

**ИННОВАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ В
СОВРЕМЕННОМ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ
ОБРАЗОВАНИИ
СПЕЦИАЛИСТОВ В
ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИКИ И
ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

Содержание

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ Бончук А.В., Даминов Д.А.	208
ВЕНТИЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ Гирфанов И.И.	214
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – ОТ ПЛАНОВ К ДЕЙСТВИЮ Карпова И.И.	220
ЕМКОСТЬ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ Макаров В.Н., Горячев С.В., Соколов В.Ю.	224
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ НАГРУЗКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ Митрофанов С.В., Алешина С.К., Валиуллин К.Р.	227
СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ СЕТИ Митрофанов С.В., Алешина С.К., Жаворонков А.Е.	232
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ Митрофанов С.В., Алешина С.К., Михайлова А.Д.	242
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОСВЕЩЕНИИ Митрофанов С.В., Валиуллин К.Р.	251
ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ Митрофанов С.В., Ивков К.А.	259
ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ Митрофанов С.В., Лихачева М.Д.	264
ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ Митрофанов С.В., Михайлова А.Д.	269
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ Митрофанов С.В., Михайлова А.Д.	274
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС ВПО Нелюбов В.М.	283
ОБОСНОВАНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ Никиян Н.Г., Ямансарин И.И.	288
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА Павлов М.С., Горячев С.В.	293

ИННОВАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ТОЭ СТУДЕНТАМ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ	
Ушакова Н.Ю.	296
ТРИГЕНЕРАЦИЯ, КАК СПОСОБ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ	
Фирсова Е.В., Соколов В.Ю.....	299
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ СПЕЦДИСЦИПЛИН	
Халелов К.Г.	302
ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ	
Худорожков О.В., Гущин Д.П.	306
УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ	
Худорожков О.В., Свешников П.А.	310
СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЕГО ИЗМЕРЕНИЯ	
Худорожков О.В., Сергиенко А.А.....	313

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Бончук А.В., Даминов Д.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Основным способом защиты ответственных потребителей электроэнергии от возможных сбоев в электросетях является установка источника бесперебойного питания (ИБП). Широкое распространение получила централизованная схема электропитания с использованием одномодульного ИБП. Однако для проведения профилактических, регламентных и ремонтных работ ИБП переводится в режим Bypass, и нагрузка остается незащищенной от перебоев электропитания. Для определенных потребителей, например при непрерывном производственном цикле химического производства данный риск недопустим.

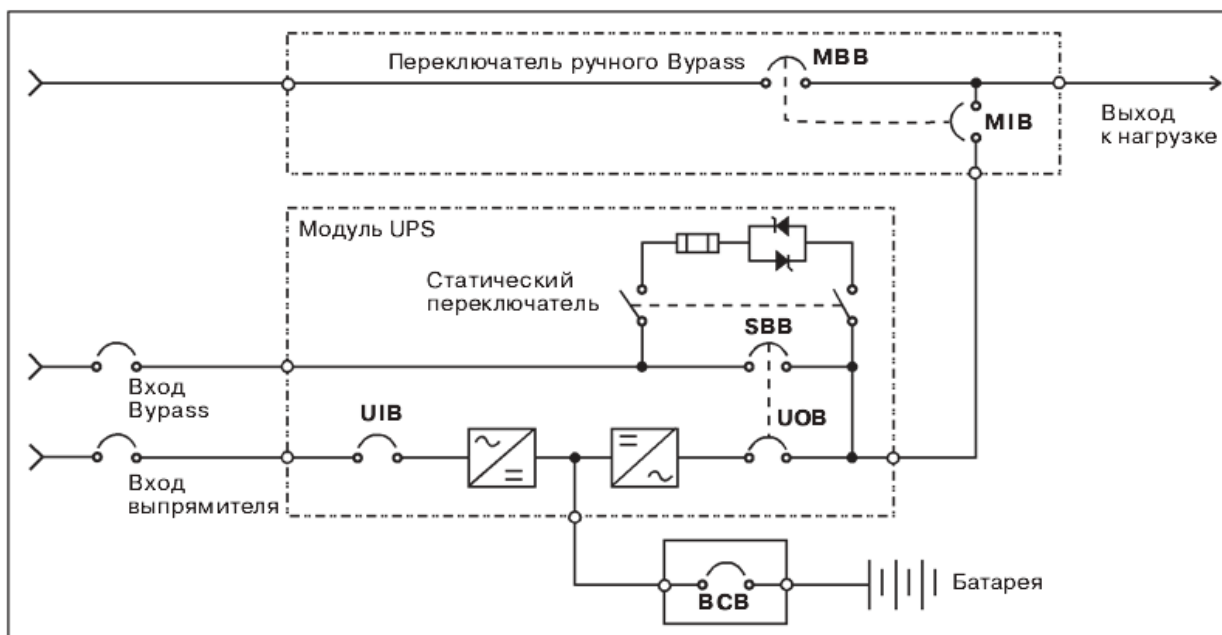
Существуют основные схемы резервирования ИБП: системы с параллельным резервированием и системы с последовательным резервированием.

Одномодульные системы

К сожалению, промышленные электросети не обладают высокой надежностью, гарантирующей отсутствие возможных перебоев с электроснабжением. Стандартным средством защиты ответственных потребителей являются одномодульные ИБП, построенные по схеме с двойным преобразованием напряжения (On-Line). Они комплектуются батареями аккумуляторов, рассчитанными на определенное время работы в автономном режиме в зависимости от подключенной нагрузки (обычно не более 10 часов).

Структура одномодульного ИБП (рисунок 1), работающего по схеме On-Line, состоит из: выпрямителя, инвертора, аккумуляторных батарей, зарядного устройства, а также устройства коммутации цепи Bypass (обходная цепь питания нагрузки, минуя схему двойного преобразования). Одномодульная система отличается высокой надежностью и простотой. Она является оптимальным решением для нагрузок, допускающих кратковременные запланированные отключения для обслуживания ИБП. Однако в моменты технического обслуживания ИБП или выполнения других регламентных работ возникает необходимость его перевода в режим Bypass. Кроме этого, существует вероятность выхода из строя самого ИБП.

Система с параллельным резервированием состоит из двух или более модулей ИБП, включенных в параллель и работающих на общую нагрузку. По отношению к проектной нагрузке система должна иметь определенную избыточность по мощности в виде одного или нескольких дополнительных модулей для обеспечения резерва. Как правило, каждый модуль оснащен своим батарейным блоком, хотя и не исключен вариант использования общего батарейного комплекта для всей системы в целом.

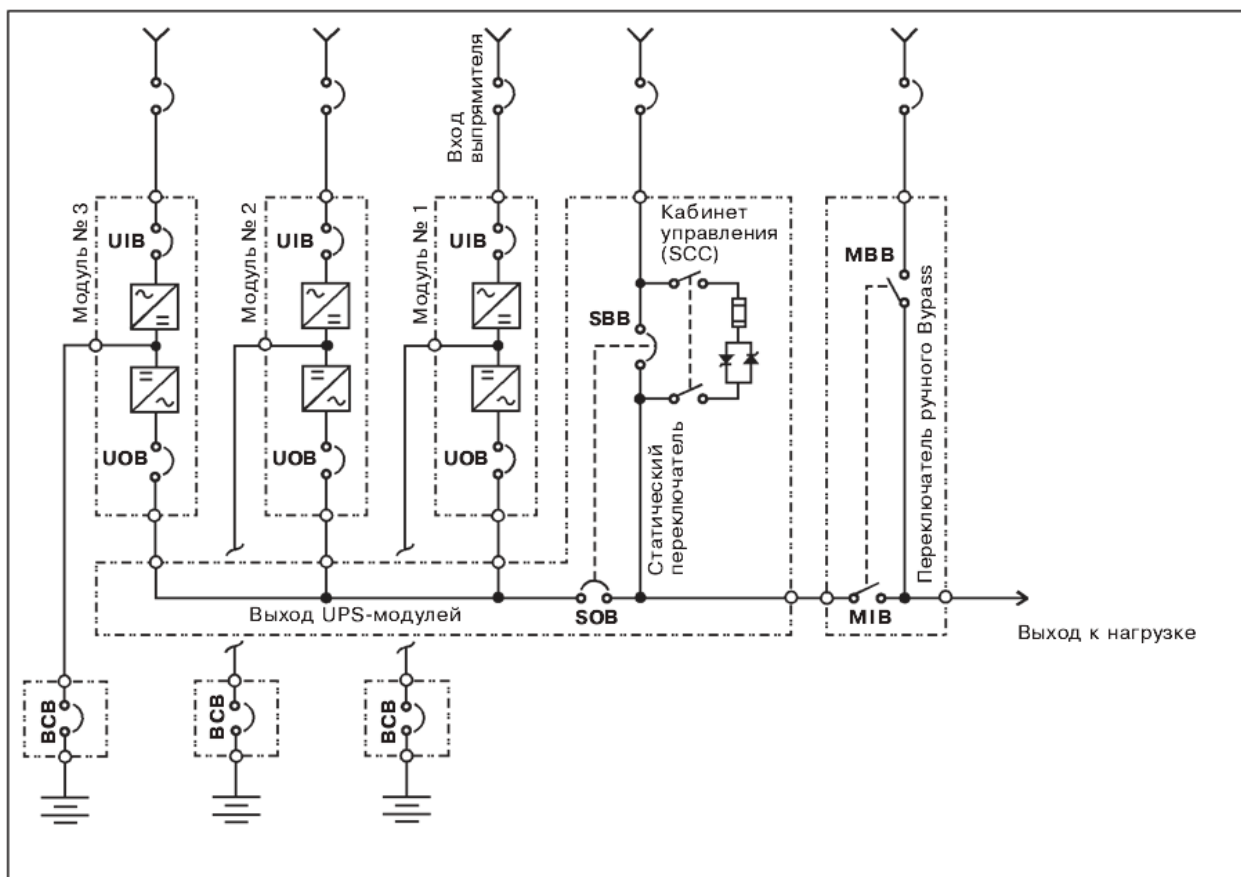


BCB — батарейный размыкатель;
 MBV — переключатель ручного Bypass;
 MIB — размыкатель ручного Bypass;
 SBB — статический переключатель;
 UIB — входной размыкатель модуля;
 UOB — выходной размыкатель модуля

Рисунок 1 – Одномодульный ИБП

При безаварийной работе нагрузка системы равномерно распределяется между модулями ИБП, а в случае выхода из строя или принудительного отключения одного из них нагрузка распределяется среди оставшихся модулей. Такая схема включения обеспечивает высокую степень защиты (99.99%). При этом процесс технического обслуживания отдельных модулей не приводит к временному питанию нагрузки от «грязной» сети. Однако все еще остается необходимость отключения системы при проведении работ с шиной питания нагрузки или оборудованием, расположенным между ИБП и нагрузкой.

Несмотря на простоту концепции построения параллельной системы резервирования, методы ее конкретной реализации существенно различаются у разных производителей ИБП. Главное различие заключено в механизме распределения нагрузки между модулями. Большинство производителей используют инверторы с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), обладающие высокими динамическими характеристиками. Однако для их параллельной работы на единую нагрузку требуются дополнительные устройства синхронизации. При этом один из модулей ИБП становится ведущим и по его выходному напряжению синхронизируются оставшиеся модули системы. Недостаток данного решения очевиден. При выходе из строя ведущего модуля или цепей синхронизации выходит из строя вся система. Ведущий модуль — ее слабое звено.



BCB — батарейный размыкатель;
 MBB — переключатель ручного Bypass;
 MIB — размыкатель ручного Bypass;
 SBB — статический переключатель;
 SOB — выходной размыкатель системы;
 UIB — входной размыкатель модуля;
 UOB — выходной размыкатель модуля

Рисунок 2 - Система с параллельным резервированием

Системы с последовательным резервированием состоит из одного или нескольких основных модулей и одного резервного. Каждый основной модуль работает на собственную нагрузку. Резервный модуль используется в качестве первичного источника питания входов Bypass основных модулей системы (рисунки 3, 4). Такая конфигурация позволяет производить техническое обслуживание основных и резервного модулей без отключения нагрузки и без снятия ее защиты. В этой схеме выходы основных модулей синхронизированы с выходом резервного модуля системы.

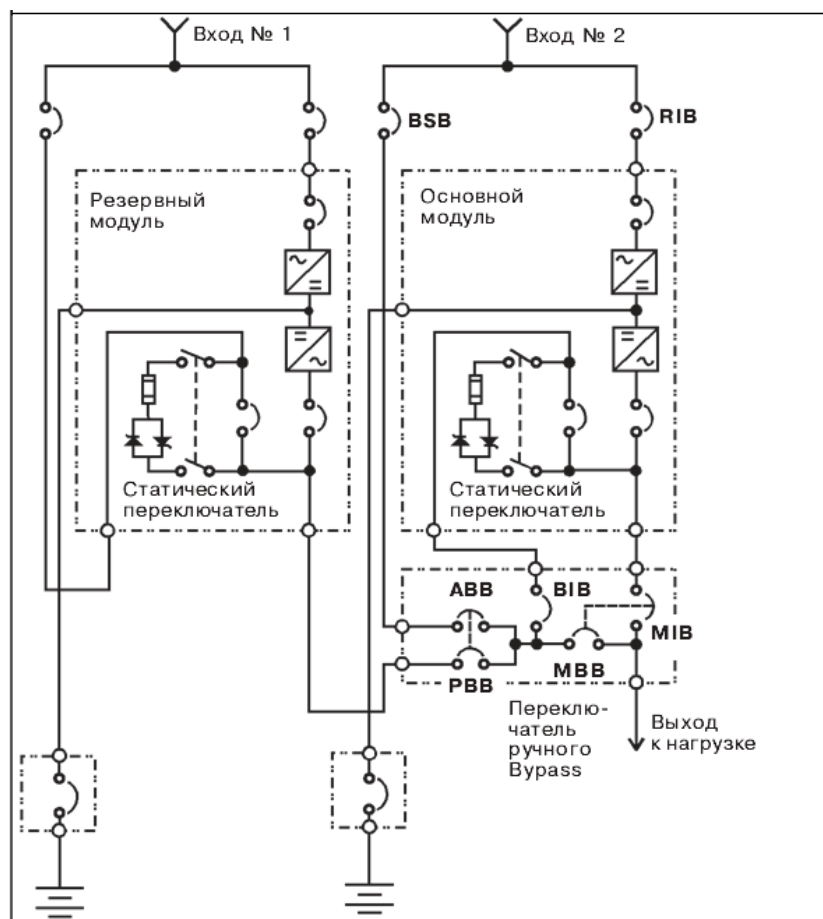


ABB — размыкатель резервной цепи Bypass;
 BIB — размыкатель цепи статического Bypass;
 BSB — входной размыкатель цепи Bypass;
 MBB — переключатель ручного Bypass;
 MIB — размыкатель ручного Bypass;
 PBB — размыкатель основной цепи Bypass;
 RIB — входной размыкатель цепи выпрямителя

Рисунок 3 - Простейшая система с последовательным резервированием

При пропадании питания на входе одного из основных модулей ИБП переходит в автономный режим работы и нагрузка потребляет энергию батарейного комплекта данного ИБП. Если к моменту его разряда питание не восстановится, произойдет автоматический переход модуля в Bypass, т. е. на резервный блок. Разумеется, в этом случае резервный блок становится недоступен для оставшихся основных модулей, и при переходе в Bypass второго основного модуля подключенный к нему сегмент нагрузки запитывается от незащищенного входа системы.

Особенности систем с последовательным резервированием:

- резервный модуль работает в режиме Off-Line;
- по входу Bypass основных модулей включен резервный ИБП, а не «грязная» сеть.

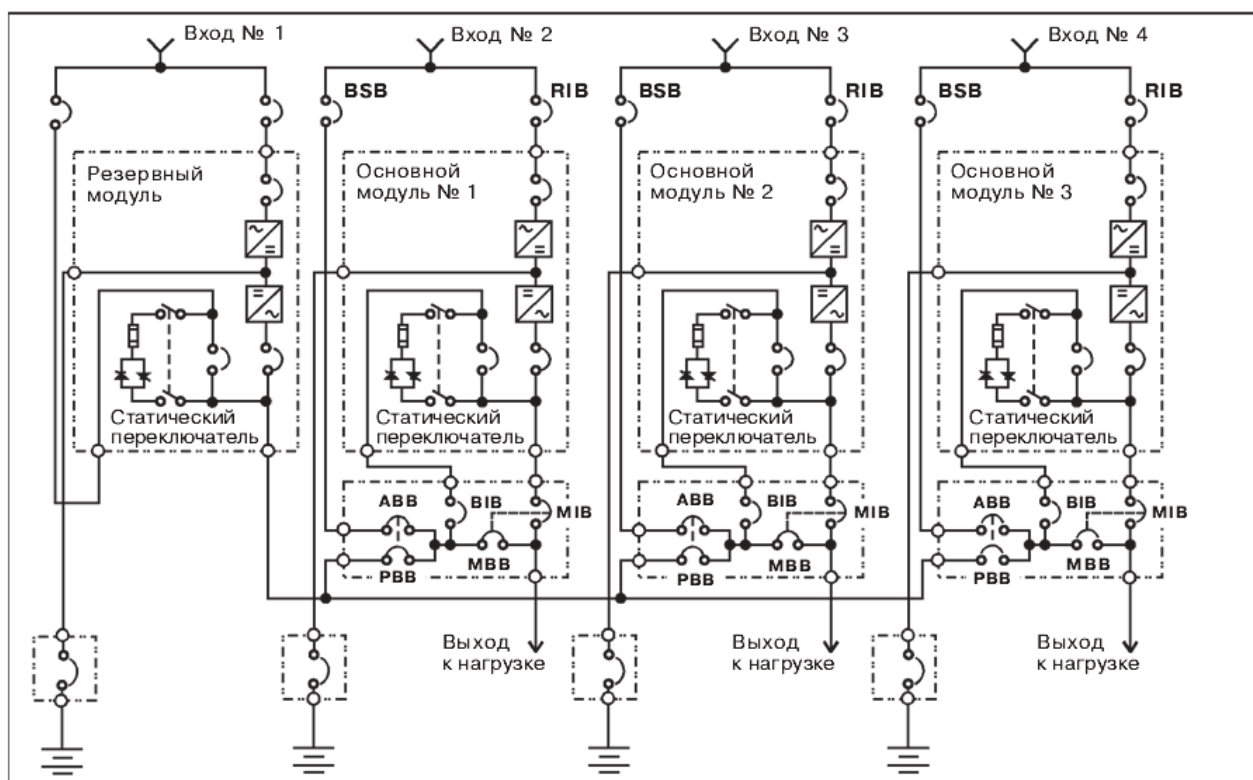


Рисунок 4 - Четырехмодульная система с последовательным резервированием.

Данная схема — хороший способ модернизации существующей одномодульной системы для повышения ее надежности путем включения дополнительного резервного модуля.

На основании этого схему с последовательным резервированием можно рассматривать как существенно более надежную в сравнении с одномодульной. Дополнительное преимущество системы с последовательным резервированием заключается в возможности использования разноранговых модулей (модулей с разной мощностью) и разнотипных модулей (модулей от разных производителей).

Недостатки схем с последовательным резервированием:

- высокая стоимость реализации;
- система с последовательным резервированием нуждается в дополнительной цепи коммутации источника питания входов Bypass основных модулей (для систем из 3 или более модулей);
- для модернизации простейшей двухмодульной системы (1 основной, 1 резервный модули) требуются большие затраты;
- мощность каждого сегмента нагрузки ограничена мощностью соответствующего основного модуля ИБП;
- для реализации схемы требуется большее количество автоматических переключателей;
- для реализации схемы требуется большее количество защитных автоматов.

Например, схема с 4 модулями (3 основных, 1 резервный) требует 3 независимые линии Вурасс со своими переключателями. Вследствие этого среднее время наработки на отказ (MTBF) системы с последовательным резервированием может оказаться ниже в сравнении с одномодульными ИБП или системами с параллельным резервированием.

Таким образом, применение схемы последовательного резервирования, с одной стороны, облегчает обслуживание модулей и переконфигурирование системы, но, с другой стороны, приводит к снижению ее надежности в целом. Подобная конфигурация наиболее эффективна в варианте с двумя модулями (1 основной, 1 резервный). Однако при увеличении количества основных модулей рекомендуется использовать другие схемы резервирования.

Рассмотренные способы резервирования имеют свои преимущества и недостатки. Одномодульная система является оптимальным решением задач, не требующих непрерывного цикла работы в течение всего срока службы оборудования. Параллельная система обладает большей надежностью и допускает обслуживание в процессе работы. Конфигурация с последовательным резервированием позволяет свести резервирование к уже существующей одномодульной установке.

Список литературы

1. **Климов, В.** *Современные источники бесперебойного питания: классификация и структуры однофазных ИДП. Часть I*//Электронные компоненты, №6, 2008.
2. *Повышение надежности централизованной системы бесперебойного электропитания (обзор типовых схем резервирования) – Режим доступа:* <http://www.380v.ru>

ВЕНТИЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Гирфанов И.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Комплексная автоматизация производства, необходимая для существенного повышения производительности общественного труда, предполагает интенсификацию работ в области создания промышленных роботов и манипуляторов, эффективность которых в значительной степени определяется свойствами входящих в их состав приводных механизмов. Совершенствование робототехнических систем, и в частности более широкое внедрение адаптивных роботов, привело к преимущественному развитию и использованию электрического привода, обладающего высокой надежностью и простотой эксплуатации. Этому также способствовали достижения в области электромашиностроения, систем управления электроприводами, широкие возможности электроники, позволяющие за счет оригинальных технических решений, новых технологий и материалов создавать высоконадежные, быстродействующие адаптивные системы.

Наибольшее распространение в электроприводах роботов получили коллекторные электродвигатели постоянного тока независимого возбуждения различного конструктивного исполнения. Тем не менее, из-за наличия щеточно-коллекторного узла, снижающего надежность и срок службы привода и являющегося источником пыли, радио- и акустических помех, их применение ограничено, а в ряде случаев невозможно — в условиях агрессивных и взрывоопасных сред, высокой влажности и температуры. Именно поэтому как в России, так и за рубежом велик интерес к разработке вентильных электродвигателей постоянного тока, обладающих характеристиками коллекторных двигателей и надежностью машин переменного тока.

Вентильные электродвигатели, как и другие типы двигателей в составе привода промышленного робота, должны удовлетворять специфичному для него комплексу требований. Эта специфика определяется распространенным в настоящее время модульным принципом построения роботов из ограниченного числа относительно независимых унифицированных устройств — модулей и необходимостью размещения электродвигателей непосредственно в сочленениях конструктивной схемы робота. Наиболее жесткие требования предъявляются к быстродействию, перегрузочной способности двигателя, массогабаритным показателям, экономичности, надежности и ресурсу. Модульный принцип предполагает наличие более широкого ряда электродвигателей по мощности и моменту по сравнению с немодульными конструкциями. Согласно требованиям для электромеханических модулей, электродвигатели должны выпускаться в 10 габаритах в диапазоне мощностей 10—10 000 Вт с делением в пределах каждого габарита на типоразмеры, отличающиеся частотой вращения и величиной перемещения выходного звена.

На сегодняшний день практически во всех развитых странах налажен серийный выпуск двух- и трехфазных вентильных микроэлектродвигателей

мощностью до 1000 Вт, которые используются в основном в звукозаписывающей аппаратуре и различных системах автоматики. В России этому во многом способствовали теоретические исследования и разработки И. А. Вевюрко, А. А. Дубенского, Н. И. Лебедева, В. К. Лозенко, Ш. И. Лутидзе, И. Е. Овчинникова ([1]-[6]) и других ученых. Вопросами создания вентильных электродвигателей занимаются ученые ряда ведущих зарубежных фирм Великобритании, США, Японии, ФРГ и других стран. В последнее время как у нас в стране, так и за рубежом ведутся интенсивные работы по созданию вентильных электродвигателей для привода роботов самого различного назначения. При этом наряду с электродвигателями, предназначенными для работы совместно с понижающим редуктором, создаются моментные двигатели для непосредственного (безредукторного) привода. Диапазон развиваемых моментов таких двигателей достаточно широкий (до 1000 Н·м) при максимальной частоте вращения, составляющей несколько десятков оборотов в минуту. Так, в России разработана серия моментных приводов с вентильными электродвигателями (ДБМ) для редукторных и безредукторных электромеханических систем малой и средней мощности (до 1 кВт). Диапазон развиваемых моментов 0,04—16 Н·м. В стадии освоения находятся три серии вентильных электродвигателей (ДВУ, 2ДВУ, 3ДВУ) для приводов подач станков с ЧПУ и роботов. Эти двигатели имеют в своем составе комплексный датчик, включающий в себя бесколлекторный тахогенератор, бесконтактный датчик положения ротора и датчик положения выходного звена манипулятора. Охватываемый диапазон моментов 0,05—170 Н·м и частот вращения 2000—6000 об/мин.

