлива в электрическую энергию в генераторе, КПД этого преобразования низок в основном из-за низкой эффективности теплового двигателя. В конденсационных электростанциях он составляет всего 30%, в ТЭЦ - достигает 80%.

Потери энергии в электропередаче (в линиях и трансформаторах) тоже значительны, поскольку от источника до потребителя электроэнергия подвергается 3-5 трансформациям и проходит сотни и тысячи километров. К.П.Д. электропередачи составляет ориентировочно 90%.

Не менее расточительны и сами потребители электрической энергии: КПД наиболее широко распространенных источников электрического освещения, ламп накаливания всего 5%, К.П.Д. люминесцентных и наиболее современных галогенных ламп - около 20%, КПД электродвигателей небольшой мощности (микродвигателей) –

30...50%, КПД мощных двигателей – 80...90% и выше. [1] Кроме того, существуют электротехнологические установки, такие как сварка, высокочастотный нагрев, нагрев в печах сопротивления, в дуговых печах, сопровождающиеся значительными потерями энергии. Все это объекты для энергосбережения в системе электроснабжения.

Мероприятия по энергосбережению в системе электроснабжения организует и стимулирует энергосистема путем установления соответствующих тарифов (двух ставочный тариф, дневной, ночной тар и т.д.), путем принудительных включений - отключений, заданием своих требований к графикам нагрузки и т.д.

Нерациональные расходы электроэнергии возникают:

- при несоответствии используемого устаревшего оборудования характеру и объёму производства в изменившихся условиях,
- при использовании электронагревателей для нагрева помещений, воды и т.д. при наличии других источников тепла (пар или горячая вода от котельных или ТЭЦ, солнечная энергия, энергия ветра),
- при отсутствии или плохом качестве теплоизоляции электропечей, электроплит, кухонного оборудования.
- при отсутствии или недостаточной или избыточной мощности компенсирующих устройств,
- при плохом состоянии механического оборудования (дефекты конструкции, выработанные подшипники, ненадлежащая смазка),
- при плохом качестве ремонта электродвигателей,
- при завышенной мощности электродвигателей,
- при завышенной или заниженной мощности электронагревателей,
- при отсутствии автоматического управления и регулирования технологических процессов горения в котельных, подачи воды, воздуха, отсоса дымовых газов, частоты вращения в механизмах в зависимости от требуемой нагрузки, температуры и т.д.,
- при отсутствии контроля расхода электроэнергии в подразделениях и отсутствии систем материального стимулирования энергосбережения,
- при плохом качестве или отсутствии теплоизоляции сетей сжатого воздуха.

Снижение потерь энергии в системе электроснабжения достигается:

- уменьшением потерь в трансформаторах - правильным выбором их мощности, числа, рационального режима работы, исключением холостых ходов при малых нагрузках, выбором числа одновременно работающих трансформаторов, подбором компенсирующих устройств, применением автотрансформаторов,
- уменьшением потерь в линиях, шинпроводах, реакторах;
- регулированием графиков нагрузки;
- компенсацией реактивной мощности, правильным выбором мощности и расположения компенсирующих установок;
- применением для компенсации реактивной мощности батарей статических конденсаторов на напряжениях 0,38 и (или) 6-10 кВ, применение синхронных двигателей, работающих в режиме перевозбуждения или с $\cos \varphi_H = 1$;
- применение синхронных компенсаторов на крупных подстанциях;

Снижение потерь совершенствованием технологического процесса достигается:

- рациональным выбором самого технологического процесса, имея ввиду, что расход энергии, например, при строгании в 1,5 раза больше, чем при

токарной обработке одних и тех же деталей, а при сверлении в 1,3 раза больше, чем при строгании и т.д.;