Тем не менее, на сегодняшний день отечественная промышленность не выпускает ни одной серии электродвигателей, в том числе и вентильных, которые бы полностью перекрывали необходимый для робототехники диапазон мощностей в соответствии с требованиями принятых стандартов. Особенно это относится к приводам роботов, построенных по модульному принципу, для которых требуется широкая номенклатура электродвигателей малой и средней мощности. В связи с этим при разработке новых серий электродвигателей для электромеханических модулей необходимо наряду с использованием традиционных трехфазных схем и конструкций вентильных двигателей проанализировать возможность применения новых, оригинальных технических решений, не уступающих им по отдельным показателям, а в ряде случаев и превосходящих их.

Поскольку публикации, посвященные применению вентильных электродвигателей в приводах роботов, носят, как правило, частный характер и представляют собой описание отдельных конструктивных и принципиальных схем, имеется необходимость рассмотреть комплекс вопросов исследования, разработки и проектирования вентильных электродвигателей с позиции их использования в приводах промышленных роботов различного назначения и наиболее полного удовлетворения предъявляемых к ним как специальных требований, так и требований в составе электромеханических модулей.

Особое внимание, следует уделить двухфазным и четырех-секционным схемам вентильных электродвигателей. Во-первых, описанию трехфазных двигателей с одно- и двух-полупериодным питанием посвящено достаточно много публикаций. Во-вторых, результаты исследований авторов показывают, что на основе рассматриваемых схем электродвигателей, возможно создать вентильный электропривод постоянного тока, который в ряде случаев превосходит по своим характеристикам привод с трехфазными двигателями с позиции удовлетворения требований к ним в составе робота. Кроме того, в двухфазных двигателях проще организуется резервирование элементов, чем в трехфазных, что имеет значение для повышения надежности систем и увеличения ресурса работы. Хотя в настоящее время четырехсекционные и двухфазные вентильные двигатели нашли применение в подавляющем большинстве случаев в автоматических системах малой мощности, авторы показывают возможность существенного расширения диапазона развиваемых моментов, мощности и достижимых усилий (применительно к электромеханическим модулям поступательного перемещения), реализованную в конкретных образцах двигателей.

Следует также оговорить принятый подход, к расчету электродвигателей исходя из заданного уровня КПД. Энергетические показатели элементов электропривода определяют, прежде всего, его массогабаритные показатели, так как объем полупроводникового коммутатора в большей степени определяется рассеиваемой мощностью на силовых ключах. Поэтому повышение КПД связано непосредственно с улучшением массогабаритных показателей вентильного электродвигателя в целом. Для автономных роботов эти показатели решающие. При этом применение для постоянных магнитов индуктора материалов с высоким значением коэрцитивной силы позволяет существенно снизить объем ротора и сводит задачу достижения минимума момента инерции и массогабаритных показателей к задаче рационального конструирования электрической машины при обеспечении максимума КПД.

Принцип действия ВД. Двигательная часть содержит двухполюсный ротор и трёхфазный якорь с катушками AA' , BB' , CC' , а в качестве инвертора используется инвертор тока, обеспечивающий неизменное значение первичного тока I_d благодаря индуктивности L_d (рисунок 1).

Инвертор «И» собирается на управляемых полупроводниковых элементах – тиристорах или транзисторах (для ВД малой мощности). Управление инвертором осуществляется системой управления «СУ» с помощью бесконтактных датчиков положения ротора «ДПР». Помимо «ДПР» в ВД могут использоваться датчики, фиксирующие положение амплитуды полного магнитного потока, длительность периода коммутации вентилей (угла γ) и др., а также датчики, сигналы которых пропорциональны напряжению и току двигателя (датчики нагрузки).

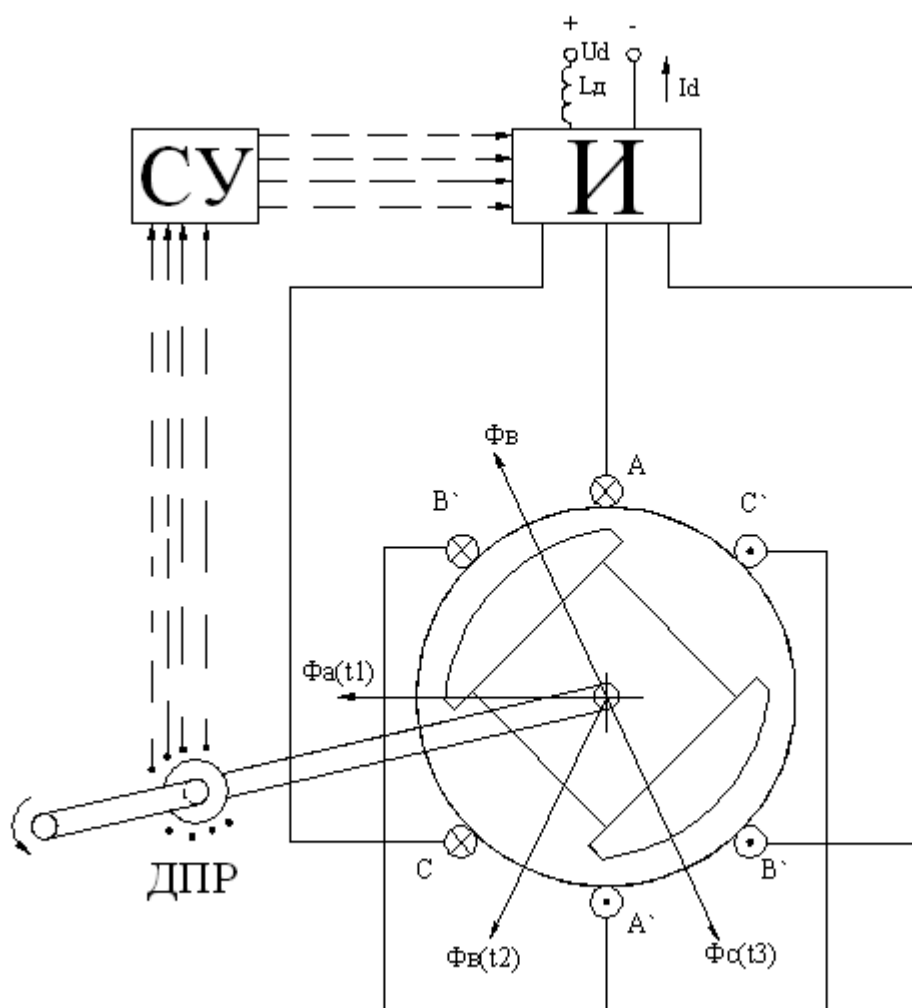


Рисунок 1 – Схема вентильного двигателя

Пусть в момент времени t_1 ротор и связанный с ним поток возбуждения занимают положение Φ_B , изображённое на рисунке, а ДПР включают соответствующие полупроводниковые элементы фазы A и протекающий в катушке AA' ток $I_{AA'}$, создаёт поток $\Phi_A(t_1)$, направленный под некоторым углом к потоку Φ_B . Благодаря магнитным силам ротор начинает поворачиваться так, чтобы поток Φ_B совпал с потоком $\Phi_A(t_1)$. Когда оси потоков Φ_B и $\Phi_A(t_1)$ сблизятся ДПР даёт сигналы на переключение соответствующих элементов инвертора, благодаря чему возникает ток $I_{BB'}$ в фазе B , а ток $I_{AA'}$ исчезает. Порядок индексов в обозначении тока соответствует его направлению в проводниках катушек. Поток якоря скачком переводится в положение $\Phi_B(t_2)$, что вызовет дальнейший поворот против часовой стрелки. При сближении осей потоков Φ_B и $\Phi_B(t_2)$ по сигналу ДПР элементы инвертора опять переключаются, возникает ток $I_{CC'}$ в катушке фазы C , фаза B отключается, создаётся очередное скачкообразное перемещение

Φ на 60° в положение $\Phi_C(t_3)$, что приводит к дальнейшему повороту ротора, затем создаётся ток I_{AA} и т.д. Обычно на роторе ВД имеются высокопроводящие катушки (демпферные обмотки, полюсные наконечники и др.), которые согласно известному правилу Ленца стремятся ослабить изменение магнитного потока в роторе. Поэтому скачкообразное перемещение потока относительно ротора сглаживаются и для ВД средней и большой мощности можно полагать, что поток якоря вращается равномерно со средней скоростью ротора, т.е. в МДС якоря превалирует первая гармоника, создающая синхронно вращающееся поле, а высшие гармоники МДС подавляются демпфирующими контурами.

Вращение ротора, в свою очередь приводит к наведению в обмотках якоря ЭДС вращения, которая, как известно пропорциональна частоте вращения ротора и потоку. Форму кривой ЭДС вращения в первом приближении можно считать синусоидальной. ЭДС вращения подобно ЭДС коллекторных двигателей и синхронных двигателей, стремится скомпенсировать приложенное к якору напряжение.

Неудовлетворительные удельные показатели (масса на единицу полезной мощности) и низкий КПД электродвигателей переменного тока малой мощности обусловили преимущественное применение в приводах роботов электродвигателей постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. Эти двигатели обладают наилучшими энергетическими показателями по сравнению с другими типами электрических машин по следующим причинам:

- поток возбуждения создается полем постоянных магнитов, а не за счет энергии источника;
- электромагнитный момент в двигателе благодаря щеточно-коллекторному узлу достигает наибольшего значения при фиксированном токе якоря, поскольку обеспечивается взаимная ортогональность векторов магнитной индукции полюсов и МДС якоря.

Кроме того, электродвигатели постоянного тока обладают линейными механическими и регулировочными характеристиками при управлении по цепи якоря, что обеспечивает большой диапазон регулирования частоты вращения и, причем сравнительно простыми способами.

Список литературы

1. Вевюрко, И. А., Зубакин, С. И. Самолёты с полностью электрифицированным оборудованием// Итоги науки и техники. Электрооборудование транспорта. М: ВИНТИ. 1986. № 6. С 1-112.
2. Дубенский, А. А. Бесконтактные двигатели постоянного тока. М.: Энергия, 1967.
3. Овчинников, И. Е., Лебедев, Н. И. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Л.: Наука, 1979.
4. Балагуров, В. А., Гридин, В. М., Лозенко, В. К. Бесконтактные двигатели постоянного тока с постоянными магнитами. М.: Энергия, 1975.

5. **Лутидзе, Ш. И., Тафт, В. А.** Введение в динамику синхронных машин и машиннополупроводниковых систем. 1973.

6. **Овчинников, И. Е.** Энергетические характеристики бесконтактных двигателей и их оптимизация// Двигатели постоянного тока с полупроводниковыми коммутаторами. Л.: Наука, 1972. С. 19-38.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – ОТ ПЛАНОВ К ДЕЙСТВИЮ

Карпова И.И.

Оренбургский государственный университет, г. Кумертау

23 ноября 2009 года вступил в силу Федеральный закон №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ», главная идея которого повышение энергоэффективности зданий. Осуществлять энергоаудиторскую деятельность и выдавать энергетические паспорта организациям по итогам проведения энергоаудита имеют право только члены саморегулируемых организаций (СРО) энергоаудиторов.

Энергоаудит – это оценка затрат на расходование энерго- и тепло ресурсов с целью их экономии.

Целевой задачей энергоаудита является разработка и внедрение мер по снижению затрат на потребление топливно-энергетических ресурсов благодаря их эффективному использованию. Иными словами, проведение энергоаудита позволяет получить значительную экономию средств за счет повышения энергоэффективности.

Довольно молодое направление в энергетике и строительстве получило широкое распространение и стремительное развитие на рынке инноваций. Сегодня на территории РФ действует более 1000 компаний, работающих по обследованию зданий на энергоэффективность. С 2010 года энергоаудит могут проводить как юридические, так и физические лица, состоящие в саморегулируемой организации в области энергетического обследования.

Энергоаудит - это сложный, многоуровневый процесс, который обуславливается следующим порядком проведения обследования:

1. Выезд на объект специалистов - энергоаудиторов. На этом этапе производится: визуальный осмотр, определение параметров микроклимата объекта, определение состояния ограждающих конструкций, получение точных данных о количестве потребляемых энергетических ресурсов и т.д.

2. Обработка результатов, полученных путем пользования специального оборудования для энергоаудита. С помощью полученных данных энергоаудитор составляет энергетический паспорт объекта, в котором он определяет показатели энергетической эффективности, потенциал энергосбережения, а также разрабатывает мероприятия для повышения энергоэффективности с указанием их стоимости и очередности внедрения в зависимости от экономического эффекта и сроков окупаемости.

3. Проверка и регистрация энергетического паспорта в Министерстве энергетики Российской Федерации.

4. Передача утвержденной документации заказчику.

На сегодняшний день энергоаудит набирает огромные обороты на рынке экономии энергии. Для многих заказчиков при строительстве, составление энергопаспорта стало неотъемлемой частью приема объекта. Руководители предприятий стараются приложить максимум усилий к экономии

энергоресурсов, что позволяет сохранить львиную долю денежных средств внутри организации.

Существует ряд мероприятий позволяющих экономить электроэнергию.

Освещение помещений зданий осуществляют энергосберегающими лампами. Преимуществами энергосберегающих ламп являются:

- экономия электроэнергии. Коэффициент полезного действия у энергосберегающей лампы очень высокий и световая отдача примерно в 5 раз больше чем у традиционной лампочки накаливания. Благодаря такому соотношению энергосберегающие лампы позволяют экономить 80% электроэнергии при этом без потерь освещенности комнаты, привычной для потребителей;

- долгий срок службы, благодаря тому, что энергосберегающие лампы имеют иную конструкцию и иной принцип работы;

- низкая теплоотдача, так как коэффициент полезного действия у энергосберегающих ламп выше, вся затраченная электроэнергия преобразуется в световой поток, при этом энергосберегающие лампы выделяют очень мало тепла (в некоторых люстрах и светильниках опасно использовать обычные лампочки накаливания, из-за того что они выделяют большое количества тепла и могут расплавить пластмассовую часть патрона, прилегающие провода или сам корпус, что, в свою очередь, может привести к пожару);

- большая световая отдача (в обычной лампе накаливания свет идет только от вольфрамовой спирали). Энергосберегающая лампа светится по всей своей площади, благодаря чему свет от энергосберегающей лампы получается мягкий и равномерный, более приятен для глаз и лучше распространяется по помещению [1].

Расход тепловой энергии контролируется такими приборами как теплосчетчик (состоит из двух основных функционально самостоятельных частей: тепловычислителя и датчиков (расхода, температуры и давления теплоносителя); тепловычислитель – это специализированное микропроцессорное устройство, предназначенное для обработки сигналов от датчиков, преобразования их в цифровую форму, вычисления количества тепловой энергии в соответствии с принятым алгоритмом (определяемым схемой теплоснабжения), индикации и хранения (архивации) в энергонезависимой памяти прибора параметров теплопотребления; датчики расхода – наиболее важный элемент теплосчетчика в смысле влияния на его технические и потребительские характеристики [2,3].

Так же стоит сказать о новой технологии экономии тепла – энергосберегающие окна. Профессионалы называют такое стекло - И-стеклом.

Главное отличие И-стекла от обычного - многослойное покрытие, включающее тонкий слой серебра на поверхности. Именно этот слой придает И-стеклу его замечательные теплоизоляционные свойства. Преимущества стеклопакета с И-стеклом: снижение нагрева помещения солнечными лучами; повышение теплоизоляции зимой; защита от выцветания ковров и обоев; экономия расходов на климатическое и отопительное оборудование. Кроме этого каждое окно имеет двухкамерный стеклопакет с

самой оптимальной формулой: внутреннего И-стекла шириной 4мм; дистанционной рамки шириной 10мм; среднего стекла шириной 4мм; дистанционной рамки шириной 10мм; внешнего стекла шириной 4мм [4].



Рисунок – И-стекло

Уже сегодня есть проект «Умный» дом. Умный дом (Smart house) — это интеллектуальная система управления, обеспечивающая согласованную и автоматическую работу всех сетей здания. Smart house грамотно распределяет ресурсы, снижает эксплуатационные затраты и обеспечивает понятный интерфейс контроля и управления. Система «умный» дом позволяет с помощью переносных или встроенных сенсорных панелей контролировать и управлять: осветительными приборами и шторами; отоплением, системами кондиционирования и вентиляции; системами безопасности; аудио-видео оборудованием и прочими электронными устройствами в доме или офисе. Систему можно установить и использовать для управления как всей электроникой в доме, так и лишь некоторыми устройствами или отдельными зонами (помещениями) [5].

Возможно, уже скоро системой «Умный» дом будет пользоваться каждый житель страны. Ведь благодаря энергосбережению можно оставлять значительную часть денежных средств в бюджете семьи.

Вследствие развития новых технологий по энергосбережению, выполнения энергоаудита должно производиться высококвалифицированными специалистами. Условием членства в саморегулируемых организациях

энергоаудиторов является наличие удостоверения о повышении квалификации и квалификационного сертификата соответствия требованиям Системы добровольной сертификации в области рационального использования и сбережения энергоресурсов (РИЭР). Разработка и реализация программ по повышению квалификации для проведения энергетических обследований и аттестация специалистов энергоаудиторов и специалистов энергоэкспертов в системе дополнительного профессионального образования дает возможность получить доступ к проведению качественного энергоаудита [6].

Обеспечение энергоэффективности является на сегодняшний день одной из приоритетных задач любого субъекта хозяйственной деятельности. Перед подавляющим большинством организаций рано или поздно встает вопрос о необходимости проведения энергетического обследования предприятия.

Список литературы

1. Электронный ресурс: информация об энергосберегающих лампочках – Режим доступа: <http://advicehome.ru/page9.php> .
2. Электронный ресурс: информация о приборах для контроля теплоотдачи - Режим доступа: http://cbias.ru/terias/cont/1/1_5.htm .
3. Электронный ресурс: информация о приборах для проведения энергоаудиторского обследования - Режим доступа: <http://www.auditshop.ru/index.php/priboridlyaenergoaudita> .
4. Электронный ресурс: информация о энергосберегающих окнах – Режим доступа: http://www.oknarosta.ru/plastic_energy.php .
5. Электронный ресурс: информация о системе «Умный дом» - Режим доступа: <http://www.intelecthouse.ru/> и http://hmps.ru/smart_house .
6. Аналитическая записка 2011: материал отдела дополнительного профессионального образования Кумертауского филиала ОГУ.

ЕМКОСТЬ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Макаров В.Н., Горячев С.В., Соколов В.Ю.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время криогенная техника стала чаще использоваться во многих областях науки. Особый интерес учёных получил криогенный продукт – гелий. Без этого использования этого продукта невозможно представить современное медицинское оборудование; приборы, работающие на сверхпроводимости; современные ускорители элементарных частиц и т.д. Гелий также является теплоносителем в некоторых ядерных реакторах.

Для города Оренбурга транспортировка жидкого гелия занимает важнейшее значение, так как на территории Оренбургской области находится единственный в Европе завод по производству гелия. Проблему транспортировки сжиженных газов пытались решить сразу же, как зародилась криотехника. Разработками по транспортировке гелия впервые начал заниматься шотландский химик Джеймс Дьюар. Еще в начале XX века им был получен сосуд, который мог хранить гелий в своем криостатическом состоянии, относительно большой промежуток времени. В настоящее время существует огромное количество модификаций сосуда Дьюара, однако, ни одна из них не отвечает требованиям цистерн, пригодных для длительной транспортировки. Американская компания «Messer», предлагает конструкцию автомобильных крупногабаритных цистерн, для перевозки жидкого гелия. Однако в России отсутствуют крупногабаритные транспортные цистерны для жидкого гелия, и это в настоящее время является основным препятствием в организации поставок российского гелия на мировой рынок.

Мы предлагаем установку, которая превосходит все отечественные аналоги цистерн для хранения и транспортировки жидкого гелия на длительные расстояния и может составить конкуренцию зарубежным аналогам. При проектировании данной конструкции, были учтены все минусы сосудов Дьюара и использованы особенности способа эксплуатации.

Предлагаемая конструкция представлена на рисунке 1.

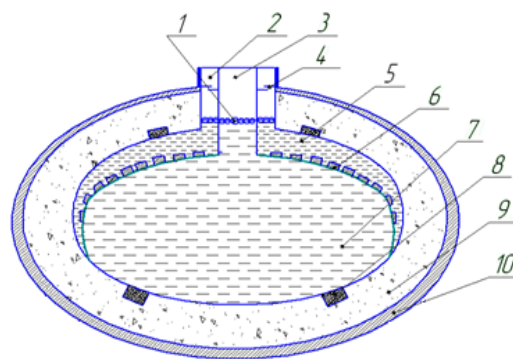


Рисунок 1 – цистерна для транспортировки жидкого гелия:

- 1- поглотители испарения и барботирования
- 2- горловина для заполнения азота
- 3- горловина для заполнения гелия
- 4- клапаны
- 5- азотная рубашка
- 6- экран для криотеплопроводности (с оребрением)
- 7- емкость для хранения гелия
- 8- адсорбенты
- 9- теплоизолятор
- 10-металлическое покрытие

Принцип работы данной установки состоит в следующем. Через горловину 3 и 2 одновременно закачивается гелий и азот. Необходимость одновременной заправки объясняется тем, что гелий не успевает охладиться, т.е. отдать некоторое количество теплоты азоту, в результате у гелия увеличивается скорость перехода в криостатическое состояние. Чем выше скорость этого перехода, тем меньше потери газов и теплоты, и тем, соответственно, выше КПД. Для уменьшения потерь гелия наружную поверхность горловины 2 делают из нескольких слоев, и в межслоевое пространство помещают теплоизолятор 1. Далее сжиженные газы через клапаны 4 поступают соответственно в емкости 7 и 5. Между жидким азотом и гелием находится оребренный экран 6. Этот экран мы снабжаем оребрением для того, чтобы система быстрее переходила в криостатическое состояние и оставалась такой на длительном промежутке времени.

В подобных сосудах на данный момент материалом для таких экранов служит медь. Мы предлагаем использовать сплав кобальта ($97,12\text{Co} + 0,24\text{C} + 1,4\text{Fe} + 1,1\text{Ni} + 0,14\text{Si}$). Он имеет большую теплопроводность при криогенных температурах, чем у меди.

Теплоизолятор 9 служит для сохранения системы в криостатическом состоянии. Материалом теплоизоляции может служить уритан или полиуритан.

Адсорбенты 8 предназначены для поглощения малейших частиц воздуха и других газов. Чтобы не допустить малейшей теплопроводности, теплоизолятор 9 помещаем в вакуум. Но в процессе заполнения

пространства теплоизолятором, вакуум нарушается. Кроме того, нам необходимо было учитывать еще одно свойство сжиженных газов – они могут просачиваться сквозь металл. Поэтому в системе присутствуют поглотители воздуха и других частиц газа (абсорберов). Очень важную роль в предлагаемой разработке играет система поплавков 9, служащая поглотителем испарения и барботирования. Поплавок представляет собой форму шара с алюминиевым покрытием. Внутри поплавков находится теплоизолятор и магнит. Магнит служит для сцепления поплавка 3.

Чтобы избежать проникновения тепла и отражения холодных потоков в воздух, металлическое покрытие цистерны 10 необходимо полировать с наружной и внутренней сторон.

Предлагаемая нами цистерна имеет форму эллипсоида. Подобная форма поможет снизить механическую напряженность, возникающую за счет понижения температуры металла.

Азотная рубашка цистерны будет препятствовать просачиванию гелия сквозь металл и во много раз увеличит КПД конструкции.

Применение предлагаемой конструкции для транспортировки гелия позволит снизить потери гелия и повысить эффективность использования энергоресурсов.

Список литературы

- 1. Патент СССР №626307 кл. F 17C 7/02*
- 2. Под ред. акад. Кикоина., Таблица физических величин., Справочник., М.:Атомиздат, 1976 г.*
- 3. Патент СССР №626306 кл. F 17C 3/02*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ НАГРУЗКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Митрофанов С.В., Алешина С.К., Валиуллин К.Р.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Одним из перспективных направлений современного хозяйства является малоэтажное энергоэффективное строительство [1]. В связи с малой плотностью населения при такой застройке, применение централизованного отопления, для комплексов малоэтажных зданий является неэффективным с точки зрения потерь тепловой энергии. Вследствие этого в подобных зданиях, как правило, применяются отдельные водогрейные котлы, обеспечивающие теплоснабжение каждого отдельно взятого дома. Наиболее распространенной в настоящее время является система отопления, в которой циркуляция теплоносителя по контуру обеспечивается специальным насосом, в случае отказа которого система перестает работать, а также возможны и такие негативные последствия, как закипание воды в котле и выход его из строя. Кроме того, многие современные котлы отопления требуют для своей работы постоянного электропитания. В связи с обозначенными выше причинами, становится актуальной проблема поддержания бесперебойной работы системы отопления в случае отключения электроэнергии. Возможны два варианта обеспечения бесперебойной работы – резервный генератор, питающий нагрузку при отключении внешнего питания или накопитель, аккумулирующий электроэнергию при наличии внешнего питания и затем отдающий ее нагрузке при его отключении.

В данной работе рассмотрены различные варианты обеспечения непрерывной работы для нагрузки низкой мощности при перебоях в электроснабжении.

Задача. Циркуляция теплоносителя осуществляется насосом со следующими параметрами $P=48$ Вт, $I_{\max}=0,21$ А, $U_{\text{ном}}=220$ В. Так как жилые дома относятся к потребителям 3 категории – перебой в электроснабжении может составлять до 24 часов. Задача – обеспечить работу этого насоса в течение суток.

Рассмотрим различные способы решения проблемы и сравним их по разным позициям.

- 1 Вариант – мобильный бензиновый/дизельный генератор;
- 2 Вариант – специализированный источник бесперебойного питания;
- 3 Вариант – комбинация автомобильный аккумулятор + инвертор.

С учетом запаса мощности источник питания должен выдавать мощность на менее 60 Вт, при токе не менее 0,25 А, напряжении 220 В, частоте 50 Гц, причем форма напряжения должны быть как можно ближе к синусоидальной. Время перехода с сетевого режима на резервный в данной ситуации является не важным параметром, так как при отсутствии циркуляции теплоносителя, он будет поддерживать свою температуру в течение еще 10-15 минут[2].

Для сравнения выбраны генератор Huter HT950A, ИБП SinPro серии S310 с двумя батареями Ventura GPL 12-75 и инвертор Energenie 12/220V, 300W с двумя аккумуляторами Varta.

Параметры названных вариантов приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры вариантов обеспечения бесперебойной работы.

Параметр сравнения		Генератор	ИБП	Аккумулятор+инвертор
Энергетические параметры	Форма выходного сигнала	Синусоида	Синусоида	аппроксимированная синусоида
	Максимальная мощность, кВт	0,65	0,8	0,3
	Максимальный ток, А	3	4	2,2
	Время зарядки, ч	0,2-0,5	12-15	30
	Средний срок службы, лет	3	10	1 год – для инвертора 3 года - для ЗУ 3 года - для аккумулятора
	Время реагирования на отключение питания, мин	15-30	<1	15-30
	Защита от скачков напряжения	-	+	-
Эксплуатационные	Габариты, мм	365x308x376	390x165x190 – ИБП 260x168x211 – для каждой из батарей	187x127x227– аккумулятор 186x102x59 - инвертор
	Вес, кг	20	6,5+2*24 (54,5)	0,75+3*17 (51,75)
	Возможность транспортировки	Легко	Ограниченно	Легко
	Сложность подключения	Быстро и легко	1 раз и надолго	Есть сложности
	Шум	57 дБ	20 дБ	30 дБ
Экономические	Цена, руб	5000	27000	9800
	Разность цены, руб	0	22000	4800
	Годовые затраты, руб/год	1667	2200	3800
	Затраты на обслуживание, руб/год	2300	30,9	44,9
	Итого затрат, руб/год	3967	2231	3845
	Разность затрат, руб	1736	0	1614
	Окупаемость, лет	-	Относительно генератора – 12,67, Относительно АКБ – 10,66	Относительно ген – 39,3
	Цена запасенного Вт*ч, руб	2,98	13,09	5,83
	Цена запасенного кВт*ч, руб	14,74	3,09	4,49

Электрические параметры. С этой точки зрения безоговорочно лидирует специализированный ИБП, который помимо своей основной функции обеспечивает защиту оборудования от перепадов напряжения, его снижения, а также скачков напряжения, способных вывести насос из строя. Кроме того данный вариант имеет наибольший запас по мощности из всех предложенных, что наиболее подходит для насоса с большим пусковым током.

Вариант бензинового генератора также обеспечивает запас по мощности, кроме того, с его помощью можно запитать и другое оборудование, помимо котла, не уменьшая при этом время его работы. Важным преимуществом этого варианта является и то, что при отключении на время больше расчетного (24 часа), генератор всё сможет обеспечить работу защищаемого оборудования, в то время как аккумулятор после разрядки работать не будет. Также это важно и при плохом качестве электроснабжения, когда время между отключениями меньше времени зарядки аккумуляторов.

Электрические параметры третьего варианта зависят только от выбора инвертора, следовательно, могут быть скорректированы в зависимости от задачи. Однако подобная коррекция скажется на цене варианта.

Эксплуатационные параметры. Рассмотрим, как будет происходить установка оборудования и переход от сетевого питания на источник.

В случае с бензиновым генератором, он будет занимать некоторое место до момента, когда понадобится резервное питание. В случае отключения, в генератор заливается бензин и масло, он заводится вручную и подключается к нагрузке. Процесс пуска, включая заливку топлива, и перенос генератора из другого помещения займет не более 30 минут. В процессе работы шум генератора (57 дБ) выше дневной нормы для жилых помещения (40 дБ) и намного выше ночной нормы для жилых помещений (30 дБ)[3]. Кроме того, емкости бака хватает лишь на 8 часов непрерывной работы, следовательно, необходимо постоянно следить за уровнем топлива и по необходимости заливать его. Также недостатками являются ощутимый нагрев генератора, а значит необходимость его охлаждения при длительной работе и выхлопные газы, не дающие эксплуатировать генератор в помещении. При появлении напряжения в сети, переход на нормальное питание осуществляется вручную, как и остановка самого генератора. Гарантийный срок службы составляет один год, но при щадящем режиме работы возможен срок службы до трех лет. Немаловажно и то, что генератор может использоваться и в других целях, например при выездах на природу и так далее.

Специализированный ИБП устанавливается один раз и надолго и занимает в доме определенное полезное пространство. Нагрузка питается от сети через ИБП, что позволяет использовать накопленную энергию для сглаживания перепадов напряжения. В случае отключения внешнего питания произойдет автоматический переход нагрузки на питание от аккумуляторных батарей. При появлении напряжения в сети, нагрузка будет питаться от нее, а ИБП автоматически начнет зарядку аккумуляторов до полной емкости. Время переключения между питанием от сети и питанием от аккумулятора – около 0,1 с. Срок службы специальных аккумуляторов 10 лет - равен среднему сроку

службы самого ИБП при отсутствии критических скачков напряжения. АКБ подключаются отдельно, значит, при необходимости увеличения времени автономной работы достаточно лишь подобрать АКБ большей емкости. При работе от аккумуляторов, ИБП выводит примерный их заряд на панели и при понижении напряжения на них ниже определенного порога, автоматически отключит аккумуляторы от нагрузки, во избежание глубокого разряда, смертельного для АКБ[4].

Система «ИБП своим руками» состоит из нескольких блоков. Собирается вручную при отключении питания по схеме АКБ-инвертор-нагрузка, что требует определенных умений в области работы с электричеством. Время сборки составляет не более получаса, затем нагрузка переходит на резервное питание от аккумулятора. Первым недостатком такой системы является то, что АКБ не терпят глубокого разряда (существенно снижает емкость), а значит за уровнем напряжения на АКБ придется следить вручную, как и переключать уже отработавшие АКБ на заряженные. Вторым недостатком является малая электробезопасность собранной схемы и необходимость вручную заряжать каждый аккумулятор после появления питания. Большим же преимуществом является то, что аккумулятор может быть использован в автомобиле, практически без потери своей емкости, а такое использование сильно снижает затраты на организацию бесперебойного питания. Средний срок службы кислотного-свинцового аккумулятора – около трех лет, также как и зарядного устройства. Срок службы инвертора сильно зависит от его цены и составляет около года.

Экономические параметры. Из таблицы видно, что капитальные затраты на установку ИБП существенно выше остальных вариантов, однако при расчете затрат на срок службы устройства – ситуация меняется и затраты примерно сглаживаются. Если же предположить использование аккумуляторов в качестве автомобильных, то третий вариант оказывается значительно дешевле остальных. Следующий параметр – стоимость запасенной энергии. Для аккумуляторных вариантов она зависит только от качества зарядного устройства, следовательно затраты электроэнергии на зарядку АКБ незначительны и ими можно пренебречь. Теперь рассмотрим стоимость сгенерированной энергии, которая будет складываться из цены бензина и масла, которые расходуются при работе генератора. Так как мощность, выдаваемая генератором, не зависит от его загрузки, потребление топлива также будет неизменным и составит 534 г/кВт*час бензина и 13г/кВт*ч масла, что в денежном эквиваленте составит 14,74 рубля за кВт*ч (почти в 8 раз выше цены на электроэнергию). Следовательно, недогрузка генератора крайне неэффективна с экономической точки зрения.

Анализируя всё вышесказанное, можно сделать вывод, что все три варианта имеют право на жизнь, но в различных условиях.

При редких и недолгих отключениях электроэнергии и наличии автомобиля – самым экономичным вариантом будет создание ИБП своими руками, так как затраты на подобную схему будут минимальными, а обычный автомобильный аккумулятор способен питать насос до 6 часов.

В случае очень плохого электроснабжения и возможности держать работающий генератор на улице и питать нагрузку через удлинитель – рациональным становится использование генератора. Его недостатки в данном случае несущественны, так как он работает на улице (в подвале), зато надежность значительно выше, особенно в случаях, когда никто не знает насколько затянется отключение.

ИБП же идеален для случая, когда от сети питается еще и отопительный котел, который может быть выведен из строя перепадами напряжения, либо если в перспективе планируется увеличение нагрузки.

Список литературы

1. **Шмелева Е. А.** Закон против кризиса. Российская газета - Спецвыпуск №4786. 06.11.2008.
2. **Векслер Г.С.** Расчет электропитающих устройств. К.: Техника, 1978. 208 с.
3. ГОСТ-12.1.036-81 «Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях».
4. **Деордиев С.С.** Аккумуляторы и уход за ними. К.: Техника, 1985. 136 с.

СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ СЕТИ

Митрофанов С.В., Алешина С.К., Жаворонков А.Е.
Оренбургский государственный университет, Оренбург.

Введение

Важнейшей задачей, стоящей перед энергетикой является создание эффективных и энергосберегающих систем передачи электроэнергии. Наиболее эффективным способом увеличения мощности распределительных сетей, без изменения напряжения в сети, может стать замена обычных силовых кабелей сверхпроводящими.

История

Явление сверхпроводимости было открыто в начале XX века, его исследование продолжается. Голландский физик Хейке Камерлинг-Оннес 8 апреля 1911 года неожиданно обнаружил, что при 3 градусах Кельвина (около -270°C) электрическое сопротивление ртути практически равно нулю. Следующий эксперимент, проведённый 11 мая, показал, что резкий скачок сопротивления до нуля происходит при температуре около 4,2 К (позднее, более точные измерения показали, что эта температура равна 4,15 К). Этот эффект был совершенно неожиданным, и не мог быть объяснён существовавшими тогда теориями.

Позднее было установлено, что сверхпроводники делятся на два больших семейства: сверхпроводников I типа (к ним, в частности, относится ртуть) и II типа (которыми обычно являются сплавы разных металлов). В открытии сверхпроводимости II типа значительную роль сыграли работы Л. В. Шубникова в 1930-е годы и А. А. Абрикосова в 1950-е.

По состоянию на 1 января 2006 года рекорд принадлежит керамическому соединению Hg—Ba—Ca—Cu—O(F) , открытому в 2003 году, критическая температура для которого равна 138 К. Более того, при давлении 400 Кбар то же соединение является сверхпроводником при температурах до 166 К.

Критическая температура

Сверхпроводимость возникает скачком при понижении температуры. Температура T_c , при достижении которой происходит скачок, называется критической. Внимательное исследование показывает, что такой переход наблюдается в некотором интервале температур. Высокотемпературными считаются СП с температурой перехода выше 77 К (температура кипения азота). Жидкий азот намного безопасней в эксплуатации, по сравнению с другими охлаждающими веществами (водород, гелий), кроме того, его получение не составляет трудности на сегодняшний день. Стоимость его производства также невелика. Сам жидкий азот, как известно, не поддерживает горения.

Эффект Мейснера

Даже более важным свойством сверхпроводника, чем нулевое электрическое сопротивление, является так называемый эффект Мейснера, заключающийся в выталкивании сверхпроводником магнитного потока. Из

этого экспериментального наблюдения делается вывод о существовании незатухающих токов внутри сверхпроводника, которые создают внутреннее магнитное поле, противоположно направленное внешнему, приложенному магнитному полю и компенсирующее его.

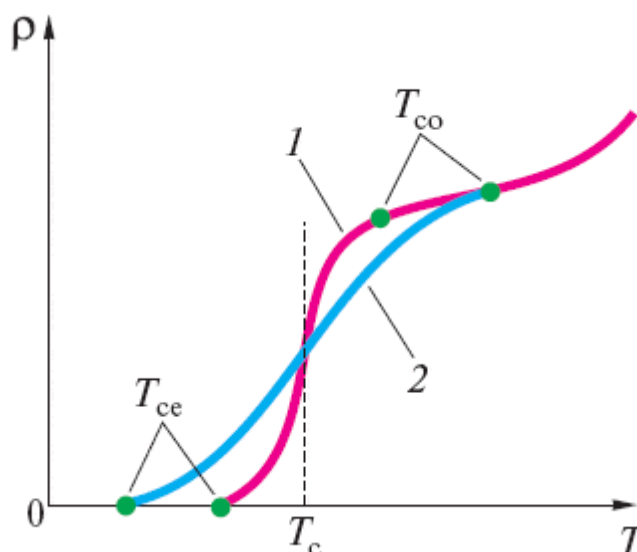


Рисунок 1 - Вид «сверхпроводящего перехода». Зависимость сопротивления от температуры для образца 1 (более «чистого») и 2 (более «грязного»). Критическая температура T_c обозначает середину перехода, когда сопротивление падает наполовину по сравнению с нормальным состоянием. Начало падения — T_{co} , конец — T_{ce} .

Достаточно сильное магнитное поле при данной температуре разрушает сверхпроводящее состояние вещества. Магнитное поле с напряжённостью H_c , которое при данной температуре вызывает переход вещества из сверхпроводящего состояния в нормальное, называется *критическим полем*. При уменьшении температуры сверхпроводника величина H_c возрастает. Зависимость величины критического поля от температуры с хорошей точностью описывается выражением:

$$H_c(T) = H_{c0} \left(1 - \frac{T^2}{T_c^2}\right) \quad (1)$$

где H_{c0} — критическое поле при нулевой температуре.

Сверхпроводимость исчезает и при пропускании через сверхпроводник электрического тока с плотностью, большей, чем критическая j_c , поскольку он создаёт магнитное поле, большее критического.

Квантово-механическая теория

Квантово-механическая теория сверхпроводимости (теория БКШ) рассматривает явление сверхпроводимости как сверхтекучесть бозе-эйнштейновского конденсата куперовских пар электронов в металле с присущим сверхтекучести отсутствием трения. Электроны проводимости движутся в сверхпроводнике беспрепятственно — без «трения» о неоднородности кристаллической решетки. Основная особенность сверхпроводников заключается в том, что в них возникает взаимное притяжение электронов с образованием электронных пар (так называемые

куперовские пары). Причиной этого притяжения является дополнительное к кулоновскому отталкиванию взаимодействие между электронами, осуществляемое под воздействием кристаллической решётки и приводящее к притяжению электронов.

Сверхпроводящие высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП-провода)

Использование ВТСП устройств позволяет создавать уникальные на сегодняшний день технические устройства в энергетике, авиации, судостроении, космосе. Но самое большое внимание в мире уделяется разработке и строительству силовых электрических линий большой мощности с использованием ВТСП технологий. Отметим, что революция в физике - открытие высокотемпературной сверхпроводимости произошла в 1986 году. А сами высокотемпературные сверхпроводники для промышленной силовой электроэнергетики были созданы только в последнее десятилетие. Практический температурный диапазон работы сверхпроводников от 65 до 75К.

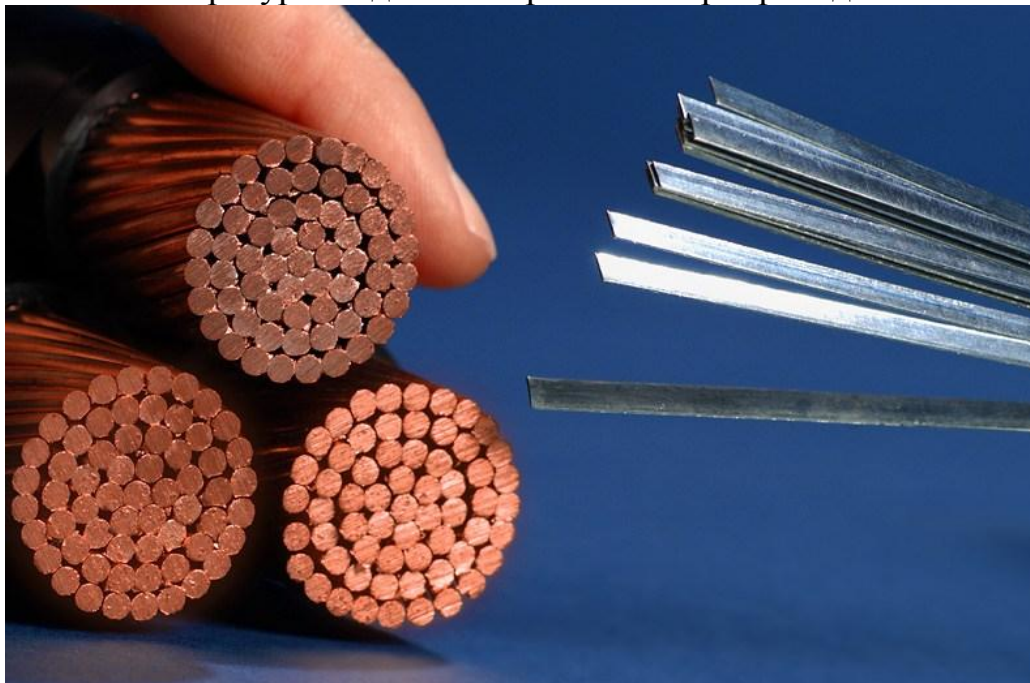


Рисунок 2 - Сравнительные размеры лент из сверхпроводящего материала

В начале XXI века начинается переход к производству и использованию сверхпроводящих ВТСП-проводов. Эти провода представляют собой ленты в отличие от более привычных проводов круглого сечения. ВТСП-провода переходят в сверхпроводящее состояние при температурах выше азотной, но имеют при азотной температуре сравнительно малые критические токи. В целом ВТСП-провода характеризуются довольно резкой зависимостью критического тока и напряженности магнитного поля от температуры и при температурах около 20 К имеют критическую плотность тока, которая превосходит параметры обычных низкотемпературных проводов (NbTi и Nb_3Sn). Возможность работать при 20-25 К обуславливает гигантский прогресс,

поскольку позволяет использовать в прикладных устройствах, например, таких, как томографы, менее мощные и более дешевые охлаждающие устройства.

Среди ВТСП-проводов выделяют провода двух поколений. Провода 1-го поколения – это провода на основе серебряной матрицы с микроканалами, в которых находится сверхпроводящая керамика, как правило, Bi-Sr-Ca-Cu-O . Такие провода доступны на рынке с 2000 года и имеют длины до 1,5 км. Недостатки их – наличие больших теплопритоков и механическая хрупкость.

Конструкция проводов 2-го поколения решает эту проблему. Эти провода представляют собой многослойную структуру, которая напыляется на ленту из нержавеющей стали. Важную роль играет слой MgO , который напыляется непосредственно на нержавеющую ленту под углом $30-40^\circ$. Косое напыление создает на поверхности MgO одинаково направленные борозды. Эти борозды служат для ориентации кристаллов ВТСП-керамики, которая напыляется непосредственно на MgO .

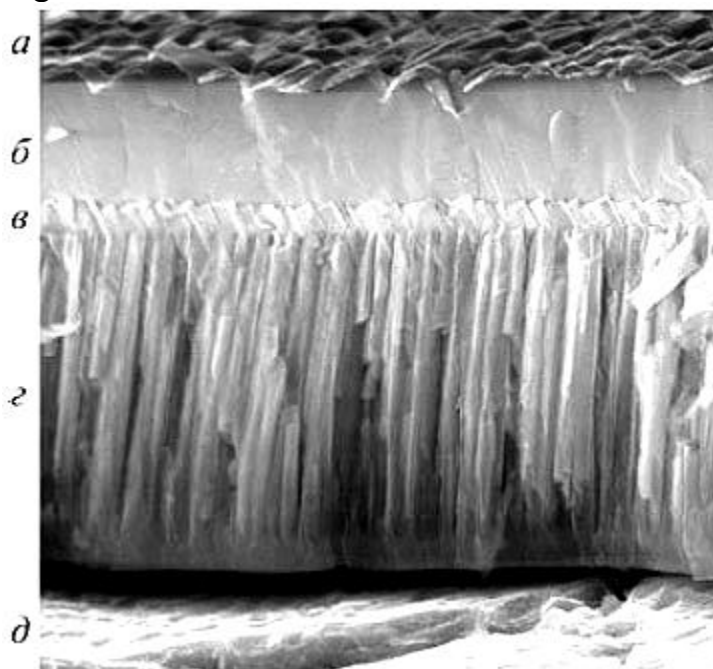


Рисунок 3 - Структура ВТСП-провода 2-го поколения: *a* — защитный слой Cu ; *б* — керамика Y-Ba-Cu-O ; *в* — ориентированный слой MgO ; *г* — неориентированный слой MgO ; *д* — лента из нержавеющей стали.

В качестве ВТСП-керамики используется Y-Ba-Cu-O или близкие к ней по структуре керамики. Слой ВТСП-пленки имеет толщину менее 2 мкм. Структура ВТСП-провода 2-го поколения показана на рисунке 3. Новые сверхпроводящие провода разрабатываются очень быстрыми темпами, и в ближайшее время возможно появление новых композитных материалов с уникальными свойствами для технических применений. В целом эта область находится на пороге нового технического бума, который будет связан с разработкой и применением двигателей на основе новых сверхпроводящих проводов с использованием безжидкостного охлаждения систем при помощи охладителей. Кроме того, активно разрабатываются накопители энергии,

токоограничители и другие технические устройства для больших энергетических систем.

Необходимо отметить, что на данный момент своего сверхпроводника в России нет. По словам физиков-энергетиков, проблему сверхпроводника проще и дешевле решить, закупая подходящий его вариант у Японской фирмы «Сумитама». На рынке есть и другие фирмы, готовые его продать. Например, такие американские компании как AMSC и Superpower. Что касается американских аналогов сверхпроводников первого поколения, то они уступают японскому по величине критического тока. А американский сверхпроводник второго поколения дороже японского. Вообще помимо России еще четыре страны - США, Япония, Голландия, Китай занимаются опытно промышленной эксплуатацией силовых кабелей. Из них только Китай делает закупки в США.

Силовые кабельные линии с использованием высокотемпературных сверхпроводящих кабелей.

Упрощенное устройство сверхпроводящего кабеля показано на рисунке 4. В центре обычно находится пучок медных проводов, диаметров около 20 миллиметров, который является несущим элементом. На этот элемент по окружности укладываются сверхпроводящие ленты. Они укладываются спиралью, скручиваются под углом. Два десятка лент – это первый слой. Поверх этого слоя укладывается второй слой сверхпроводящих лент с противоположным направлением скрутки. Затем накладывается изоляция от 6 до 12 миллиметров толщиной. Далее укладывается еще примерно такое же количество сверхпроводящих лент – это так называемый сверхпроводящий экран. Поверх сверхпроводящего проводника – медный экран. Он является защитой сверхпроводника. Этот кабель упаковывается в длинную гибкую трубу из гофрированной нержавеющей стали. Причем труба эта двойная – внутренняя труба обмотана так называемой суперизоляцией, и между двумя трубами откачан воздух – это так называемая высоковакуумная термоизоляция. По внутренней трубе прокачивается жидкий азот. И вот сверхпроводящий кабель засовывается в этот криостат. Главная проблема – это надежная криогенная система, которая создает этот жидкий азот и качает его по длинному кабелю.

Криогенные системы для сверхпроводящих кабельных линий.

С 12 декабря 2009 г. Россия преодолела 15 летнее отставание в практическом использовании ВТСП технологий. Тогда была запущена ВТСП силовая линия длиной 200 метров на опытном полигоне в Научно-техническом центре электроэнергетики. Над воплощением этого проекта приняли участие сотрудники МАИ в рамках НТЦ МАИ. Они создавали систему криообеспечения на жидком азоте «СК 001», то есть систему поддерживающие температуру кабеля от 65 до 75 К. В целом, одна из ключевых проблем при создании ВТСП устройств - создание систем криообеспечения (СК), обеспечивающих надежное поддержание необходимого уровня температуры ВТСП проводников.