- совмещением операций, увеличением подач;
- увеличением загрузки двигателей, заменой незагруженных двигателей двигателями меньшей мощности, переключением незагруженных двигателей с треугольника на звезду;
- автоматизацией операций, например, подвод-отвод инструмента;
- повышением качества ремонта асинхронных двигателей (нежелательность проточки роторов, своевременная замена подшипников, перемотка обмоток без нарушения технических условий и т.д.);
- регулированием частоты вращения электродвигателей для снижения расхода насосов компрессоров, вентиляторов, вместо регулирования задвижкой, выбором числа параллельно работающих механизмов;
- регулированием и своевременным отключением электрического отопления, освещения, кондиционирования при окончании работы, в зависимости от состояния окружающей среды;
- регулированием напряжения в допускаемых ГОСТ пределах - 5-10% номинального. [2]

Режим энергосбережения особенно актуален для механизмов, которые часть времени работают с пониженной нагрузкой - конвейеры, насосы, вентиляторы и т.п. Существует немало устройств, которые позволяют добиться уменьшения потерь при работе электрооборудования, основными из которых являются конденсаторные установки и частотно регулируемые приводы. Частотно регулируемые электроприводы со встроенными функциями оптимизации энергопотребления гибко изменяют частоты вращения в зависимости от реальной нагрузки, что позволяет сэкономить до 30 - 50% потребляемой электроэнергии. При этом зачастую не требуется замена стандартного электродвигателя, что особенно актуально при модернизации производств. Такие энергосберегающие электроприводы и средства автоматизации могут быть внедрены на большинстве промышленных предприятий и в сфере ЖКХ: от лифтов и вентиляционных установок до автоматизации предприятий. Российскими учеными разработана установка, при работе которой часть тепла, уходящего в трубу после сжигания на производстве природного газа, используется для выработки дополнительной энергии, способной дать освещение пяти шестнадцатиэтажных зданий.[8 с. 36-37]

Снижение потерь в осветительных установках достигается:

- применением современных экономичных источников света — светодиодных, галогенных, люминесцентных ламп с КПД $\geq 20\%$ взамен ламп накаливания с КПД = 5%;
- максимальным использованием естественного освещения путем проектирования производственных зданий, организацией рабочего времени, содержанием в чистоте прозрачных потолков, окон;
- автоматическим или ручным отключением ненужного освещения в светлое время или снижением освещенности, когда это возможно;
- уменьшением мощности ламп там, где это не мешает технологическому процессу заменой ламп или снижением напряжения с помощью трансформатора или в схеме с однополупериодным выпрямителем.

Светодиодные светильники позволяют достичь существенной экономии электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света лампами накаливания (до 80%) и люминесцентными лампами (свыше 40%). Эти светильники можно использовать в освещении самых разных объектов: подземных пешеходных

переходов и автомобильных парковок, садово парковом освещении, уличном освещении, освещении в ЖКХ и аварийном освещении.[5]

В рамках программы по энергосбережению разрабатываются различные мероприятия, которые способствуют экономии электроэнергии, как единичными потребителями в конкретной квартире, доме, так и крупными предприятиями, имеющими мощное производство и потребляющими большое количество энергии для обеспечения эффективной работы оборудования. Мероприятия по энергосбережению для повышения энергоэффективности систем электроснабжения:

- проведение электротехнического анализа на вводах предприятия и на приоритетных потребителях; приведение основных технико-экономических показателей в норму, т.е. $\cos\varphi >$ или $= 0,8$; поставка электротехнического оборудования на предприятие (компенсация реактивной мощности) и подключение их к приоритетным потребителям;
- снятие нагрузок по току с линий и трансформаторов с помощью компенсирующих устройств;
- проверка «грубым анализом» соответствия электроприводов (асинхронных двигателей) нормам эксплуатации; применение для технологических линий электроприводов с частотным регулированием;
- применение, где возможно, программного обеспечения для исключения выхода пика электрической мощности за пределы договорных величин;
- применение, где необходимо, активных или пассивных фильтров для уменьшения влияния высших гармоник на работу программных устройств; применение автоматизированных устройств учета электроэнергии. [3]