В результате за 2 года в МАИ была создана принципиально новая автономная высокоэффективная азотная система криообеспечения СК 001 для силовых высокотемпературных сверхпроводящих систем различного назначения.

Система криообеспечения имеет следующие параметры: холодопроизводительность криорефрижератора до 8 кВт при температуре 65 К; давление подачи на входе в криостаты до 15 бар; массовый расход жидкого азота от 0.1 до 2 кг/с; температура жидкого азота в контуре от 65 до 75 К; объём жидкого азота в расходной ёмкости 1 м³; запас жидкого азота в ёмкости хранения – 6 м³; потребляемая электрическая мощность до 107 кВт; ресурс не менее 30 000 часов без регламентных работ; масса системы криообеспечения – 2600 кг; габариты системы криообеспечения 4×6×3.5 м.

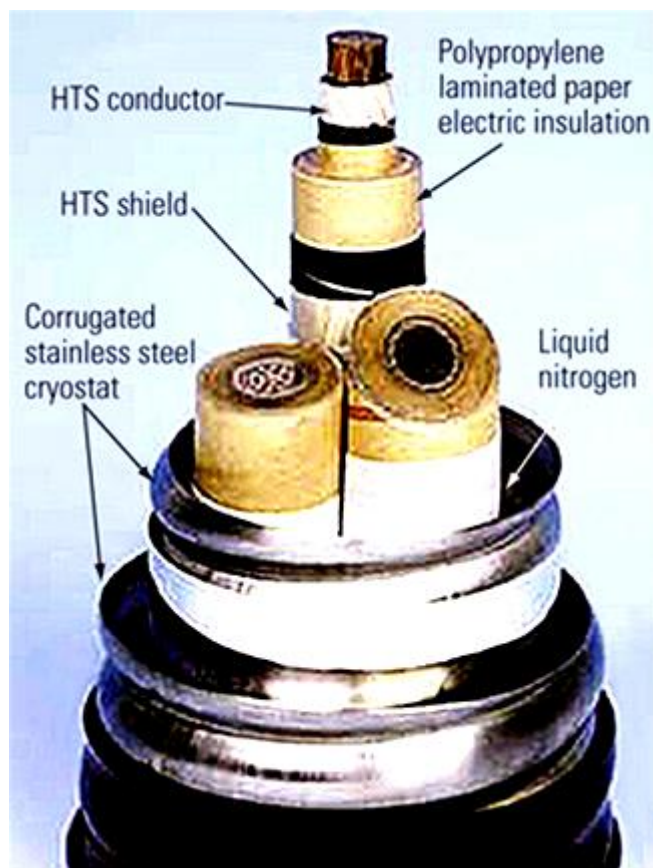


Рисунок 4 - Изображение упрощенной конструкции ВТСП кабеля.



Рисунок 5 - Внешний вид криогенной системы «СК 001».

Уникальность и новизна российской, созданной в МАИ, системы криообеспечения СК 001 заключается в следующем. Созданы уникальные «погружные» криогенные насосы с ВТСП электроприводом, обеспечивающие циркуляцию жидкого азота в системе криообеспечения; криорефрижератор на основе компактных радиальных высокоресурсных турбомашин с использованием неона в качестве рабочего тела, при высоком коэффициенте полезного действия (в 1.5 раза выше существующих в мире), с минимальными массой и габаритами, без водяной системы охлаждения.

Центробежный криогенный насос подачи жидкого азота с ВТСП электроприводом (одно из применений космических технологий) имеет более высокий КПД и улучшенные в 1,5-2 раза массогабаритные характеристики по сравнению с традиционными центробежными криогенными насосами. Ротор электропривода изготовлен из высокотемпературного сверхпроводника.

Основные параметры криогенного насоса: массовый расход от 0.01 до 2 кг/с; давление на выходе 0,2-2,0 МПа; подогрев жидкости в насосе не более 2 К при температуре жидкости на входе в насос 65...80 К; давление на входе в насос 0.05...0.15 МПа; мощность на валу привода 7.5 кВт; число оборотов насоса от 3000 до 12500 об/мин; КПД до 0.51.

Преимущества использования сверхпроводящих кабельных линий.

Использование сверхпроводящих сетей позволяет во много раз увеличить эффективность использования силовых систем: увеличение мощности электрических распределительных сетей в 3-5 раз может быть достигнуто путем замены обычных силовых кабелей на сверхпроводящие при существующем распределительном напряжении в 10 и 20 кВ. Один ВТСП (высокотемпературный сверхпроводящий) кабель может заменить 8 обычных. Основные преимущества применения сверхпроводящих силовых кабелей связано с минимальными электрическими потерями (как известно, в

современных электрических сетях теряется до 10% передаваемой энергии), экологической чистотой (отсутствие масел, минимальное электромагнитное и тепловое воздействие на окружающую среду), высоким уровнем взрыво- и пожарной безопасности.

Сверхпроводник с током более 2,5 килоампер, окружен сверхпроводниковым экраном, который препятствует распространению электромагнитного излучения за пределы этого экрана. Сам жидкий азот, как известно, не поддерживает горение. ВТСП кабели гораздо компактнее, что существенно облегчает их прокладку в условиях насыщенной городской и пригородной инфраструктуры. При передаче большой мощности на низком (генераторном) напряжении не требуется промежуточных подстанций, что дает значительную экономию земли и капитальных затрат. Замена в городах воздушных линий на мощные сверхпроводящие кабельные вводы, закопанные под землю, позволит сократить полосу отчуждения.

Сверхпроводимость в России

В настоящее время НИОКР по созданию силовых ВТСП кабельных линий ведутся во многих промышленно развитых и ряде развивающихся стран мира. Крупные проекты ведутся в Японии, США, Корее и Китае. В июле и августе 2006 года запущены в опытную эксплуатацию ВТСП кабельные линии длиной 350 м и 200 м в США, в 2008 году кабельная линия длиной 600 м.



Рисунок 6 - Токоведущая способность СП кабеля.

Таким образом, работа по созданию силовых ВТСП кабельных линий признаны актуальными во всем мире, поскольку позволяют решить коренные проблемы передач больших потоком электроэнергии и энергосбережения. Работы в этом направлении ведутся широким фронтом, в том числе и в России при поддержке Минобрнауки и ФСК ЕЭС.

В РФ в работе по созданию ВТСП кабельных линий участвуют ОАО «ВНИИКП», МАИ, ОАО НТЦ-Э, ОАО «ЭНИН», ФСК ЕЭС.

Производственная и исследовательская база отделения ВНИИКП позволяет производить и исследовать как единичные образцы сверхпроводящей кабельной продукции, так и налаживать выпуск больших количеств сверхпроводящих кабелей практически любого типа.

Базовая технология производства силовых ВТСП кабельных линий для распределительных сетей позволяет выпускать промышленным способом ВТСП кабельные линии любой требуемой длины с передаваемой мощностью до 0,5-1 ГВА и напряжением до 110 кВ.

Планируется использовать в ближайшие 4-5 лет создание более масштабных энергосетевых объектов как по протяженности (1,5 - 2 км) так и по передаваемой мощности (110 МВА).

Опытный образец силовой ВТСП кабельной линии длиной 200м на напряжение 20 кВ и мощностью 50/70МВА запланирован в дальнейшем использовать для опытно-промышленной эксплуатации в энергосети г. Москвы на подстанции ПС № 798 «Динамо» согласно принятому совместному решению ОАО «Федеральная сетевая компания ЕЭС» и ОАО «Московская объединенная электросетевая компания».

Заключение

Несмотря на значительные трудности в освоении новых технологий в сфере сверхпроводимости, возможности ее применения остаются многообещающими, как с технической, так и с экономической точки зрения. Переход на новый тип сетей позволит электроснабжающим компаниям экономить средства, за счет устранения электрических потерь при передаче. Некоторые специалисты считают, что данная технология не принесет выгоды России ввиду сложности, высоких требований к эксплуатационным показателям и капиталоемкости. Однако научно-исследовательские работы в этом направлении в различных организациях продолжаются уже в течение десятилетий, и при удачном стечении обстоятельств, можно с уверенностью говорить о том, что вопрос применения сверхпроводящих сетей в России это вопрос времени. Развитию инновационных технологий также в той или иной мере содействует государственная поддержка.

Все говорит о том, что в скором будущем нас ждет переход на сверхпроводящие кабели, по крайней мере, в узловых точках электроэнергетической инфраструктуры.

Список литературы

1. **В. Л. Гинзбург, Е. А. Андрюшин.** *Сверхпроводимость* — 2-е издание, переработанное и дополненное. — Альфа-М, 2006. — 112 с. — 3000 экз. — ISBN 5-98281-088-6.
 2. **Официальный сайт ВНИИКТ.** [Электронный ресурс]: <http://www.vniikp.ru>
 3. **Алексей Левин.** *Сверхпроводимость отмечает столетний юбилей.* [Электронный ресурс]: <http://elementy.ru/news/431549>.
- Александр Сергеев.** Комментарий о рекордном в мире заказе на сверхпроводящие кабели. Статья на официальном сайте ВНИИКТ. [Электронный ресурс] http://www.vniikp.ru/cable2.phtml?item_id=2463

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Митрофанов С.В., Алешина С.К., Михайлова А.Д.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Введение. Резкое увеличение цен на топливо, трудности с его получением, сообщения об истощении топливных ресурсов - все эти видимые признаки энергетического кризиса вызвали в последние годы во многих странах значительный интерес к новым источникам энергии, альтернативным установкам, генерирующим электроэнергию из экологически чистых и возобновляемых источников.

Идей по получению безопасной энергии без нанесения вреда окружающей среде существует великое множество. В данной работе рассматривается идея расположения электростанций на воде. Целью исследования является обзор существующих проектов, основные задачи касаются рассмотрения истории проекта; современных разработок; основных характеристик станций; перспективности.

Атомные плавучие электростанции. Исторически ядерная энергия рассматривалась для военных целей. Однако с развитием атомных технологий стали очевидны выгоды мобильных источников энергии, которые можно было использовать в отдалённой и неосвоенной местности.

Плавучие реакторы гражданского назначения использовались США для обеспечения энергией Панамского канала и американской исследовательской базы в Антарктике.

К концу 1980-х в Советском Союзе возникла идея использовать атомные реакторы на подводных лодках в мирных целях, – подгонять отжившие свой век субмарины к берегу и отапливать с их помощью северные города. К счастью, от этой идеи быстро отказались, – слишком ненадежными казались реакторы, да и цена полученной таким образом энергии была непомерно высока. Плавучие АЭС, казалось, навсегда ушли в прошлое. Однако в начале XXI века о них внезапно вспомнили.

Плавучая атомная электростанция (ПАТЭС) — российский проект по созданию мобильных плавучих атомных электростанций малой мощности, разрабатываемый Федеральным агентством по атомной энергии России, предприятием ОАО «Балтийский завод», ОАО «Малая энергетика» и прочими организациями.

30 июня 2010 года первый энергоблок был спущен на воду в Санкт-Петербурге, однако реактор и турбогенератор не были сразу установлены, работы по их монтажу проходили на плавающем энергоблоке. 15 сентября 2011 года получил положительное заключение государственной экологической экспертизы проект ПАТЭС в г. Певек. В конце 2010 г. должно было начаться возведение береговых гидротехнических сооружений на месте будущей работы ПАТЭС. Начало испытаний ПАТЭС запланировано на конец 2011 г., физический пуск станции должен состояться в 2012 г., сдача заказчику – в конце 2012 г., ввод в промышленную эксплуатацию – 2013 г

Согласно проекту, плавучая атомная станция малой мощности состоит из гладкопалубного несамоходного судна с двумя реакторными установками КЛТ-40С ледокольного типа, разработанными. Длина судна — 144 метра, ширина — 30 метров. Водоизмещение — 21,5 тысячи тонн.

Плавучая станция может использоваться для получения электрической и тепловой энергии, а также для опреснения морской воды. В сутки она может выдать от 40 до 240 тысяч тонн пресной воды.

Установленная электрическая мощность каждого реактора — 35 МВт, тепловая мощность — 140 Гкал. в час. Этого достаточно, чтобы осветить и обогреть город с населением примерно 200 тысяч человек. Срок эксплуатации станции составит минимум 36 лет: три цикла по 12 лет, между которыми необходимо осуществлять перегрузку активных зон реакторных установок.

На строительство ПАТЭС выделено 5,5 млрд. руб. Стоимость первого блока составила 16,5 миллиарда рублей. В частности, из этого объема стоимость самого энергоблока составляет 14,1 миллиарда рублей, ещё 2 миллиарда — средства на возведение береговых и гидротехнических сооружений.

Удельная стоимость строительства достаточно высока и составляет (в ценах 2009 г.) 240 млн. руб. за 1 МВт установленной мощности. Планируемая же прибыль от реализации электроэнергии — 46 млрд. рублей, от тепловой энергии и того больше — 61 млрд. рублей. По прогнозам, станция полностью окупит себя не позднее чем через 7 лет, а серийное строительство позволит снизить стоимость ПАТЭС на 30-40%.

Впрочем, Росатом не намерен ограничиваться малой серией из 5-7 ПАТЭС для внутрироссийского потребления. Проектом плавучих АЭС уже заинтересовались больше десятка других стран: Малайзия, Индонезия, Южная Корея, Мозамбик, Намибия, ЮАР, Индия, Вьетнам... В качестве перспективного рынка ПАТЭС рассматривается и Латинская Америка — Бразилия, Уругвай, Чили. Тем более, что ПАТЭС может работать «в блоке» с опреснительными установками, а проблема получения пресной воды для многих стран уже стала насущной. Мировой рынок для ПАТЭС достаточно обширен, и Россия здесь пока что вне конкуренции. [1]

Проект плавучих атомных электростанций имеет как очевидные плюсы, так и очевидные минусы, что не позволяет со всей определенностью говорить о его будущем.

Ветряные плавучие электростанции. Странам, которые взяли на себя обязательство сократить углеродный след в борьбе с глобальным потеплением, крайне необходимы установки, генерирующие электроэнергию из экологически чистых и возобновляемых источников. В то время как большинство энергетических компаний пытаются найти подходящие места для размещения электростанций возобновляемой энергии, шведская компания Nexicon предложила новое решение для ветроэнергетики.

Компания разработала опытный образец плавучей платформы, которая может вместить 6-7 больших ветряных турбин для генерации общей мощностью до 40 МВт возобновляемой энергии. Полученная структура имеет

центральный узел, который используется для управления ветротурбинами. Эта установка, по мнению компании, сможет производить электричество по той же стоимости за один мегаватт, что и обычные ветряные электростанции.

Срок эксплуатации: 50 – 60 лет без особой необходимости проведения технического обслуживания. Другим преимуществом платформы является модульность – ветряные турбины, установленные в систему, могут быть в дальнейшем заменены на более качественные и эффективные модели.

Платформа может быть построена на суше и затем транспортирована на место установки, также она может быть собрана на месте. В благоприятных природных условиях установку можно приспособить и для получения волновой энергии, увеличив общую мощность. [2]

Япония, недавно озвучившая планы по переходу на возобновляемую энергетику, намерена построить систему плавающих ветряных турбин у берегов Фукусимы, недалеко от печально известной АЭС.

Представители японского правительства сообщают, что турбины будут разрабатываться местными предприятиями. На первом этапе инициативы планируется построить и разместить шесть 2-МВт ветряных электростанций. Бюджет проекта оценивается в 260 миллионов долларов.

В случае успеха пилотного проекта, японский парламент может выделить средства на постройку еще 80 плавучих турбин к 2020 году.

Для популяризации возобновляемых ресурсов Япония также ввела льготные тарифы на ветряную, солнечную и геотермальную энергию. Эксперты считают, что для полного отхода от использования ядерной энергии, тарифы должны быть пересмотрены в сторону более привлекательного ценообразования. [3]

Тепловые плавучие электростанции. Резкое увеличение цен на топливо, трудности с его получением, сообщения об истощении топливных ресурсов - все эти видимые признаки энергетического кризиса вызвали в последние годы во многих странах значительный интерес к новым источникам энергии, в том числе к энергии Мирового океана, которую он в разных видах аккумулирует. Вопрос состоит в том, чтобы найти оптимальные способы ее использования.

По оценкам разных авторов, доступная часть энергии Мирового океана, т. е. та часть, которая может быть практически использована при современном уровне техники преобразования, во много раз превышает уровень современного потребления энергии в мире, который определяется цифрой около 3-1020 Дж в год. Больше всего в океане тепловой энергии, поскольку океан - гигантский тепловой аккумулятор энергии Солнца.

Существует ещё одна технология извлечения энергии из морской воды.

Суть предлагаемой системы проста. Если жидкость с низкой температурой кипения пропустить через теплообменник с тёплой морской водой, эта жидкость превратится в пар. Его можно направить в турбину, вращающую генератор. Далее пар следует переправить в другой теплообменник, по которому курсирует ледяная вода с глубины порядка одного километра. Пар сконденсируется, и цикл можно будет закрыть.

Такие комплексы называются системами конверсии тепловой энергии океана (Ocean Thermal Energy Conversion — OTEC). Описанный выше принцип носит дополнительное название "ОТЕС с закрытым циклом".

Так же существует открытый цикл, в котором в роли рабочей жидкости выступает сама морская вода: она закипает в закрытой ёмкости с давлением ниже атмосферного и также конденсируется при помощи глубинной морской воды, обращаясь в воду. Энергия тепла поверхностных вод — это гигантский "аккумулятор солнечных лучей". Причём доступен он в любую погоду и 24 часа в сутки, в отличие от солнечной, ветровой или волновой энергии.

Экспериментальные системы OTEC с обоими типами циклов изобретатели испытывали в разных странах ещё с 1930 года.

В 1979 году Гавайская лаборатория (натуральной энергии) запустили в работу установку Mini-OTEC. В качестве рабочей жидкости использовался аммиак, а холодная вода со дна моря (с глубин порядка 700-900 метров) перекачивалась на баржу по толстой полиэтиленовой трубе

В течение трёх месяцев баржа, заякоренная в 2,4 километра от берега Гавайев, генерировала 50 киловатт: 18 киловатт шло на полезную нагрузку (судовые огни, компьютеры и телевизоры на барже), остальное тратилось на работу самой установки (её насосов). Однако Mini-OTEC стала первой плавающей системой с закрытым циклом, которая производила энергии больше, чем потребляла. В 1993-1998 годах работала опытная береговая установка OTEC открытого типа. Она развивала мощность 210 киловатт и больше. Впрочем, у всех аппаратов OTEC большая часть энергии уходила и уходит на собственные нужды. Изменить этот баланс в лучшую сторону — основная забота нового проекта американцев.

Эти исследования были свёрнуты по финансовым причинам много лет назад. С тех пор несколько пробных комплексов OTEC появились, к примеру, в Индии и Японии. Но недавно в эту область вернулись американцы задумав построить самый мощный такой генератор. [4]

Солнечные плавучие электростанции. Представьте круглый плоский остров диаметром пять километров, который плавает на поверхности моря. Он величественно разворачивается вслед за передвижением дневного светила по небосклону. А между островом и берегом постоянно ходят танкеры, перевозящие на материк бесплатное топливо.

Так, возможно, будет выглядеть новая энергетическая плавучая станция, проектируемая Швейцарским центром электроники и микротехники — CSEM. Невысокая стоимость проекта — один из основных плюсов этой разработки. Авторы "островов" решили отказаться от солнечных батарей. Здесь использован принцип "солнечные концентраторы — трубы с водой — пар — турбина — генератор". КПД такой схемы, возможно, не самый впечатляющий (порядка 15%), зато зеркала-концентраторы куда дешевле, чем фотоэлектрические преобразователи.

Система эта была бы не оригинальной, если бы не базировалась на огромном плавучем острове. Зачем он нужен? Как ни странно, по версии создателей это упрощение солнечной электростанции.

Дело в том, что для такой системы концентраторы желательно иметь параболической формы. И также необходимо предусмотреть систему их поворота вслед за солнцем. В противном случае, эффективность "усвоения" солнечной энергии резко падает.

Если построить большое поле таких концентраторов на суше, то потребуется много следящих приводов, множество электроники, километры проводов. И монтаж зеркал будет делом непростым. На "Солнечном острове" проблема эта решена просто. Концентраторы здесь представляют собой простые цилиндрические зеркала огромной длины, вдоль которых идут трубы с водой, превращаемой в пар. А чтобы зеркала всегда были направлены на солнце – медленно поворачивается весь круглый остров. Для этого по его окружности под водой через 10 метров размещены электромоторы с винтами.

Плавающая платформа представляет собой огромный пустотелый тор, сверху которого будет натянута тонкая мембрана, несущая на себе зеркала. Воздушные насосы будут понемногу подкачивать под мембрану воздух. При избыточном давлении менее чем в 0,1 атмосферу такое огромное поле сможет создать подъёмную силу, берущую на себя вес комплекса.

Со свободной землёй под строительство, в случае возведения плавучего острова, также проблемы не будет, что является ещё одним фактором снижения стоимости станции.

Инженеры задумали несколько вариантов "Солнечных островов", отличающихся размерами. Каждый квадратный метр поверхности будет генерировать 6,5 киловатт-часа электричества в день. Важное достоинство под сбор солнечных лучей отведено свыше 95% общей площади сооружения, в то время как у наземных станций такого же типа этот показатель куда скромнее.

Интересно также, что проект острова предусматривает монтаж тепловых накопителей, позволяющих аккумулировать энергию днём, чтобы паровые турбины станции не останавливались и ночью.

Еще один вариант использования вырабатываемой энергии - использование для выработки водорода из морской воды. Топливо можно будет складировать на острове, постепенно на танкерах переправляя на сушу. Заодно этот же остров может заняться опреснением воды для питьевых нужд.

Правда, чтобы такой комплекс был по настоящему эффективен, он должен располагаться недалеко от экватора и в месте, где 350 дней в году светит солнце. Такой район мира CSEM нашёл легко – это ОАЭ. Здесь уже давно существует подразделение центра — CSEM-UAE. И здесь уже три года швейцарцы работают над разными проектами необычных электростанций.

К концу 2008 года здесь заработал прототип станции относительно скромных размеров – диаметром 100 метров. Испытания проводятся в пустыне – на воде в специальном канале. Но уже этот экспериментальный прототип генерирует по 2,2 Гватт. часа электрической энергии в год.

Швейцарцы не сомневаются в нормальной работе системы концентраторов и паровых турбин. Больше всего вопросов вызывает сам плавучий остров. Точно неизвестно, как он будет сопротивляться ветру и волнам, хотя компьютерные модели говорят, что никаких проблем с этим не

будет, столь масштабную постройку всё же надо испытать в реальных условиях.

По оценке швейцарцев, стоимость большой электростанции-острова будет лежать в промежутке между \$10 и \$100 за квадратный метр рабочей площади, что в десять раз дешевле, чем стоимость возведения аналогичной электростанции на суше. [5]

В ближайшие 20-30 лет солнечные электростанции различных типов станут одним из основных источников электрической энергии для нашей планеты. Доля электричества от "Солнечных островов" в этом "альтернативном" потоке может оказаться немалой.

Поплавковая волновая электростанция (ПВЭС). Морские волны развивают наибольшую удельную мощность по сравнению с другими видами возобновляемых источников энергии. Средняя величина энергии набегающей двухметровой волны в расчете на каждый метр длины ее фронта составляет около 40 кВт. В некоторых акваториях в средних широтах сила морской волны при аналогичных условиях имеют потенциал в 70-100 кВт.

Модуль ПВЭС представляет собой продолговатую осесимметричную капсулу-поплавков, располагаемую на поверхности моря в направлении местной вертикали.

Внутри капсулы размещены механический преобразователь энергии волн - колебательный привод, электрогенератор и вспомогательный накопитель энергии. Колебательный привод позволяет согласовывать работу устройства с внешним волновым полем, обеспечивая оптимальные условия для отбора энергии. Под действием волн капсула-поплавков и колебательная система механического преобразователя находятся в непрерывном колебательном движении, а привод, сцепленный с последней, обеспечивает непрерывную раскрутку электрогенератора. В зависимости от назначения, возможно создание как одномодульных, рассчитанных на мощность до 50 кВт, так и многомодульных установок в виде сети, которые могут быть собраны из большого количества десяти — пятидесяти киловаттных модулей с суммарной электрической мощностью до десятков мегаватт.

Длина ПВЭС 30 м, диаметр – 3,5 м. Плавучую электростанцию можно будет эксплуатировать только в местах, где глубина моря составляет не менее 50 м (чтобы при сильном волнении ПВЭС не доставала до дна). Передача электроэнергии от станции будет осуществляться по кабелю, проложенному по дну. При полном штиле автоматически включится аккумулятор.

Одномодульные устройства могут использоваться в качестве источников электроэнергии для морских судов, световых и радио маяков, в средствах мониторинга окружающей среды, метеозондирования, навигации, связи, телекоммуникации, в средствах индивидуального жизнеобеспечения.

Многомодульные устройства могут использоваться для энергообеспечения прибрежных и островных поселений; создания экологически чистых объектов перерабатывающей промышленности морского и прибрежного базирования, в том числе с использованием морских платформ с выработанными нефтяными скважинами для масштабного электролизного

производства водорода и кислорода, что будет стимулировать становление экологически безопасной водородной энергетики на Земле

Стоимость, вырабатываемой с помощью ПВЭС электроэнергии в зависимости от условий эксплуатации может составлять не более 8 Евро центов за 1 кВт час. Согласно оценкам затраты на производство ПВЭС должны быть возмещены в течении двух лет эксплуатации..

ПВЭС, как преобразователь энергии морских волн в электроэнергию не имеет мировых аналогов. Преобразователи волновой энергии, разрабатываемые в настоящее время компаниями в целом ряде стран Европейского Союза, КНР, Индии, Японии, США и других стран имеют иные принципы действия и конструктивное устройство. [6]

Энергетические острова. Идей по получению безопасной энергии без нанесения вреда окружающей среде существует великое множество. Архитектор Алекс Микаэлиз, его отец Доминик и Тревор Купер-Чедвикт придумали использовать энергию моря с помощью искусственных островов. Созданные из железобетона и коррозиестойких металлов, шестиугольные по форме, такие острова будут генерировать энергию ветра, воды и солнца.

Работать они будут по принципу буровых вышек, а следить за процессом производства энергии сможет 25 человек. Под поверхностью острова судовые турбины будут генерировать энергию подводных течений. Планируется также получать энергию и от волн с помощью плавучих приспособлений, прикрепляемых к краям острова. Энергия ветра будет собираться ветряными мельницами, а энергия солнца – с помощью специальной гелиоэнергетической установки.

Но главной ценностью острова все же принято считать фабрики по преобразованию тепловой энергии океана в электрическую. Пресную воду будут отправлять на берег, используя только небольшую ее часть для орошения садов на острове. Каждый остров может производить до 250 MW энергии, и 50 тысяч островов разбросанных по всему Мировому океану хватит, чтобы обеспечить безвредной энергией всю планету. [7]

Проект острова Самсо. Остров Самсо (Samso), расположенный в Балтийском море недалеко от побережья Дании, полностью сам обеспечивает себя экологически чистой энергией. И не просто обеспечивает, но и экспортирует ее на материк. Население острова составляет примерно 4300 жителей, площадь всего 114 кв. км.

Началось все в 1997-м году, когда в Дании был объявлен конкурс на "Остров возобновляемой энергии". Задачей конкурса была реализация проекта, который позволит отдельно взятому острову построить собственную замкнутую систему энергетики, использующую только экологически чистые и возобновляемые источники энергии. Т.е. остров не должен потреблять энергоресурсов извне, а построенные объекты энергетики должны использовать в качестве источников энергии только то, что можно добыть на самом острове. Остров, разумеется, не обладает никакими особыми полезными ископаемыми. В конкурсе участвовали пять островов, каждый из которых должен был

предоставить 10-ти летний план полного отказа от потребления нефти и газа и перехода на экологически чистые источники.

Конкурс выиграл инженер Ол Джонсон, который счел Самсо идеальной площадкой для реализации идеи о самодостаточной системе. После изучения данных о скорости ветра и количестве солнечных дней, появилась уверенность в том, что остров сможет стать полностью энергонезависимым.

На острове установлены: 21 ветряная турбина: 10 у южного побережья острова в воде, 11 по всему острову; 3 тепловых станции, потребляющих в качестве энергоносителя цепки и солому; 2500 м² солнечных панелей.

Остров смог не только самостоятельно обеспечить себя энергией, но даже экспортировать ее в небольших объемах на материк.

Стоимость проекта составила 368 млн. датских крон, что эквивалентно 2.17 млрд. рублей или 72 млн. долларов США. Таким образом, на каждого жителя пришлось примерно по 500 тысяч рублей инвестиций. С одной стороны, кажется довольно много. С другой, это возобновляемая энергия, практически не требующая покупки, транспортировки и переработки энергоносителей, таких как газ или нефть. На острове 570 домов, это значит, что в каждом живут 7-8 человек. Очевидно, что это 2 семьи. Т.е. прием средний размер семьи 4 человека. Тогда на семью было вложено 2 млн. рублей инвестиций. Теперь оценим обычный уровень платы за энергоносители. В российских городах эта сумма колеблется в районе 2-3 т.р. на квартиру. Т.е. в России инвестиции у каждой семьи окупались бы за 80 лет. Если учесть, что в Европе стоимость коммунальных услуг в 3-4 раза выше, чем у нас, то сократим этот период до 20 лет. Конечно, это долго. Но если учесть постоянный рост стоимости углеводородного топлива и снижение стоимости технических решений альтернативной энергетики, то получим дальнейшее сокращение срока окупаемости. Будь проект реализован не в течение прошлого десятилетия, а сегодня, он обошелся бы еще дешевле и окупаемость составила бы 10-15 лет. [8]

Выводы. В результате проделанной работы представлен обзор проектов плавучих электростанций, рассмотрена история каждого проекта, современные технологии в них, устройство и принцип работы, основные характеристики станций, приведены примеры реализации проектов, рассмотрены перспективы использования.

Список литературы

1. Плавучая атомная электростанция [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org> (12 ноября 2011)
2. Hexicon: гексагональная плавучая ветровая установка может сократить эксплуатационные расходы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.cheburek.net/energiya-vetra> (10 ноября 2011)
3. Япония строит плавающие ветряные турбины [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://energysafe.ru/alternative_energy/alternative_energy/278/ (29 октября 2011)

4. Военные возьмут электричество из воды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.membrana.ru/particle/3418> (15 ноября 2011)
5. Плавающий остров обратит в топливо солнечные лучи [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.membrana.ru/particle/3227> (15 ноября 2011)
6. Поплавковая волновая электростанция [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://atecom.ru> (25 октября 2011)
7. Плавающие острова-электростанции обеспечат энергией всю планету [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://trender.ru/archives/1002> (15 ноября 2011)
8. Дания успешно завершила проект энергонезависимого острова [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://portal-energo.ru/articles/details/id/42> (2 ноября 2011)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОСВЕЩЕНИИ

Митрофанов С.В, Валиуллин К.Р.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Согласно федеральному закону 261 от 23 ноября 2009 года – с 1го января 2011 года на территории РФ запрещена продажа ламп накаливания (ЛН) мощностью 100 Вт и выше. В перспективе – запрет ЛН мощностью 75 Вт с 2013 года и ЛН мощностью 25 Вт с 1го января 2014 года [1].

В связи с этим становится актуальной проблема выбора энергосберегающих источников освещения. В сознании людей в данный момент прочно закрепилось мнение, что энергосберегающие лампы – это только компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). Однако, такое мнение ошибочно, так как в семействе энергоэффективного освещения есть и источники света, работающие на других принципах – индукционные и светодиодные лампы. В данной работе рассмотрены перспективы замены ЛН на энергосберегающие лампы, а также выполнено сравнение различных типов энергосберегающих ламп между собой с целью оптимального выбора. Сравнение выполнено в четырех категориях. Проанализированы световые, энергетические, эксплуатационные и экономические характеристики. Сравнение выполнено всех трех типов энергосберегающих ламп с наиболее распространенными лампами накаливания.

С точки зрения освещенности, основным параметром любого источника света является световой поток, измеряемый в люменах. Именно этой характеристикой руководствуются при выборе источника освещения. Параметр, связывающий световой поток лампы и ее мощность – световая отдача, измеряемая в Лм/Вт. Она показывает, какая часть электрической энергии преобразуется в световой поток. С этим же параметром тесно связан коэффициент полезного действия лампы. Действительно, чем большее количество полученной энергии будет преобразовано в световой поток, тем выше будет КПД лампы. КПД ламп накаливания очень мал, и составляет в среднем около 5%. Остальная энергия расходуется на нагрев самой лампы. Возможно и создание ЛН с большим КПД, но его увеличение квадратично снижает срок службы лампы и экономически невыгодно. КПД КЛЛ и индукционных ламп – выше в 5-6 раз и их световая отдача составляет около 70-80 Лм/Вт (против 9-17 Лм/Вт у ЛН). Для светодиодов этот параметр варьируется в очень широких пределах и зависит от качества и мощности светодиода. В настоящий момент световая отдача лучших светодиодов достигает до 120 Лм/Вт и имеет тенденцию к повышению (например, около 5 лет назад этот параметр составлял около 60 Лм/Вт), в то время как возможности люминофоров основанных на люминесценции ламп уже практически исчерпаны.

Еще одно заблуждение, которое часто используют в своих доводах противники энергоэффективного освещения – «неестественно холодный свет КЛЛ и СД ламп, напоминающий рабочее помещение». В настоящее время этот

довод неубедителен, так как в люминесцентных лампах, путем подбора люминофора можно получить любую цветовую температуру, в светодиодах же подобный подбор осуществляется различным сочетанием полупроводниковых материалов. Стоит отметить, что в санитарных нормах цветовая температура в помещениях строго не регламентируется, но в то же время есть общие рекомендации по ее выбору. Существующие в настоящий момент энергосберегающие лампы полностью им удовлетворяют.

Следующий световой параметр – коэффициент пульсации освещения регламентирован более строго. Согласно ГОСТ 17677-82 он не должен превышать 20% для общественных помещений. Большие значения коэффициента пульсации негативно влияют на работу мозга, повышая утомляемость и снижая точность работы человека. Современные исследования доказывают, что абсолютно безвредным для человека можно считать освещение с коэффициентом пульсации не более 5%. Люминесцентные лампы, основным недостатком которых долгое время считалось именно мерцание, благодаря использованию электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА) в настоящий момент уже подходят к этому значению. Стоит также отметить, что коэффициент пульсации столь привычной ЛН составляет около 6%. Особняком здесь стоят светодиоды, которые, вследствие работы от постоянного тока практически не имеют пульсаций ($K_p < 1\%$).

И последний световой параметр – индекс цветопередачи, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому (кажущемуся) цвету этого тела при освещении его данным источником света. В санитарных нормах значение этого параметра строго регламентировано. Максимальное требование к индексу цветопередачи установлено для конструкторских бюро и составляет 80 единиц. Эталоном в данном случае является лампа накаливания, хотя ее спектр в области синих тонов не идеален. В настоящий момент разработаны люминофоры, обеспечивающий индекс цветопередачи до 95 единиц (LUMILUX DE LUX). Для светодиодов этот параметр может быть доведен до 90 единиц путем смешивания трех цветов с одного излучающего кристалла, либо использованием тех же люминофоров.

Следующая группа параметров сравнения – энергетические. Рассмотрим две характеристики, наиболее сильно влияющие на работу энергосистемы – коэффициент мощности и кратность пускового тока. В бытовых условиях эти два параметра не оказывают сильного влияния, однако они должны быть учтены при проектировании освещения в офисных зданиях, промышленных цехах и других помещениях, где доля осветительной нагрузки составляет заметный процент от общего энергопотребления.

Коэффициент мощности – величина, показывающая отношение активной (расходуемой на работу) мощности к полной потребляемой мощности. Казалось бы, что данная характеристика не имеет экономического смысла, так как реактивная мощность не регистрируется бытовыми приборами учета электрической энергии. Но при низком коэффициенте мощности значительно возрастает реактивная составляющая тока, которая не совершает полезную работу, а циркулирует между источником электроэнергии и потребителем,

повышая токовую нагрузку на провода. Подобное увеличение нагрузки должно быть учтено при проектировании электропроводки и выливается в увеличение сечения токоведущей части провода и усиление его изоляции, что резко удорожает всю конструкцию.

Идеальной с данной точки зрения является лампа накаливания, представляющая собой чисто активную нагрузку, коэффициент мощности которой равен 1. Коэффициент мощности КЛ и ИЛ зависит от используемой ЭПРА. Устаревшие электромагнитные ПРА, которые до сих пор массово используются для пуска люминесцентных ламп и обеспечивают $\cos\varphi=0,4-0,5$, что очень негативно влияет на всю энергосистему, особенно при наличии большого числа таких светильников. В настоящее время в КЛЛ и ИЛ используются современные ЭПРА, обеспечивающие коэффициент мощности до 0,95. Питание светодиодов осуществляется также не напрямую, а через специальное устройство – драйвер, который и определяет значение коэффициента мощности для данного типа ламп. В настоящее время, для большинства светодиодных ламп, значение коэффициента мощности составляет около 0,92-0,95. К сожалению, какими бы совершенными не были устройства компенсации реактивной мощности в энергосберегающих лампах, значение $\cos\varphi=1$ для данных аппаратов не достижимо, а дальнейшее улучшение этого параметра значительно увеличит цену лампы.

Следующий важный энергетический параметр – кратность пускового тока. Он также абсолютно не важен в бытовых условиях, но должен быть учтен при проектировании электропроводки и устройств защиты, так как в момент включения большого количества ламп суммарный пусковой ток может достигать очень больших значений и спровоцировать срабатывание защитного устройства. Для ЛН увеличенный пусковой ток объясняется тем, что сопротивление холодной спирали относительно мало в момент включения и дальше увеличивается за счет ее нагрева. По этой причине, пусковой ток может превышать номинальный в 12-20 раз. Длительность пускового тока у ЛН составляет несколько миллисекунд. Пусковой ток КЛЛ обусловлен необходимостью выработки импульса высокого напряжения для зажигания тлеющего разряда в ртути и зарядом конденсатора, обеспечивающего компенсацию реактивной мощности. В связи с этими явлениями пусковой ток КЛЛ может превышать номинальный в 17 раз. Длительность пускового тока составляет несколько миллисекунд.

Намного выгоднее на данном фоне выглядят ИЛ для работы, которых не требуется высоковольтного разряда. Однако и тут есть пусковые токи, связанные, прежде всего с процессами насыщения в высокочастотном трансформаторе. Однако данный процесс проходит за короткое время, что и обуславливает значение кратности пускового тока для данных ламп в диапазоне от 2 до 4, и время его длительности, не превышающее 2-3 миллисекунды. Наилучшим же решением с данной точки зрения является светодиодная лампа, так как в силу своей конструкции светодиоды не требуют пускового тока при включении, сразу переходя на номинальный режим работы.

Следующая сравнительная категория наиболее важна именно с бытовой точки зрения. Это эксплуатационные параметры, включающие в себя срок службы лампы, ее устойчивость к различным воздействиям, а также безопасность.

Срок службы энергосберегающих лам является очень спорным параметром. Для ламп накаливания в силу их распространенности и долгого применения срок службы установлен достаточно точно и составляет около 1000 часов непрерывной работы. Определение срока службы КЛЛ – задача более сложная, так как он зависит от ряда факторов – таких как частота включений/отключений лампы, температура эксплуатации лампы, параметры ПРА. Отрицательную репутацию создали дешевые КЛЛ, в ПРА которых нет устройства для прогрева электродов. Такое удешевление конструкции снижает срок службы лампы при частых включениях в 2-3 раза. Что касается более качественных ламп, то на собственном опыте, я могу утверждать, что срок службы КЛЛ может достигать заявленных 8000 часов и даже превышать эту цифру.

Производители индукционных ламп и светодиодных светильников заявляют рекордные цифры до 150000 часов работы. Нехитрый расчет показывает, что 150000 часов – это более 17 лет непрерывной работы. Разумеется, лабораторные исследования в данной области не проводятся. За это время будут разработаны новые кристаллы, и возникнет необходимость уже в их тестировании. Поэтому срок службы светодиода не может быть гарантирован, а может быть только предсказан, на основании опытных данных, при работе светодиода в режиме перегрузки. Зная срок службы кристалла при токе, превышающем номинальный, с помощью специальных формул можно экстраполировать это число на номинальный режим работы. Отсюда и возникают такие большие цифры. Но, если в случае со светодиодами, подобный перенос физически и математически обоснован, то в случае индукционных ламп гарантировать срок службы в 150000 часов невозможно. Но, нельзя не признать, что, благодаря тому, что ИЛ работает без электродов, срок ее службы будет значительно выше срока службы обычных КЛЛ. Поэтому в данном обзоре остановимся на среднем значении срока службы в 100000 ч для светодиодов и 80000 часов для индукционных ламп.

Теперь рассмотрим устойчивость выбранных ламп к различным внешним воздействиям. Разумеется, наибольшее влияние на устойчивость оказывает светильник, в котором работает лампа. Но в данном сравнении условимся, что лампа работает сама по себе без защит и прочего оборудования. Одна из наиболее частых причин выхода ламп из строя – механическое повреждение. Колбы ЛН выполняются из тонкого стекла, ее повреждение выводит лампу из строя. Аналогично относятся к повреждениям КЛЛ и ИЛ. Светодиодные лампы, как правило, не содержат стеклянных частей, и повредить ее достаточно сложно. К примеру, светодиодная лампа стабильно работает даже после падения с высоты 1,5 метра, чего нельзя сказать о других видах ламп. Следующий тип воздействия – температурное. В нашей стране, в условиях резкоконтинентального климата, температура воздуха может колебаться от -40

до +40 градусов. По опыту долгого использования, можно уверенно сказать, что ЛН испытание температурами выдерживают – они светят как при малых, так и при высоких температурах. Сложнее дело обстоит с люминесцентными лампами. КЛЛ и ИЛ обычного исполнения уверенно работают при температурах в диапазоне от -15 до +40 градусов. При меньших температурах газовый разряд в ртути не начинается и лампа просто не загорится. Впрочем, существуют лампы обоих типов, рассчитанные на более широкий температурный диапазон. Со светодиодами ситуации прямо противоположная. Холод никак не мешает им работать, но при повышении температуры кристалла выше 50°C происходит тепловой пробой и светодиод выходит из строя. Учитывая нагрев самого светодиода при работе, верхняя планка рабочей температуры светодиода – около 30°C. Еще один тип воздействия, скорее внутренний, чем внешний – нестабильность питающего напряжения. ЛН может работать как в глубоком недокале, так и при повышенном напряжении, однако стоит помнить, что срок службы такой лампы находится в обратной квадратичной зависимости от приложенного к ней напряжения. Для остальных типов ламп устойчивость работы при различных напряжениях определяется качеством элементной базы ПРА или драйвера лампы. Единственной оговоркой является то, что при напряжении, меньше номинального на 20% КЛЛ и ИЛ не загорятся. Наконец рассмотрим самый важный из параметров данной категории – безопасность ламп. Световые нормы были рассмотрены выше, здесь же обратим внимание на опасности во время эксплуатации. Лампу накаливания можно считать абсолютно безопасной – она не содержит ядовитых веществ, и причинить себе вред, можно только порезавшись об осколки этой лампы. Светодиодные лампы еще более безопасны, так как не содержат даже стеклянных составляющих. Принцип работы КЛЛ и ИЛ подразумевает наличие в них ртути. Стандартная КЛЛ содержит около 2-6 мг ртути, ИЛ около 1-2 мг. Ртуть – вещество I класса опасности, ПДК ртути составляет 0,0003 мг/м³ для жилых помещений и 2,1 мг/кг для почвы. Из этих цифр наглядно видно, что в случае повреждения колбы КЛЛ или ИЛ необходима демеркуризация помещения, а также необходимы специальные пункты по утилизации таких ламп, в то время как отработавшие ИЛ и светодиодные лампы могут быть утилизированы с обычными бытовыми отходами. Но ситуация не настолько ужасна, как кажется на первый взгляд – в настоящее время уже начат выпуск КЛЛ по технологии Amalgam, ртуть в них содержится в виде твердых соединений и при повреждении колбы пары ртути не распространяются по помещению. Еще одним вредным фактором люминесцентных ламп является паразитное УФ излучение, делающее их нежелательными для использования вблизи человека.

И последняя, наиболее важная категория параметров – экономические. Для наглядности сравнения привяжем его к реальной ситуации. Пусть стоит задача освещения подъезда пятиэтажного жилого дома в ночные часы. Необходимое число светильников – 12, световой поток от каждого из них -1000 Лм. Время работы – 4258 часов в год. Для освещения на базе ЛН выберем лампы мощностью 100 Вт и простейший светильник для нее. Для варианта с

КЛЛ – лампы мощностью 11 Вт и светильником ЛПБ 01-11-001, для светодиодного освещения – светильник Sveteco 8/968/10/220AC/Д/О со встроенным датчиком звука, для индукционной лампы – лампу мощностью 23 Вт и простейший светильник. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 2 – Экономический расчет различных вариантов освещения.

	Лампа накаливания	Компактная люминесцентная	Светодиодн ая	Индукционная
Цена лампы, руб.	6	105	-----	1150
Цена светильника, руб.	50	220	2250	150
Затраты времени на установку, ч.	0,5	0,5	0,5	0,5
Энергопотребление, Вт	60	11	10	23
Срок работы, ч	1000	10000	80000	80000
Долговечность светильника, ч	52560	52560	80000	52560
Обслуживание (Цена ламп), руб./год	355,18	750,38	1437,08	880,33
Обслуживание (Раб. время), ч/год	25,548	2,5548	0,31935	0,31935
Обслуживание (Раб. время), руб./год	1788,36	178,836	22,3545	22,3545
Обслуживание (Всего), руб.	2143,54	929,22	1459,43	902,68
Электроэнергия, Вт	3065760	562056	510960	1175208
Электроэнергия, руб.	5732,97	1051,04	955,50	2197,64
Расходы на утилизацию, руб./год	0	127,74	0	15,9675
Капитальные расходы, руб.	1092	4320	27420	16020
Дополнительный расход, руб.	0	3228	26328	14928
Ежегодные расходы, руб.	7876,51	2108,00	2414,92	3116,29
Ежегодная экономия, руб.	0	5768,51	5461,59	4760,23
Окупаемость, лет	0	0,56	4,82	3,14

Расчетные формулы представлены ниже. Затраты на замену ламп:

$$C = \frac{t_{p.l}}{t_{cl.l}} \cdot m \cdot P_l + \frac{t_{p.cв}}{t_{cl.cв}} \cdot m \cdot P_{cв}, \quad (1)$$

где $t_{p.l}$ = 4258 – время работы лампы, ч/год;

$t_{cl.l}$ – срок службы лампы, ч;

m – количество ламп/светильников, шт;

P_l – цена одной лампы, руб;

$P_{cв}$ – цена светильника, руб;

$t_{p.cв}$ – время работы светильника, ч/год;

$t_{cl.cв}$ – срок службы светильника, ч.

Затраты на облуживание:

$$D = \frac{t_{p.l}}{t_{cl.l}} \cdot m \cdot P_{pab} \cdot t_{зам}, \quad (2),$$

где $P_{\text{раб}}=70$ руб/час – цена рабочего времени;
 $t_{\text{зам}}=0,5$ ч – затраты времени на замену одной лампы.

Затраты на обслуживание:

$$B = C + D. \quad (3)$$

Расход электрической энергии:

$$W = W_{\text{л}} \cdot m \cdot t_{\text{раб}}, \quad (4)$$

где $W_{\text{л}}$ – энергопотребление одной лампы, Вт

Цена потребленной электрической энергии:

$$A = \frac{W_{\text{л}}}{1000} \cdot P_{\text{ээ}} \quad (5),$$

где $P_{\text{ээ}}=1,87$ руб./кВт·ч. – цена электрической энергии.

Расходы на утилизацию:

$$U = \frac{t_{\text{р.л}}}{t_{\text{сл.л}}} \cdot m \cdot P_{\text{ут}} \quad (6),$$

где $P_{\text{ут}}=25$ руб./шт. для люминесцентных ламп 0 руб./шт. для ЛН и светодиодных светильников.

Капитальные расходы:

$$TC = m \cdot P_{\text{л}} + m \cdot P_{\text{св}} + m \cdot P_{\text{раб}} \cdot t_{\text{зам}} \quad (7)$$

Ежегодные расходы:

$$YC = A + B + U. \quad (8)$$

Разница в капитальных расходах, а также ежегодная экономия и срок окупаемости рассчитана относительно варианта с ЛН. На данный момент – наиболее выигрышным вариантом является освещение на базе КЛЛ, однако развитие и удешевление светодиодных технологий уже сейчас позволяет подобрать вариант светодиодного освещения, не уступающий по экономическим параметрам. Индукционные лампы пока отстают, но данное обстоятельство связано только с их относительной редкостью.

Комплексно анализируя различные виды энергоэффективного освещения – невозможно выбрать какой-либо один наиболее выигрышный вариант. На данный момент с небольшим отрывом наибольшими преимуществами обладают КЛЛ, но они уже практически достигли апогея в своем развитии, в то

время как светодиодная индустрия только начинает развиваться и дополнительные инвестиции в данную отрасль, только ускорят это развития. Индукционные лампы в настоящее время еще мало распространены и малоизучены потребителем, однако со временем они займут свою нишу, как например замена морально устаревшим натриевым уличным фонарям.