Использование проводов нового поколения способно снизить потери линий электропередачи до 30% и увеличить их пропускную способность от 1,5 до 2 раз. Замена существующих проводов на провода нового поколения позволяет добиться экономии посредством снижения потерь до 98 тыс. руб. на 1 км линии в год и за счет дополнительной передаваемой мощности 150–250 млн руб. на линию в год. Одним из примеров проводов нового поколения являются высокоэффективные провода с композитным сердечником ACCC (Aluminium Composite Core Conductor — алюминиевый провод с композитным сердечником) являются новинкой для российского электроэнергетического рынка. Данная технология американской компании СТС применяет в своих разработках композитные материалы из углеродного волокна — карбоновых нитей, которые являются значительно легкими и прочными относительно стали.[4] Необходимо отметить, что реализация полномасштабных инновационных проектов, к примеру Smart Grid, невозможно без внедрения проводов нового поколения, которые являются инновационным решением, основанным на новых технологиях и материалах, сырье высокого качества. По причине очевидного роста стоимости энергоресурсов потери, которым ранее почти не уделялось внимание, сейчас стали обходиться слишком дорого. Высокий уровень потерь в российских электросетях (около 5% для ФСК и 8–11% для МРСК) определяется не только высоким уровнем изношенности электросетевого оборудования и сложными условиями климата России. При реализации пилотных проектов с проводами нового поколения выяснилось, что несмотря на все очевидные преимущества и экономический эффект существуют административные барьеры при внедрении инновационных проводов.

В заключении, следует сказать, что повышение энергоэффективности является целевой задачей в современном мире как для российской, так и международной экономической политики, в современном мире. На сегодняшний день разрабатываются инновационные технологии, направленные с целью сокращения потери электроэнергии

при ее передаче по ЛЭП. Основной целью в данной статье являлось рассмотрение способов повышения энергоэффективности в сетях электроснабжения.

1. Энергосбережение в системе электроснабжения [Электронный ресурс]. <https://zdam.ru/a75805.html> (дата обращения 02.06.2021)
2. ГОСТ 29322-2014 Межгосударственный стандарт. Напряжения стандартные.
3. Энергоэффективность систем электроснабжения. Дианова О.В., Шульга Т.П. Красноярский государственный аграрный университет, Ачинский филиал, Ачинск, Россия 3 с.
4. Энергоэффективность в электрических сетях. Гетте Алексей Иванович, студент Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (г. Кемерово)
5. Энергосберегающие технологии и способы энергосбережения // Энергоинформ - альтернативная энергетика, энергосбережение, информационнокомпьютерные технологии. Документация [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energoinform.org/news/2008/energy/081205e.aspx> (дата обращения 02.06.2021)
6. Федеральный закон РФ от 11.07.2011 № 197-ФЗ «О внесении изменений в статью 13 Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
7. ISO 50001: 2011 (E). Международный стандарт. Системы энергетического менеджмента - Требования и руководство по применению, Швейцария, 2011
8. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ. Учебное пособие. Благовещенск Издательство АмГУ 2014. 91 с.

Соболь А.Н., Андреева А.А.

Методика экспериментального исследования повреждений асинхронных генераторов ветроэнергетических установок

*ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина
(Россия, Краснодар)*

doi: 10.18411/lj-06-2021-102

Аннотация

Для построения собственной защиты асинхронных генераторов ветроустановок необходимо знать специфику процессов, протекающих в них в случае различного рода повреждений. Для этого необходимо провести исследования соответствующих признаков повреждений генератора. При этом имеется возможность, например, применения методов математического моделирования. Однако, ориентация на методы аналитического исследования без широко поставленного эксперимента недостаточна и не может обеспечить полноценных результатов при изучении режимов работы электрических машин, в частности их повреждений. В статье рассматривается экспериментальное исследование повреждений асинхронного генератора, в результате которого имеется возможность сформулировать соответствующие требования к устройствам защиты.

Ключевые слова: асинхронный генератор, методика, эксперимент, повреждение, устройство защиты.

Abstract

To build your own protection for asynchronous generators of wind turbines, it is necessary to know the specifics of the processes occurring in them in the event of various types of damage. This requires an investigation of the appropriate signs of generator damage. In this case, it is possible, for example, to apply mathematical modeling methods. However, an orientation towards analytical research methods without a widely set experiment is insufficient and cannot provide full-fledged results when studying the operating modes of electrical machines, in particular their damage. The article discusses an experimental study of