Список литературы

1. *Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" Ст. 10.*

2. *Айзенберг Ю.Б. Энергоэффективное освещение. Проблемы и решения // Ю. Б. Айзенберг, О. В. Малахова // информационный бюллетень "Энергосовет", № 6 (11), 2010 г.*

3. *Айзенберг Ю.Б. Современные проблемы энергоэффективного освещения. Энергосбережение. 2009. №1. С. 42-47.*

ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Митрофанов С.В., Ивков К.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Контроль качества электроэнергии дает возможность проводить обследование электросетей на предприятиях (энергоаудит), определять место расположения источника искажения параметров сети. Источник искажения параметров сети приводит к ухудшению качества электроэнергии у потребителя или у поставщика. Обнаружение источника искажения позволит оптимизировать потребление электроэнергии. В настоящее время вопрос контроля качества электроэнергии достаточно актуален. Любое физическое или юридическое лицо вследствие обнаружения отклонения от нормативов имеют право подать иск в суд на поставщика электроэнергии, тем самым подтолкнуть решение проблемы по модернизации и реконструкции существующих электросетей, начиная от жилой квартиры и заканчивая оборудованием распределительных электрических сетей.

Измерители показателей качества электрической энергии предназначены для измерений характеристик напряжения, характеристик тока, мощности и энергии переменного трехфазного и однофазного тока согласно ГОСТ 13109-97, как в автономном режиме, так и в составе информационно – измерительных систем. Измерители предназначены для контроля и анализа качества электрической энергии.

На рисунке 1 представлены измерители марки «Ресурс» различного типа и исполнений. Это разработка научно-производственного предприятия "Энерготехника" г. Пенза. Показаны приборы, предназначенные для стационарного и мобильного использования.



Рисунок 1 – Измерители марки «Ресурс»

Каждый из приборов, в частности и Ресурс-UF2М-3Т52-5-100-1000, оснащен универсальными токоизмерительными клещами для широкого применения. В комплектацию входит 3 комплекта токоизмерительных клещей (от 2 мА до 1200 А).

В нашем случае это клещи типа КТ-52-5-100-1000 (Рисунок 2). Также прибор комплектуется набором соединительных проводов, необходимым программным обеспечением и удобным переносным кейсом.

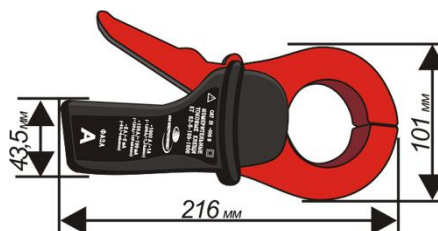


Рисунок 2 – Токоизмерительные клещи типа КТ-52-5-100-1000

На кафедре электроснабжения промышленных предприятий имеется прибор типа Ресурс-UF2M-3T52-5-100-1000, который использовался в проведении ряда опытов и экспериментов по записи и анализу параметров электроэнергии питающей сети учебного корпуса № 15 нашего факультета. Эксперименты проводились в два этапа:

1. Установка, подключение, запись данных.
2. Обработка записанной информации, анализ и вывод по полученным результатам.

Первый опыт состоялся в помещении «Генераторной» на 1 этаже ауд. 15121. «Генераторная» питает стенды лаборатории общего курса электрических машин. Прибор был установлен в силовом щите (ЩС1 380 В) и настроен на ежеминутную регистрацию и архивацию данных в течении суток. Данный опыт должен был продемонстрировать работу прибора по всем возможным параметрам, в связи с особенностью проверяемой сети (пуск и торможение АД, включение в работу трансформаторов напряжения, генераторов и прочего оборудования, установленного на стендах лаборатории).

Однелинейная схема электроснабжения лаборатории кафедры «Электромеханика»

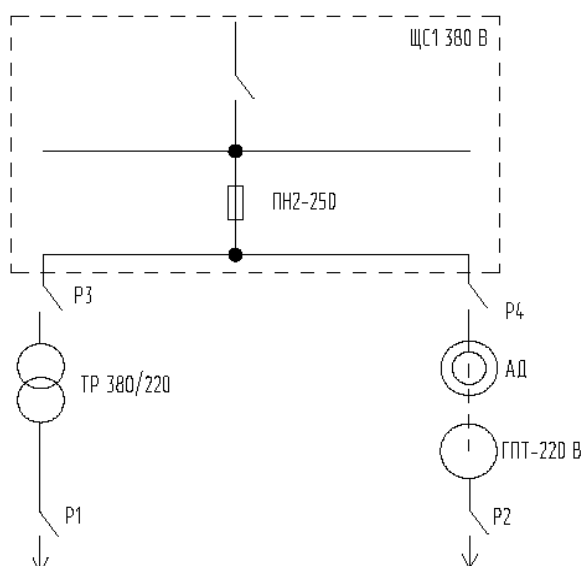


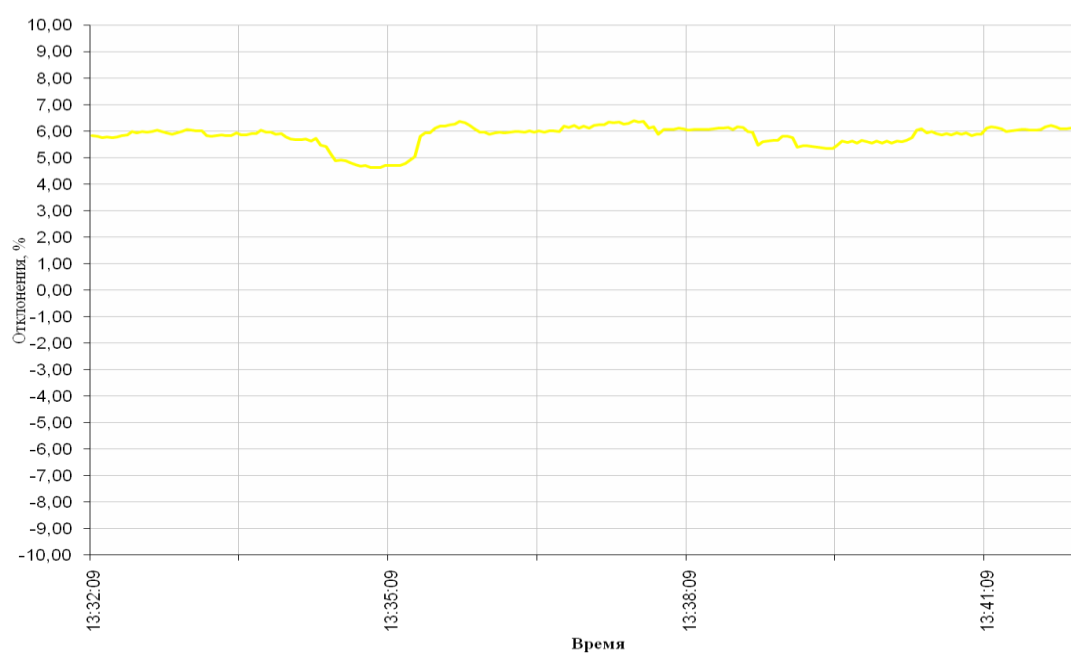
Рисунок 3 – Схема электроснабжения лаборатории

Опыт находится в стадии завершения, полные записанные данные анализируются и будут представлены в полном объеме в конце февраля 2012 года.

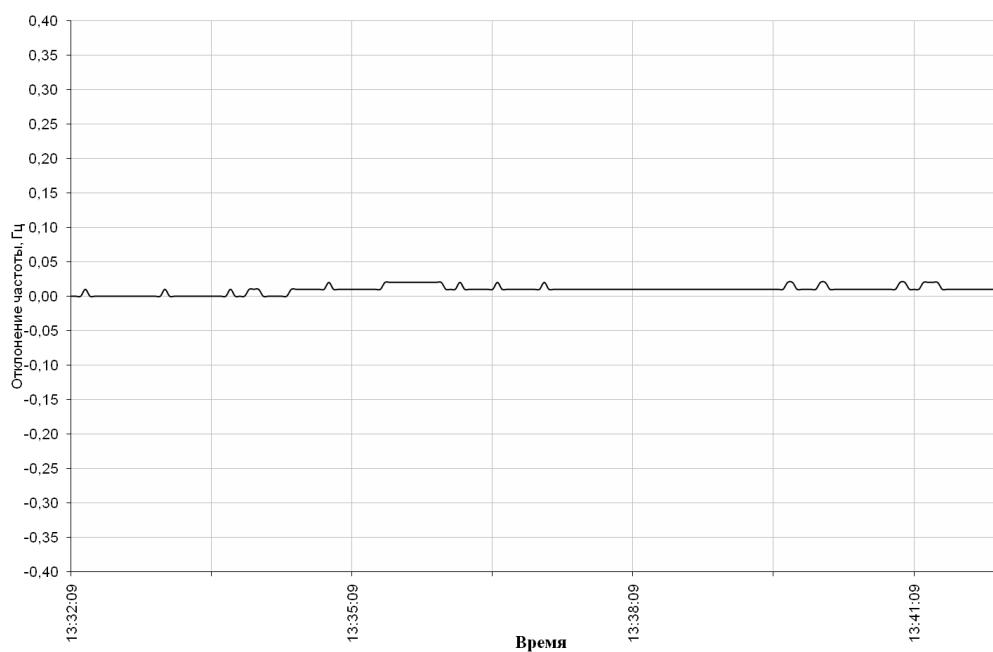
Второй опыт проводился в аудиториях кафедры электроснабжения. Принципиальное отличие от первого опыта в том, что исследовалась однофазная сеть. Суть эксперимента заключалась в регистрации основных показателей качества электроэнергии.

Ниже на Рисунке 4 приведены промежуточные данные, полученные в результате измерений:

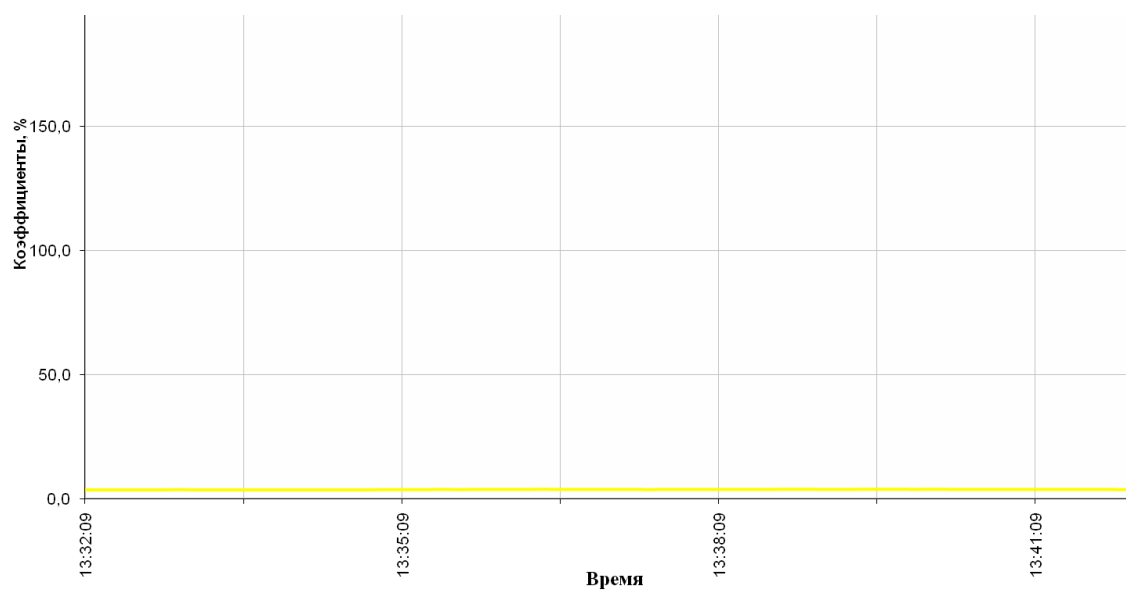
- установившееся отклонение напряжения (Рисунок 4.а);
- отклонение частоты (Рисунок 4.б);
- коэффициент несинусоидальности фазного напряжения (Рисунок 4.в);



а)



б)



в)

Рисунок 4 – Результаты измерений. Второй опыт.

На рисунке 5 показан суточный график зависимости питающего напряжения.

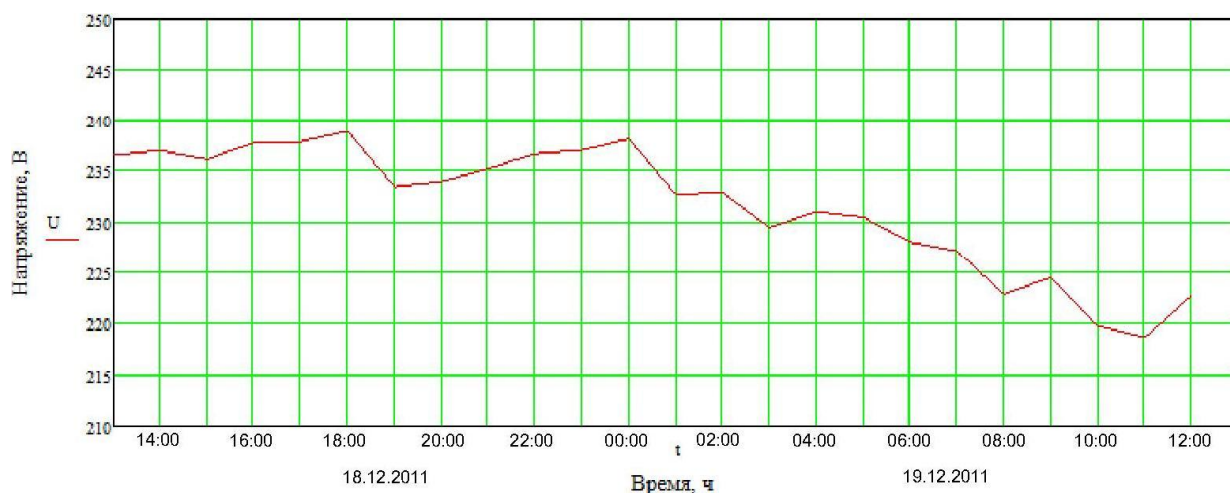


Рисунок 5 – График изменения фазного напряжения во времени. Второй опыт.

На данном этапе работы можно сделать следующие выводы:

- Измеритель типа Ресурс-UF2М-3Т52-5-100-1000 изучен, как прибор. Рассмотрены и опробованы различные схемы подключения, способы регистрации данных, изучено программное обеспечение прибора, освоены нормы и стандарты эксплуатации.

Анализ данных второго опыта продемонстрировал, что основные показатели качества электроэнергии исследуемой сети в норме и не выходят за пределы установленные ГОСТ 13109-97.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Митрофанов С.В., Лихачева М.Д.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Энергосбережение – не только инструмент экономии бюджетных затрат и повышения энергоэффективности, это ещё и инструмент повышения энергобезопасности, наиболее дешёвая альтернатива строительству новых мощностей.

Экономика России характеризуется высокой энергоемкостью. Энергетические мощности России сопоставимы с Японией и такими европейскими странами, как Германия, Франция, Англия, Италия и Испания. Однако удельная энергоемкость ВВП России в 3,5 раза больше, чем в Японии, в 3,2 раза больше, чем в наиболее промышленно развитых странах мира, в 2,5 раза выше среднего мирового показателя. Поэтому снижение энергоемкости ВВП определено в качестве важнейшего направления Энергетической стратегии России на период до 2020 года.

Целью энергетических обследований является определение эффективности использования энергетических ресурсов, потенциала энергосбережения, разработка экономически обоснованных мер и решений по энергосбережению. Результатом энергетических обследований является отчет, отражающий фактический характер использования энергоресурсов, расчетно-нормативные условия энергоиспользования, обеспечивающие нормативный уровень санитарно-гигиенических условий в обследуемом учреждении и технико-экономическое обоснование предлагаемых энергосберегающих мероприятий. Результаты энергетических обследований заносятся в энергетический паспорт бюджетной организации комплекса социальной сферы.

В России поставлена задача снижения удельной энергоемкости ВВП к 2020 году на 45-55% в сравнении с 2000 годом. Потенциал снижения энергоемкости экономики за счет структурного изменения экономики составляет около 50% и примерно 50% за счёт энергосбережения.

Сегодня развитие города самым непосредственным образом зависит от состояния энергетической отрасли. Особенности энергетического комплекса России характеризуются следующим:

- высокой концентрацией нагрузок;
- существенной неравномерностью суточного и годового графика нагрузки по электроэнергии;
- низким уровнем энергоэффективности использования электроэнергии (так, в ЖКХ удельный расход тепловой энергии в расчете на 1 м² общей жилой площади в 1,6 раза выше, чем в Финляндии, в промышленности эффективность энергоиспользования ниже в 2 раза);
- высоким уровнем потерь в сетях;

– высоким уровнем экологической нагрузки от генерирующих мощностей;

Дефицит генерирующих мощностей может быть ликвидирован за счет введенной электросетевыми компаниями оплаты за технологическое подключение, которое фактически подразумевает оплату создания новых мощностей. (В Москве стоимость такого подключения составляет 55 тыс. руб./кВт). Если предприятию или организации необходимы новые мощности, то она должна понести дополнительные затраты на их обеспечение. Этот подход чувствительно сказывается на развитии малого и среднего бизнеса. В этом случае для развития малого и среднего бизнеса должны выделяться дополнительные средства из местного и федерального бюджета.

Однако сегодняшний порядок подразумевает, что заявитель вынужден отдавать свои деньги для того, чтобы сетевая компания построила необходимые ему мощности, но при этом собственником новых объектов остается сетевая компания. Эта схема влечет массу конфликтов.

Логичным представляется сделать так, чтобы заявитель на сумму вложенных инвестиций получил соответствующий пакет акций сетевой компании, таким образом, будет появляться нормальный рыночный механизм развития.

При постоянно возрастающей потребности города в энергоресурсах недостаточно только лишь вводить новые генерирующие мощности, важно добиться и снижения показателей энергоемкости городского хозяйства на основе внедрения энергосберегающих и энергоэффективных технологий.

В России накоплен большой опыт проведения энергосберегающих мероприятий. Работа по энергосбережению осуществляется по следующим направлениям:

- внедрение энергосберегающих технологий;
- участие в реализации городских программ по энергосбережению;
- проведение работ по энергосбережению;
- проведение конференций и выставок по энергосбережению.

Нормативно-правовую базу энергосбережения составляют принятый в 2009 году Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» на перспективу до 2020 года.

В соответствии с ними основными мероприятиями по снижению потребления энергии в России являются:

- внедрение частотно-регулируемого электропривода (лифты);
- внедрение автоматизированных систем учета и регулирования потребления энергоресурсов;
- модернизация систем внутреннего и наружного освещения.

Также должны проводиться проверки несанкционированного потребления электроэнергии.

Следует особо отметить, что внедрение мер, призванных улучшить ситуацию с эффективностью использования энергоресурсов, предполагает,

прежде всего, изменение в поведении потребителя. Только в том случае, если в этих мерах присутствует принцип заинтересованности участников процесса энергосбережения (производитель-потребитель, продавец - покупатель), можно говорить о том, что данная мера действительно даст реальный эффект. Прежде всего, речь идет о внедрении гибких тарифов и применении экономических санкций за неэффективное и нерациональное энергоиспользование и применение устаревших технологий.

Ещё одним важнейшим фактом, призванным активизировать программу энергосбережения, является улучшение экологической ситуации.

Большим потенциалом энергосбережения обладают инновационные технологии. Начата реализация проекта, на который возлагаются функции:

- технического прогнозирования инновационной идеи (новой технологии, изобретения);
- доработки доводки нововведения до промышленной реализации;
- оказания услуг и консультаций в процессе внедрения объекта разработки.

Направления внедрения энергосберегающих технологий

1. Экономия электроэнергии

Наиболее простыми мероприятиями сбережения энергии являются действия по экономии электроэнергии. Это связано с тем, что во всех жилых домах существует приборный учет, и экономия даёт немедленный экономический эффект.

Анализ стоимости электроэнергии в зарубежных странах показывает, что существует прямая зависимость между средней ценой на электроэнергию и потреблением электроэнергии на единицу ВВП. Чем выше тариф на электроэнергию, тем ниже потребление на единицу ВВП.

Эксплуатация бытовых приборов

Необходимо отметить, что правильная эксплуатация бытовых приборов также приносит экономию электроэнергии, при отсутствии дополнительных затрат:

- накипь в электрочайнике увеличивает расход электроэнергии на 20%;
- заполненный более чем на 2/3 мешок для сбора пыли в пылесосе дает увеличение расхода электроэнергии на 40%.

Чтобы привлечь внимание населения и специалистов к проблеме энергосбережения, данный вопрос должен широко освещаться в СМИ.

Модернизация наружного освещения

Важным направлением внедрения энергосберегающих технологий является сфера наружного освещения. Например в течение 2006 – 2007 годов в Москве были полностью заменены ртутные светильники наружного освещения на натриевые (более 70 тыс. шт). В результате, в 2007 году получена экономия потребления электроэнергии около 8%.

Обмен информацией в области энергосбережения и инноваций

Инновациям в области энергосбережения содействуют специальные мероприятия, такие как ежегодные деловые встречи представителей научных

центров, промышленности, торговых кругов, банкиров, инженеров, руководящего звена. В программы деловых встреч необходимо включать обсуждение конкретных проектов и предложений в области энергосбережения.

Не менее важно регулярное проведение выставок, достижений, специальных семинаров, круглых столов, лекций, брифингов. Цель этих мероприятий – организация системы отбора демонстрационных проектов и разработок, распространения информации. Отбор отдельных технологий, видов продукции для повышения эффективности использования энергии следует осуществлять регулярно с участием представителей научно-технических центров и других заинтересованных организаций.

Отмечу, что большой потенциал энергосбережения в ЖКХ является ресурсом для инвестиций. Но этот ресурс может быть задействован только при создании надлежащей системы мотивации. При этом ускорению этого процесса будет способствовать и формирование конкурентного бизнеса по управлению жилищным фондом.

В результате обработки исходной информации определяется структура финансовых затрат за энергоресурсы, состояние приборного учета потребления энергоресурсов, структура электропотребления оборудования, состояние и состав отопительно-вентиляционного и др. оборудования а также направления энергосбережения.

Результаты энергетических обследований учитываются при установлении лимитов энергопотребления вышестоящими органами.

Краткая характеристика бюджетных организаций

В группу бюджетных организаций входят: учреждения здравоохранения, детские дошкольные учреждения, общеобразовательные школы, учебные заведения (высшие, средние и специальные), учреждения культуры и искусства, физкультурные и спортивные учреждения, учреждения МВД и Минобороны, административные учреждения (научно-исследовательские и проектные институты, административно-производственные учреждения, общественные организации и т.п.).

В медицинских учреждениях наиболее энергоемкую группу составляют электротермические установки для дезинфекции и стерилизации (автоклавы, сушильные шкафы, стерилизаторы, дистилляторы) от 10% до 40% электропотребления, холодильное оборудование – 5-10%, освещение – 30-60%, вентиляция и кондиционирование – 10-20%. Многочисленные диагностические, терапевтические, лабораторные и подобные электроприборы имеют мощность до 1кВт. Номенклатура медицинского электрооборудования непрерывно расширяется. Это приводит к тому, что мощность нагрузки и электропотребление медицинских учреждений непрерывно возрастают.

В дошкольных учреждениях наиболее мощными потребителями электроэнергии являются электротермические установки пищеблоков. Освещение потребляет от 10% до 15% от общего электропотребления.

Учреждения образования имеют в основном 5 групп потребителей электроэнергии: освещение (50%-70%), потребители с электродвигателями (10%-30%), различные нагревательные установки (кипятильники,

электрические плиты и т.д.) потребляющие от 10% до 20% электроэнергии, ЭВМ до 10%, различные лабораторные стенды.

Административные учреждения имеют 4 группы электропотребителей электроэнергии: освещение (40%-60%), потребители с электродвигателями (10%-30%), различные нагревательные установки (электрические плиты, кипятильники, электрокамины и т.д.) потребляющие от 20% до 40% электроэнергии, ЭВМ от 10% до 20%.

Разработка энергосберегающих мероприятий

При разработке мероприятий необходимо:

1. определить техническую суть предполагаемого усовершенствования и принципы получения экономии;
2. рассчитать потенциальную годовую экономию в физическом и денежном выражении;
3. определить состав оборудования, необходимого для реализации рекомендации, его примерную стоимость доставки, установки и ввода в эксплуатацию;
4. выявить программы финансирования энергосберегающих проектов;
5. оценить общий экономический эффект предполагаемых рекомендаций с учетом вышеперечисленных пунктов.

Список литературы

1. А.В. Малиновский Организация подготовки и проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных организаций и объектов ЖКХ / А.В. Малиновский // Энергосовет, Педагогическое образование. — 2011. — № 1(14). — С. 82–104.

2. Портал-энерго [Электронный ресурс] : многопредмет. научн. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. — Электрон. журн. — Долгопрудный : МФТИ, 1998. — Режим доступа : <http://portal-energo.ru>.

3. Стратегия развития генерирующих мощностей (схемное решение для энергосистем/ «Энергосовет» портал по энергосбережению [Электронный ресурс] : многопредмет. научн. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. — Электрон. журн. — Долгопрудный: МФТИ, 1998. — Режим доступа: <http://www.energsovet.ru>

4. Порядок проведения энергетических обследований бюджетных организаций комплекса социальной сферы города <http://www.energocon.com>

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ

Митрофанов С.В., Михайлова А.Д.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Понятие энергосервисного договора. Энергосервисный договор (контракт) – договор (контракт), предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком.

Энергосервисный контракт – это основной механизм частно-государственного партнерства, контракт на оказание услуг по проектированию, приобретению, финансированию, монтажу, пусконаладке, эксплуатации, техобслуживанию и ремонту энергосберегающего и водосберегающего оборудования на одном или нескольких объектах. По такому контракту энергосервисная компания (ЭСКО) несет расходы по реализации мер, направленных на повышение эффективности использования энергии на объектах бюджетной сферы в обмен на долю экономии бюджетных средств, получаемой в результате реализации этих мероприятий в течение обусловленного контрактом времени. ЭСКО – это функция, а не специальный вид компании. Данную функцию могут исполнять самые разные компании, включая региональные центры энергосбережения. ЭСКО могут помочь в мобилизации инвестиций в проекты по энергосбережению [1].

Для привлечения частных инвестиций в энергосбережение бюджетной сферы требуется создать условия для заключения бюджетными учреждениями энергосервисных контрактов, по которым расчет за выполненные работы осуществляется из полученной на оплату энергоресурсов экономии.

Для большего распространения энергосервисных контрактов нужно:

- законодательно закрепить понятие энергосервисного контракта и условия его заключения;
- решить проблему сохранения обязательств бюджета в сроки реализации энергосервисного контракта, превышающего сроки бюджетного периода (3 года);
- разрешить выпуск государственных или муниципальных облигаций (или право и порядок выпуска векселей), которыми государственный или муниципальный заказчик может рассчитываться перед исполнителем по энергосервисному контракту. Это, позволит создать вторичный рынок таких обязательств и возможность переуступки их третьим лицам;
- внести изменения в статью 9 Федерального закона от 21 июля 2005 г. N 94-ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд», разрешив перемену исполнителя по энергосервисному контракту для государственных или муниципальных нужд [2].

В настоящее время можно выделить несколько проблем энергосбережения.

Стимулирование. Одна из нерешенных задач экономии ресурсов - стимулирование бюджетной сферы к энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Полученная выгода и налаживание рационального хозяйствования никак не увязаны с системой оплаты труда конкретного работника и федерального учреждения в целом.

Существенная часть предлагаемых (и наиболее доступных) мероприятий по увеличению энергоэффективности предполагает активное участие персонала организации или учреждения. Создание прозрачных, справедливых и всем понятных экономических стимулов ресурсосбережения и повышения энергетической эффективности является важнейшей задачей государственных структур.

В России управление энергопотреблением на объектах бюджетной сферы началось в 1999 году с введения системы лимитирования энергопотребления. Данная система сыграла положительную роль в наведении порядка, но она не стимулировала снижение потребления энергоресурсов: снижение расходов за счет энергосбережения никак не поощрялось, тогда, как превышение лимита требовало длительных объяснений и согласований. С 2004 года система лимитирования фактически была упразднена, но постановления о лимитах сохранились. Поэтому при недостаточной оснащенности приборами учета и регулирования потребления энергоносителей бюджеты оплачивают коммунальные ресурсы, которые они либо не получали, либо в которых не нуждаются. Хотя, налаживая учет энергоносителей, бюджет постепенно снижает оплату за коммунальные ресурсы, которые он не потреблял.

Однако установка приборов учета не гарантирует, что бюджет не будет оплачивать избыточных поставок коммунальных ресурсов. Установка и приборов учета, и средств регулирования дает экономию до 50 % расходов на оплату услуг.

Сложность аккумуляции экономии бюджетных средств затрудняет применение механизмов, в рамках которых за счет экономии финансируется модернизация бюджетных объектов. Успех реализации подобных программ зависит от решения вопросов определения и распределения финансовой экономии, что в конечном итоге определяет интенсивность усилий ее участников. Во многих регионах предпринимались попытки применения энергосервисных контрактов и использования экономии для финансирования модернизации бюджетных объектов, создания механизмов заинтересованности. Однако Бюджетный кодекс РФ сделал любые схемы нелегитимными [1].

На данный момент существуют разные региональные способы стимулирования энергосбережения. Так, согласно постановлению правительства Москвы от 17 декабря 2002 г. N 1027, средства, сэкономленные за счет сокращения потребления ресурсов, остаются в распоряжении учреждения в течение финансового года.

Сумма экономии плановых ассигнований за счет сокращения потребления ресурсов определяется ежеквартально нарастающим итогом с начала года. При этом сумма отклонения от плановых назначений за соответствующий период определяется путем умножения разницы между

фактическим расходом ресурсов и установленным нормативом в натуральном измерении на тариф, действующий в соответствующий период времени.

Расчетная экономия, определенная в соответствии с настоящим порядком, может быть направлена бюджетным учреждениям на финансирование мероприятий по ресурсосбережению (оплату услуг и работ подрядных организаций ресурсосберегающего характера), капитальный и текущий ремонт, закупку технологического оборудования, компьютерной техники и инвентаря для нужд учреждения. Использование экономии разрешается при условии отсутствия задолженности перед поставщиками по оплате соответствующих ресурсов. Экономия, образовавшаяся за счет утверждения более низких, чем планировалось, тарифов или иных причин, не связанных с проведением мероприятий по ресурсосбережению, не может являться источником стимулирования бюджетных учреждений [3].

Проблема стоимости аудита. Проводя энергетические обследования федеральных государственных учреждений, аудиторские компании сталкиваются с рядом трудностей.

Одним из ключевых вопросов при заключении договоров на проведение энергетических обследований и энергоаудита различного уровня является определение источника финансирования и обоснованной стоимости работ.

Согласно действующим Правилам проведения энергетических обследований организаций финансирование работ проводится за счет средств федерального, местного бюджетов и внебюджетных источников, а также за счет собственных средств. Порядок финансирования зависит от принадлежности обследуемого объекта (бюджетный и внебюджетный) и вида проводимого обследования. Указанный документ определяет лишь источники финансирования.

Механизм расчета стоимости работ следует регламентировать документом, имеющим федеральный статус независимо от форм собственности.

Отсутствие финансово-нормативного документа на федеральном уровне привело к необходимости разработки энергоаудиторскими фирмами собственных временных ценников и прейскурантов, согласуемых с саморегулируемыми организациями (СРО) и рыночными ценами, действующих на территории отдельных регионов.

Одним из предлагаемых способов ценообразования в сфере оказания услуг по энергетическому обследованию является свободное установление стоимости с использованием рыночных механизмов. Однако, излишнее упование на рыночные механизмы губительно по отношению к идее № 261-ФЗ.

Следует заметить, что отсутствие финансовых нормативных документов по обследованию, действующих на всей территории Российской Федерации, и стремление заказчиков провести работу формально, выполнив предписание Госэнергонадзора по разработке энергетического паспорта, и как можно за меньшие деньги на основании тендеров, приводит, как правило, к снижению эффективности и качества энергетического обследования [4]. Как правило, оно сводится к заполнению энергетического паспорта.

Энергосервисный контракт в теории считается одним из самых эффективных способов снижения ресурсопотребления. На практике же подобных контрактов заключают довольно мало. Основные проблемные моменты заключаются в четком определении способа пересчета натуральных единиц экономии в рубли (определение средневзвешенного тарифа), в частоте фиксации величины экономии.

В то же время есть ряд практических проблем, которые сдерживают развитие энергосервисных услуг в бюджетной сфере.

Государство установило требования к государственным и муниципальным учреждениям, касающиеся снижения объемов потребления энергоресурсов согласно Федеральному закону 261-ФЗ. Ежегодно сокращается на 3% сумма, выделяемая на оплату ресурсов учреждениями. Сниженное финансирование уже заложено в бюджет, а расплачиваться с энергосервисной компанией надо.

Рабочей группой по созданию Федеральной энергосервисной компании был предложен проект информационного письма, которое позволило бы обеспечить возможность перевода этой 3%-ной плановой экономии на оплату энергосервисных услуг. Данный проект уже направлен на рассмотрение в Минфин России.

Однако более эффективным решением данной проблемы должны стать изменения в законе № 261-ФЗ, которые освободили бы государственные и муниципальные учреждения, заключившие энергосервисные контракты, от 3%-ного снижения лимитов.

Отсутствие методик учета. При исполнении энергосервисных контрактов необходимо осуществлять мониторинг и верификацию экономии ресурсов, при которых должны учитываться факторы, влияющие на сопоставимость условий ресурсопотребления: температура наружного воздуха, количество обслуживаемых лиц и т.п. Достоверная и апробированная методика учета сопоставимых условий сегодня отсутствует. ФГБУ «РЭА» Минэнерго России в рамках сотрудничества с Efficiency Valuation Organization в настоящее время готовит русскоязычную версию международного протокола мониторинга и верификации экономии энергетических ресурсов IPMVP, который должен заложить фундамент для формирования соответствующего методического обеспечения.

Российская специфика. Возможно, для России более эффективной может оказаться схема заключения энергосервисного контракта, представляющая собой синтез договора поставки и договора оказания услуг. Подобные схемы используются в некоторых государствах Восточной Европы.

Например, в договоре фиксируется достигаемая экономия ресурсов. ЭСКО проводит необходимые работы. Фиксирует ресурсопотребление. При достижении заданной величины получает часть оплаты контракта (70–80%). Через год снова проводятся измерения. Если заявленная экономия подтверждается, ЭСКО выплачивается оставшая сумма. Данная схема может быть хороша тем, что величина платежей по энергосервисному контракту

заранее фиксируется. Эту цифру легко заложить в бюджет, а чиновнику – получить основание для расходования бюджетных средств.

Практика реализации энергосервисных контрактов в России пока соответствует опыту зарубежных государств, где развитие рынка энергосервиса на первоначальных этапах, как правило, было связано с якобы непреодолимыми барьерами бюджетного законодательства, законодательства о государственных закупках и прочими сдерживающими факторами. Однако со временем эти барьеры, так или иначе, устраняются, что приводит к формированию полноценного, устойчивого рынка энергосервисных услуг.[5]

Политика энергосбережения реализуется сравнительно недавно и именно с этим связаны все проблемы в этой области. Для успешного воплощения федерального закона об энергосбережении необходимо учесть многие факторы, часть из которых рассмотрена в данной работе. Это, прежде всего совершенствование и изменение законодательства, создание четких методик проведения энергетических обследований, стандартизация при заключении энергосервисных договоров, разработка стимулирующих мероприятий и учет Российской специфики.

Список использованной литературы

1. *Башмаков И. А. Повышение энергоэффективности в организациях бюджетной сферы / И. А. Башмаков // Энергосбережение. – 2009. - №6. – С. 16-26.*
2. *Механизмы энергосбережения, предлагаемые к включению в нормативные правовые акты [Электронный ресурс] : проекты и материалы к закону «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» / В. Г. Семенов, В.В. Ковальчук, С.А. Сергеев. – Режим доступа : <http://www.energsovet.ru>*
3. *О порядке стимулирования энергосбережения в организациях комплекса социальной сферы правительства Москвы: постановление от 17 декабря 2002 №1027-ПП*
4. *Вакулко А. Г. Проблемы ценообразования при проведении энергетических обследований/ А. Г. Вакулко, А. А. Злобин, Г. А. Романов // Энергосбережение. – 2003. - №3. – С. 67-70.*
5. *Туликов А.В. Как бюджетным учреждениям оплачивать услуги энергосервисной компании / А. В. Туликов // Энергосбережение. – 2011. - №6. – С. 36-38.*

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЕ

Митрофанов С.В., Михайлова А.Д.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Введение

С каждым годом становится все более очевидно, что энергоэффективность во всех сферах деятельности является одной из основных тенденций развития мировой экономики. Приоритетным является сокращение потерь в коммунальном хозяйстве т.к. половина ресурсов развитых стран расходуется сегодня на обеспечение коммунальных нужд.[1]

Федеральный Закон № 261 от 23 ноября 2009 года определяет энергетическую эффективность как характеристику, отражающую отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта. Полезный эффект выражается количеством сэкономленной или приобретенной при рациональном хозяйствовании полезной энергии. Поэтому и производители, и транспортировщики, и потребители должны постоянно заботиться о поддержании на максимально возможном уровне коэффициента полезного действия. [2]

Высокие расходы энергии в бюджетной сфере вызваны изношенностью объектов, необходимостью капитального ремонта и низким уровнем благоустройства. Для модернизации всех объектов бюджетной сферы, включая меры по повышению эффективности использования коммунальных ресурсов, потребуются средства, которые бюджетная система не способна выделить на данные цели. Однако потребность в них может быть существенно снижена при запуске механизмов, в которых экономия финансирует модернизацию. [3]

Энергоаудит

Энергетическое обследование (энергоаудит) – сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объеме используемых энергетических ресурсов, о показателях энергетической эффективности, выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте [4].

Энергоаудит и энергетическое обследование – два родственных понятия, отличающихся побудительными мотивами: энергоаудит проводится добровольно, по инициативе потребителя топливно-энергетических ресурсов, а энергетическое обследование – по указанию государственных органов надзора за эффективностью использования энергоресурсов [5].

Целью энергетических обследований является:

- получение объективных данных об объеме используемых ресурсов;
- определение показателей энергетической эффективности;
- определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

– разработка перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки [6].

Классификация энергетических обследований по объемам проводимых работ приведена в таблице 1.

Классификация энергетических обследований по срокам проведения приведена в таблице 2.

Таблица 1 - Классификация энергетических обследований по объемам проводимых работ

Виды аудита	Цель	Ход обследования
Экспресс обследования (экспресс- аудит)	Выявить участки, на которых нерационально используются ЭР, повысить энергосбережение путём определения приоритетных направлений по уменьшению затрат, выделяемых на необходимые энергоносители	Сокращенная программа, с минимумом приборного оборудования, ограничен по объему и времени. Производится оценка эффективности использования всех или одного из видов ТЭР, вторичных энергоресурсов, функционирования отдельной группы оборудования (отдельного агрегата), либо отдельных показателей энергоэффективности
Полные инструментальные обследования	Провести анализ потребления ЭР на текущий период, режимов работы оборудования; выявить причины излишних потерь, составить энергетический паспорт, разработать программы мероприятий, направленных на эффективное сбережение ЭР	Проводятся по всем видам ТЭР с инструментальными замерами, необходимый объем которых определяется энергоаудитором в соответствии с согласованной программой данного энергетического обследования
Комплексные обследования	Совмещают в себе различные цели проведения данных работ	В зависимости от целей проводимых работ определяются комбинации видов энергетических обследований и энергоаудитов
Обследования технологических процессов		

Таблица 2 - – Классификация энергетических обследований по срокам проведения

Вид обследования	Характеристика
Первичные обследования	Проводятся в отношении потребителей ТЭР, ранее не подвергавшихся энергетическим обследованиям (энергоаудиту) или перерыв в обследованиях которых составляет более 5 лет.
Очередные обследования	Проводятся не реже одного раза в пять лет, и не чаще, чем один раз в два года в плановом порядке - для сравнения текущих показателей энергоэффективности с показателями, определенными предыдущим обследованием, сертификации потребителя ТЭР в системе добровольной сертификации РИЭР, внесения изменений в энергетический паспорт и т.д.
Внеочередные обследования	Проводятся при выявлении у потребителя роста объемов потребления, потребности, снижения эффективности использования ТЭР, роста себестоимости продукции и топливной составляющей в ней, выбросов в атмосферу и т.д., а также в случае обращения потребителя в органы государственной власти за предоставлением льгот, связанных с использованием ТЭР; при проверке обоснованности заявленных технологических потерь ТЭР и тарифов при утверждении и оценке их составляющих; при изменении вида используемого топлива.
Предэксплуатационные обследования	Проводятся перед началом или в начале эксплуатации оборудования потребителем ТЭР для определения первичных характеристик энергоэффективности и их соответствия паспортным, проектным и нормативным показателям - для основного энергопотребляющего оборудования, генерирующего оборудования и оборудования в составе систем энергоснабжения - при его замене, капитальном ремонте, изменении условий и режимов эксплуатации.

Мероприятия

Понятие энергосбережения определяется как реализация организационных, правовых, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования, объема произведённой продукции, выполненных работ, оказанных услуг.

Бюджетные организации обязаны разрабатывать программы энергосбережения на основании данных энергетических обследований. При этом законодательно определены некоторые обязательные элементы

организации энергосбережения в бюджетной сфере. Требования для бюджетных организаций приведены в Таблице 3 [7].

Типовые мероприятия по энергосбережению:

- назначение в бюджетных учреждениях ответственных за контролем расходов энергоносителей и проведения мероприятий по энергосбережению;
- создание специализированной системы энергетического мониторинга;
- соблюдение правил эксплуатации и обслуживания систем энергоиспользования и отдельных энергоустановок (организация работ по эксплуатации светильников, их чистке, своевременному ремонту оконных рам, оклейка окон, ремонт санузлов и т.п.);
- постоянный мониторинг энергопотребления;
- проведение периодических энергетических обследований, составление и корректировка энергетических паспортов;
- совершенствование порядка работы организации и оптимизация работы систем освещения, вентиляции, водоснабжения (введение графиков включения и отключения систем освещения, вентиляции, тепловых завес, децентрализация включения освещения на необходимые зоны, назначение ответственных за контроль включения-отключения систем);
- ежеквартальная проверка и корректировка договоров с энергоснабжающими организациями;
- ведение разъяснительной по вопросам энергосбережения, повышение технических знаний в вопросах экономии энергии, использование табличек о необходимости экономии энергоресурсов;
- разработка и введение в действие систему поощрения работников за снижение потерь потребляемых ресурсов с одновременным введением мер административной ответственности за их неэффективное потребление.[5]

Классификация мероприятий в различных системах в зависимости от расходов приведена в Таблице 4.

Результаты обследования

Результатами обследования являются составленный на основе анализа эффективности ТЭР отчет и энергетический паспорт.

Энергетический паспорт гражданского здания - документ, содержащий геометрические, энергетические и теплотехнические характеристики зданий и проектов зданий, ограждающих конструкций и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов.

Документ обязан соответствовать установленным нормам федеральных уполномоченных исполнительных органов, прописывающим форму документа, содержание, требования по передачи паспорта в федеральные органы. Сроки разработки энергетического паспорта для бюджетных организаций определены не позднее 31 декабря 2012 года.

Энергетический паспорт заполняется при проектировании, реконструкции, капитальном ремонте, и в процессе эксплуатации построенных зданий. В случае, когда паспорт составляется на предприятие, включающее в свой состав несколько, расположенных в разных городах, то к нему составляются отдельные формы по каждому подразделению.

Таблица 3 – Требования для бюджетных организаций

Ежегодное снижение объема потребления энергетических ресурсов	С 2010 г. обязательно ежегодное снижение объема потребления энергоресурсов не менее, чем на 3%. Контроль за соблюдением этих требований возложен на главных распорядителей бюджетных средств. Экономия, достигнутая сверх уровня 3%, остается в распоряжении организации. Рекомендовано назначение в организациях лица, ответственного за энергосбережение.
Организация приборного учета энергетических ресурсов	Приборы учета потребления энергоресурсов уже должны быть установлены и должен быть обеспечен учет их потребления. Речь идет об учете воды, сетевого газа, тепла, электроэнергии.
Обязательное проведение энергетических обследований	Бюджетная организация обязана провести первый энергоаудит до 31 декабря 2012 г. В последующем энергоаудит должен проводиться не реже, чем 1 раз в 5 лет. На основании энергетических обследований составляется энергетический паспорт.
Обеспечение энергетической эффективности товаров и услуг при их закупках	Запрет закупки товаров, способствующих непроизводительному расходу потребляемых энергоресурсов: светодиодные источники света - 5% от общей закупки; не менее 10% устанавливаемых стеклопакетов должны иметь стекла с низкоэмиссионным покрытием; запрещены закупки ламп накаливания для нужд освещения.
Наличие программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности	Принимаемые бюджетными организациями программы энергосбережения должны содержать: 1. целевые показатели энергосбережения и их значения; 2. мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности; 3. ожидаемые результаты в натуральном и стоимостном выражении; Так же определены формы контроля за исполнением требований законодательства
Энергосервисные договоры, заключаемые организацией	Определен порядок формирования и заключения энергосервисных контрактов и общие требования к их содержанию. Экономический эффект от установки приборов учета не должен входить в общий расчет экономии. Контракты на энергосервис должны заключаться отдельно от контрактов на поставку товаров и услуг для государственных и муниципальных нужд.

Таблица 4 – Классификация мероприятий в зависимости от расходов

Анализ системы освещения	Анализ системы отопления	Анализ системы водоснабжения	Анализ системы вентиляции	Анализ системы кондиционирования
Малозатратные				
установка датчиков движения и звука, оптимизация системы освещения за счет установки нескольких выключателей и деления площади освещения на зоны, периодическое очищение рассеивателей светильников	составление руководства по эксплуатации, управлению и обслуживанию, контроль за их выполнением; снятие декоративных ограждений с радиаторов отопления и установка теплоотражателей за ними	составление руководства по эксплуатации, управлению и обслуживанию, контроль за их выполнением	отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов и в нерабочее время	рациональное использование кондиционера
Среднезатратные				
замена люминесцентных ламп на лампы меньшей мощности; применение энергоэффективной пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) газоразрядных ламп	установка приборов учета тепловой энергии; гидравлическая наладка внутренней системы отопления; изменение режимов отопления (день/ночь, выходные дни/будни); ежегодная химическая	оснащение систем ГВС счетчиками расхода горячей воды; применение экономичной водоразборной арматуры	замена устаревших вентиляторов на современные с более высоким КПД; применение блокировки вентилятора воздушных завес с механизмами открывания дверей	исключение перегрева и переохлаждения воздуха в помещении

Анализ системы освещения	Анализ системы отопления	Анализ системы водоснабжения	Анализ системы вентиляции	Анализ системы кондиционирования
	очистка внутренних поверхностей нагрева системы отопления и теплообменных аппаратов; снижение тепловых потерь через оконные проемы, улучшение тепловой изоляции стен, полов и чердаков			
Крупнозатратные				
Замена ламп накаливания на люминесцентные; переход на другой тип источника света с более высокой светоотдачей	автоматизация систем теплоснабжения зданий посредством установки индивидуальных тепловых пунктов (ИТП)	автоматизация регулирования системы ГВС, оптимизация расходов и регулирования температуры, применение частотного регулирования насосов систем водоснабжения	автоматическое регулирование и управление вентиляционными установками в зависимости от температуры наружного воздуха	поддержание в рабочем состоянии регуляторов, поверхностей теплообменников и оборудования

Энергетический паспорт здания содержит в себе следующие сведения: функциональное назначение и тип здания; внутренние и наружные расчетные условия; объемно-планировочные параметры здания; нормативные теплотехнические и энергетические параметры; расчетные теплотехнические показатели здания; расчетные энергетические показатели здания; результаты измерений энергопотребления и уровня теплозащиты здания после годовичного периода его эксплуатации; сопоставление нормативных, проектных и эксплуатационных показателей теплозащитных и теплотехнических характеристик, приведенных к расчетным условиям; установленная категория энергоэффективности здания; рекомендации по повышению энергоэффективности здания. [8]

Ответственность за несоблюдение сроков проведения обязательного энергетического обследования - влечет наложение административного штрафа на должностных лиц в размере от десяти тысяч до пятнадцати тысяч рублей.

После составления энергетический паспорт направляется саморегулируемой организацией, в состав которой входит энергоаудиторская организация, в Минэнерго РФ. СРО имеет право отправлять заверенные копии паспортов один раз в три месяца. Министерство рассматривает документ в течение 10 дней от даты его получения.

В настоящее время разрабатывается новая редакция паспорта, к которому планируется добавить инструкцию. Так же должны быть учтены все, имеющиеся на данный момент, недоработки и замечания.

Для заказчика по итогам энергоаудита составляется технический отчет, написанный доступным языком. Форма отчета не устанавливается какими-либо документами, а определяется энергоаудиторской компанией.

В типичном случае отчет имеет такую структуру: аннотация; вступление; анализ состояния энергопотребления на объекте; описание предприятия и зданий; рекомендации по эффективному использованию энергии; выводы

Отчет энергоаудита составляет основу стратегического плана улучшения использования энергии на объекте. [9]

Выводы

Проблема энергосбережения остро стоит во всех сферах деятельности человека, что связано с необходимостью модернизации российской экономики и её интеграцией в мировую.

Политика энергоэффективности в России проводится сравнительно недавно, и для её успешной реализации не хватает проведения комплексных мер, в первую очередь изменение законодательства, создание выгодных условий для энергосбережения.

В работе произведен обзор процесса энергосбережения, изучены нормативные акты, принятые на разных уровнях административного регулирования; освещены основные понятия, обобщены методы обследования и анализ энергосберегающих мероприятий, представлены результаты обследования: энергетический паспорт и отчет; рассмотрена специфика бюджетной сферы.

Список литературы

1. **Семенов В. Н.** Энергосбережение и повышение энергоэффективности для объектов социальной сферы / В. Н. Семенов, Д. Н. Китаев, Т. В. Щукина, Д. Ю. Королев // Энергосбережение. – 2010. - №6. – С. 38-44.
2. Энергоаудит объектов федеральной собственности [Электронный ресурс] В. Тоткайло. – Режим доступа : <http://www.energyland.info> (17 фев. 2011)
3. **Башмаков И. А.** Повышение энергоэффективности в организациях бюджетной сферы / И. А. Башмаков // Энергосбережение. – 2009. - №6. – С. 16-26.
4. Энергосбережение и энергоэффективность [Электронный ресурс] : офиц. сайт / Министерство энергетики Российской Федерации. – Режим доступа : <http://minenergo.gov.ru/> (08 дек. 2011)
5. Методические материалы по вопросам энергосбережения (для бюджетных учреждений) // Департамент энергетики и газификации Кировской области. КОГУП «Агентство энергосбережения». – Киров 2009. – С. 110
6. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23 ноября 2009 № 261-ФЗ
7. Методические рекомендации по соблюдению государственными (муниципальными) учреждениями законодательства об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности // Российское Энергетическое Агентство. – Москва 2010. – С. 17.
8. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов [Электронный ресурс] : офиц. сайт / Саморегулируемая организация некоммерческое партнерство «Интегральная энергетика». – Режим доступа : <http://www.integralenergy.ru/> (07 дек. 2011)
- Отчет по результатам энергообследования [Электронный ресурс] : офиц. сайт / Научно-технический центр «Инженерные системы» . – Режим доступа : <http://ntcis.ru> (07 дек. 2011)

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ФГОС ВПО

Нелюбов В.М.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Научно-исследовательская работа студентов является неотъемлемой составной частью обучения и подготовки квалифицированных специалистов в вузе, способных самостоятельно решать профессиональные, научные и технические задачи. Научно-исследовательская работа содействует формированию готовности будущих специалистов к творческой реализации полученных в вузе знаний, умений и навыков, помогает овладеть методологией научного поиска, обрести исследовательский опыт.

Привлечение к научно-исследовательской работе студентов позволяет использовать их потенциал для решения актуальных проблем в различных отраслях науки и техники.

Основными задачами НИРС являются:

- освоение методологии и методов научного поиска, формирование системы профессиональных знаний о специфике научного знания, критериях научности и научных методах познания;
- формирование у студентов навыков:
- научно-исследовательской работы в профессиональной области и на их основе углубленное и творческое освоение учебного материала основной образовательной программы по направлению подготовки (специальности);- реферирования, обзора и анализа научных источников, обобщения и критической оценки результатов научно-теоретических и эмпирических исследований.
- планирования теоретических и экспериментальных исследований с учетом специфики конкретной отрасли на основе общих методологических и методических принципов исследования.
- практической реализации теоретических и экспериментальных исследований на основе приобретаемых в учебном процессе знаний, умений, навыков и опыта деятельности.
- качественного и количественного анализа результатов исследований, их обобщения и критической оценки в свете существующих теоретических подходов и современных эмпирических исследований.
- оформления и представления результатов научной работы в устной (доклады) и письменной (аннотация, реферат, аналитический обзор, курсовая работа, творческая научно-исследовательская работа, эссе, статья, презентация, выпускная квалификационная работа) форме.
- приобретение опыта работы в научных коллективах и ознакомление с методами организации научной работы;

– непосредственное участие в решении научно-практических задач в соответствии с основными направлениями научно-исследовательской деятельности кафедры.

НИРС можно условно разделить на научно-исследовательскую работу, запланированную основной образовательной программой (ООП) и выполняемую дополнительно к ней.

Планируемая НИРС, включенная в учебный процесс имеет следующие разновидности:

- научно-исследовательская работа, являющаяся разделом основной образовательной программы соответствующего уровня;

- научно-исследовательская работа, предусматриваемая учебными планами как отдельная дисциплина.

- включение элементов НИРС в учебные занятия - выступление на семинарских занятиях с сообщениями по монографической литературе и научным статьям; участие в обсуждении докладов, рефератов, дискуссионных статей; подготовка рефератов, выполнение заданий и курсовых работ (проектов) научно-исследовательского характера; предусмотренные учебными планами и программами;

- выполнение индивидуальных заданий исследовательского характера в процессе производственной практики;

- выпускная квалификационная работа (в зависимости от уровня ООП может включать элементы НИРС или полностью базироваться на научных исследованиях);

- другие формы работы.

НИРС, выполняемая дополнительно к ООП, включает в себя:

- участие в выполнении научно-исследовательских работ, проводимых факультетами, кафедрами, научными подразделениями, преподавателями, научными сотрудниками;

- участие в работе научных обществ, конструкторских бюро, исследовательских проблемных групп, научных кружков, дискуссионных клубов;

- участия в хоздоговорных и госбюджетных НИР, грантах;

- участие в конкурсах, викторинах, семинарах;

- другие формы работы.

В соответствии с ФГОС ВПО научно-исследовательская работа является обязательным разделом основной образовательной программы подготовки специалиста и магистра и направлена на комплексное формирование общекультурных и профессиональных компетенций.

Научно-исследовательская работа бакалавра может частично или полностью являться разделом учебной практики обучающегося.

Научно-исследовательская работа проводится с целью сбора, анализа и обобщения научного материала, разработки оригинальных научных идей для подготовки курсовых проектов (работ), выпускной квалификационной работы, получения навыков самостоятельной научно-исследовательской работы,

практического участия в научно исследовательской работе коллективов исследователей.

При разработке программы научно-исследовательской работы, являющейся разделом ООП, выпускающая кафедра должна предоставить возможность студентам:

- проводить научные исследования в лабораториях вуза или других учреждениях по научной тематике факультета (выпускающей кафедры) или согласованной с университетом тематике другого учреждения;

- изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;

- принимать участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов (партий) проектируемых изделий;

- участвовать в научно-исследовательских и НИОКР-ских работах подразделений вуза, в том числе на договорных условиях;

- получать консультации и/или поддержку в виде научного руководства от профессорско-преподавательского состава;

- иметь доступ к общенаучным и специализированным источникам информации, в том числе через сеть Интернет;

- использовать программные, информационные и технические ресурсы университета в соответствии с планом работ;

- участвовать в научно-исследовательских семинарах и научных конференциях, научных школах по своей и смежной тематике;

- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию);

- составлять отчеты (разделы отчета) по теме или ее разделу (этапу, заданию);

- участвовать в написании статей в научные журналы по теме научно-исследовательской работы;

- выступать с докладом на научно-исследовательских семинарах, конференциях, с использованием современного программного обеспечения, средств визуализации,

В процессе выполнения научно-исследовательской работы и оценки ее результатов должно проводиться широкое обсуждение в учебных структурах университета с привлечением работодателей, позволяющее оценить уровень приобретенных знаний, умений и сформированных компетенций обучающихся. Необходимо также дать оценку компетенций, связанных с формированием профессионального мировоззрения и определения уровня культуры.

Кафедрами могут предусматриваться следующие виды и этапы выполнения и контроля научно-исследовательской работы обучающихся:

- ознакомление с тематикой исследовательских работ в данной области и выбор темы исследования;

- обоснование темы исследования;

- составление плана научно-исследовательской работы;

- подготовка докладов по избранной теме и их публичное представление;

написание рефератов по избранной теме;
проведение научно-исследовательской работы;
составление отчета о научно-исследовательской работе;
публичная защита выполненной работы.

Объемы и конкретное содержание всех этапов научно-исследовательской работы определяется программой научно-исследовательской работы.

Программа научно-исследовательской работы должна предусматривать:
содержание и сроки выполнения студентами индивидуальных заданий на выполнение научно-исследовательской работы;

порядок и сроки подготовки и защиты студентами отчетов по научно-исследовательской работе;

форму аттестации по научно-исследовательской работе (зачет или дифференцированная оценка).

Программа научно-исследовательской работы должна включать следующие разделы:

- цели научно-исследовательской работы;
- задачи научно-исследовательской работы;
- место научно-исследовательской работы в структуре ООП подготовки бакалавра (специалиста, магистра);
- формы проведения научно-исследовательской работы;
- место и время проведения научно-исследовательской работы;
- компетенции обучающегося, формируемые в результате выполнения научно-исследовательской работы;
- структура и содержание научно-исследовательской работы;
- профессионально-ориентированные и научно-исследовательские технологии, используемые при выполнении научно-исследовательской работы;
- учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов при выполнении научно-исследовательской работы;
- формы промежуточной аттестации по итогам выполнения (в соответствии с ФГОС ВПО);
- учебно-методическое и информационное обеспечение научно-исследовательской работы;
- материально-техническое обеспечение научно-исследовательской работы.

Для оказания практической помощи студентам по организации самостоятельной работы во время выполнения научно-исследовательской работы дополнительно к программе НИРС кафедрам рекомендуется разработать соответствующие методические указания и другие материалы.

Научно-исследовательская работа может выполняться студентами в структурных подразделениях университета или на предприятиях, в учреждениях и организациях, обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом и которые могут являться местом будущего трудоустройства выпускников.

Научно-исследовательская работа может осуществляться студентами, как непрерывным циклом, так, и рассредоточено, путем чередования с

теоретическими занятиями по дням (неделям) при условии обеспечения связи между содержанием НИР и теоретическим обучением.

Список литературы

1. Закон Российской Федерации от 10.07.1992 г. № 3266-1 «Об образовании»

2. Федеральный закон от 22.08.1996 г. №125-ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании».

3. Федеральный закон от 23.08.1996 N 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике".

4. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 16.07.2001 № 695 «О координации и государственной поддержке научных исследований студентов и молодых ученых».

5. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 03.07.2003 г. № 2859 «О состоянии и развитии научно-исследовательской работы студентов высших учебных заведений».

6. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования.

ОБОСНОВАНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ

Никиян Н.Г., Ямансарин И.И.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Систематическое наблюдение за работой значительного числа электродвигателей (от начала эксплуатации) в различных отраслях промышленности позволило получить типовую кривую распределения интенсивности отказов асинхронных двигателей (АД) в эксплуатации [1,2,3], вид которой представлен на рис. 1.

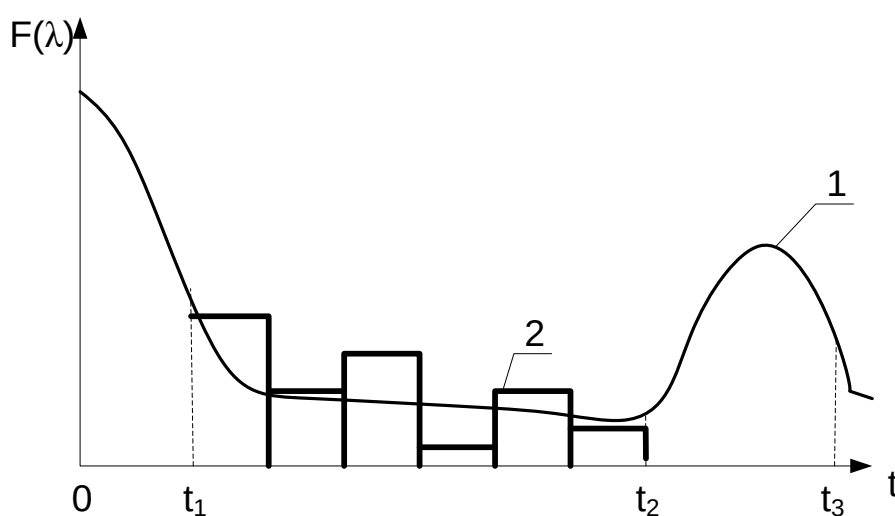


Рис. 1 Теоретическая кривая 1 и диаграмма по результатам эксплуатации 2 распределения интенсивности отказов АД

Кривая распределения интенсивности отказов имеет три характерных участка. Первый участок ($0-t_1$) – период приработки. На этом участке распределение отказов происходит по закону Пуассона или Вейбулла. За время t_1 отказывают электродвигатели, имеющие производственные дефекты, пропущенные при контроле.

Второй участок (t_1-t_2) – период нормальной эксплуатации, когда главной причиной отказов являются случайные причины: авария, недопустимая перегрузка в условиях эксплуатации, неблагоприятные внешние факторы. Распределение вероятности отказов на этом участке носит характер экспоненты. Для упрощения расчетов принимают интенсивность отказов постоянной $\lambda=\text{const}$. На этом участке износ АД практически не сказывается. Как видно из рисунка 1, теоретическая кривая 1 распределения интенсивности отказов АД значительно отличается от диаграммы интенсивности отказов в эксплуатации 2.

Третий участок (t_2-t_3) – период, когда отказы вызываются в основном износом и старением элементов АД. Этому участку соответствует нормальный закон вероятностей распределения отказов.

Распределение интенсивности отказов на рис. 1 характерно не только для АД, но и для большинства технических устройств. Данное распределение можно получить по результатам обработки материалов об отказах АД в эксплуатации. Для этого необходимо произвести наблюдение за отказами значительного количества АД. Подконтрольные АД должны быть однотипными, иметь одинаковые условия эксплуатации, режим работы, конструкцию и т.д. Распределение вероятности отказов АД позволяет понять и решить практические задачи повышения надежности электродвигателей.

В условиях подземного рудника (ПР) построить распределение интенсивности отказов АД, затруднительно из-за невозможности обеспечить одинаковые условия эксплуатации для всех наблюдаемых АД, в течение длительного времени [6]. Как известно климатические условия ПР [7] зависят от климата на поверхности ПР, и значительно изменяются во времени. Соответственно изменяется интенсивность отказов. λ – интенсивность отказов можно задать в виде функции зависящей от переменных воздействующих факторов

$$\lambda = f(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (1)$$

где $X_1, X_2, \dots, X_n$ - переменные воздействующие факторы.

Вследствие изменения условий эксплуатации интенсивность отказов АД на втором участке (t_1-t_2) будет изменяться. При ухудшении условий эксплуатации (увеличении нагрузки, относительной влажности воздуха), интенсивность отказов АД будет возрастать. А при благоприятных условиях эксплуатации снижаться. Даже если получится построить распределение интенсивности отказов для одних условий эксплуатации, использовать его для других условий эксплуатации будет затруднительно. Поэтому возникает необходимость создания такой модели, которая бы учитывала изменение условий эксплуатации на протяжении всего срока службы АД.

Для оценки вероятности безотказной работы (ВБР) АД с учетом воздействия эксплуатационных факторов на АД предлагается использовать среднее значение интенсивности отказов λ_{cp} за время эксплуатации АД, и значения интенсивности отказов λ_k за соответствующие интервалы времени (рис. 2).

Интервалу времени ($0-t_1$) соответствует интенсивность отказов λ_1 , которая зависит от условий эксплуатации в данном интервале времени, а именно загрузки горного оборудования и климатических условий. На интервале времени (t_1-t_2) условия эксплуатации изменились, и соответственно изменилась интенсивность λ_2 .

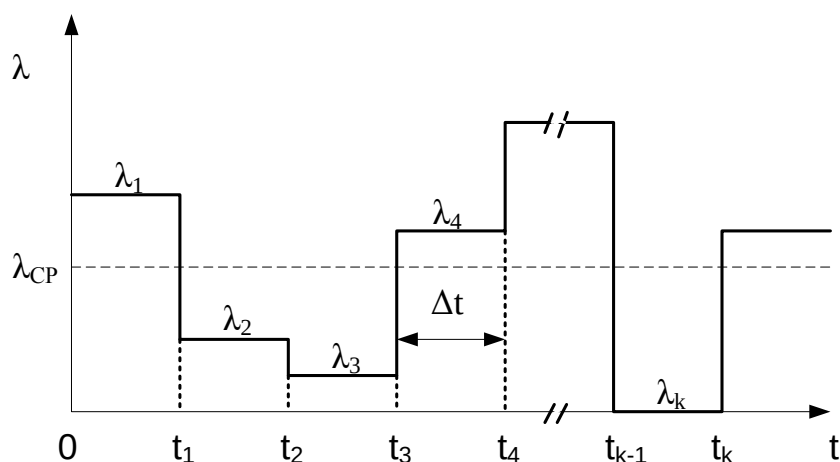


Рис. 2 Интенсивности отказов в нормальный период работы АД

ВБР для времени эксплуатации АД (0- t_k) можно рассчитать по двум формулам:

$$P(t) = e^{-\lambda_{\text{ср}} \cdot \Delta t \cdot k} = e^{-\lambda_{\text{ср}} \cdot t}, \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{ср}} = (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k) / k$ – средняя интенсивность отказов АД за время t_k , k – число интервалов времени и

$$P(t) = e^{-\lambda_1 \cdot t_1} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot (t_2 - t_1)} \cdot \dots \cdot e^{-\lambda_k \cdot (t_k - t_{k-1})}, \quad (3)$$

где $(t_1 - 0)$, $(t_2 - t_1)$, $(t_k - t_{k-1})$ – интервалы времени соответствующие интенсивностям отказов $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$.

Как видно по рисунку 3 реальная кривая ВБР АД 2, построенная по ф. (2), может значительно отличаться от кривой ВБР АД 1 построенной по средней интенсивности отказов ф. (3).

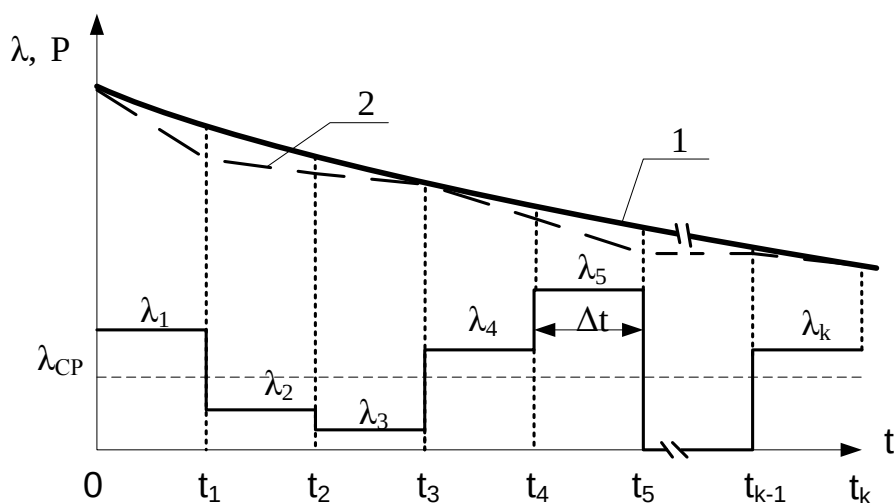


Рис. 3 ВБР АД: 1 – построенная по средней интенсивности отказов $\lambda_{\text{ср}}$, 2 – построенная для интенсивности отказов λ_k по отрезкам времени

Кривая, построенная по модели 3, позволяет более точно определить ВБР АД в каждый момент времени (рис. 3), и учесть реальную интенсивность отказов АД. Возможно, на основе полученной реальной ВБР принимать решение о дальнейшей эксплуатации АД.

Использование моделей 2 и 3 в целях прогнозирования и оценки показателей надежности АД в ПР возможно при выполнении следующих условий:

- интенсивность отказов АД должна иметь стохастическую или вероятностную (в идеале функциональную) зависимость от нескольких основных факторов;
- зависимость интенсивности отказов АД от воздействующих факторов должна быть выражена в виде функции, Φ 1;
- необходимо иметь и собирать данные об интенсивности отказов АД за предыдущие периоды эксплуатации.

Интенсивность отказов АД рассчитывается для каждого интервала времени Δt :

$$\lambda_k = n(\Delta t)/(N_{CP}\Delta t), \quad (4)$$

где $n(\Delta t)$ - количество отказов АД за интервал времени Δt , N_{CP} - среднее число исправных АД в исследуемой выборке за интервал времени Δt .

Использование экспоненциального закона распределения с интенсивностью отказов λ , которая зависит от переменных эксплуатационных факторов, позволяет получить наиболее адекватное описание кривой ВБР АД при воздействии переменных эксплуатационных факторов.

Список литературы

1. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / под общ. ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. - М. : Энергоатомиздат, 1988-1989. - 456 с.
2. Гольдберг, О.Д. Надежность электрических машин : учеб. для вузов/ О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская. – М.: Академия, 2010. – 288 с.
3. Кузнецов, Н. Л. Надежность электрических машин: учеб. пособие для студентов вузов / Н. Л. Кузнецов. - М. : ИД МЭИ, 2006. - 432 с.
4. Певзнер Л.Д. Надежность горного электрооборудования и технических средств автоматики / Л.Д. Певзнер. - М., Недра, 1983. - 198 с.
5. Методика сбора и обработки статистической информации о надежности шахтного электрооборудования / Р.Г. Беккер, В.Г. Соболев, Г.С. Кузьмин и др. РТМ. М., Минуглепром СССР, ИГД им. А.А. Скочинского, 1975.
6. Никиян, Н. Г. Эксплуатационная модель надежности асинхронных двигателей в условиях подземного рудника / Н. Г. Никиян, И. И. Ямансарин // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2011. - N 4 (123), апрель. - С. 157-159.
7. Ямансарин, И.И. Исследование отказов и факторов, снижающих надежность асинхронных двигателей в условиях подземного рудника / И. И.

Ямансарин // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2011. - N 4, апрель. - С. 186-188.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА

Павлов М.С., Горячев С.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время перед современной энергетикой стоит ряд задач. Наиболее приоритетными среди них являются переход к новым альтернативным, более энергоэффективным видам топлива а также устранение экологических проблем загрязнения окружающей среды. Наиболее перспективным видом топлива является водород, который уже сегодня используется в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания автомобилей. Наибольшего успеха в данной области достигли такие страны как Германия, Япония, США. При работе крупных тепловых электрических станций в атмосферу выбрасываются огромное количество вредных продуктов сгорания топлива, такие как оксиды углерода, серы, азота и т.п. Для решения этой проблемы, в настоящий момент, используют пассивный метод защиты, а именно высокие дымовые трубы, рассеивающие выбросы на большую площадь, тем самым удерживая уровень ПДК в норме [1]. Но данный способ не решает всех экологических проблем, связанных с выбросами.

На сегодняшний день существует не мало способов получения водорода и среди них наиболее распространены следующие: паровая конверсия метана, электролиз воды, газификация угля, пиролиз.

Способ получения водорода с помощью паровой конверсии метана является одним из наиболее распространенных, доступных и дешевых промышленных способов получения водорода. Перегретый водяной пар реагирует при высокой температуре и при высоком давлении с метаном. В результате образуется водород.

Суть электролиза заключается в следующем. В раствор электролита помещаются два электрода: положительный анод и отрицательный катод. При пропускании через них электрического тока происходит ионизация, в результате которой образуется водород. Этот способ также является одним из распространенных промышленных способов получения водорода.

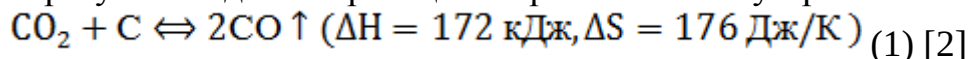
Способы получения водорода с помощью газификации угля и пиролиза схожи по своей специфике. Органическое топливо нагревается до высоких температур без доступа воздуха. В результате анаэробного сбраживания выделяются летучие вещества, одним из которых является водород.

Предлагается новый способ получения водорода, который бы помимо всего прочего во многом бы решал экологическую проблему загрязнения атмосферы вредными продуктами сгорания тепловых электрических станций, путем утилизации вредного углекислого газа. Способ заключается в следующем.

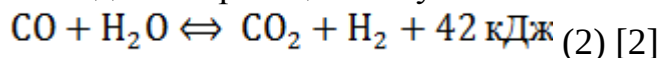
С помощью фильтра на основе карбамида дымовые газы тепловых электрических станций очищаются от оксидов азота NO_2 , а затем с помощью скруббера типа Варкаус-Вентури продукты сгорания очищаются от оксидов

серы SO, SO_2 и остаточной пыли. В итоге на выходе получается чистый углекислый газ CO_2 . Далее, с помощью котла типа ДКВР, углекислый газ нагревается до температуры $1000^\circ C$, после этого специальными форсунками в него распыляется мелкодисперсный углерод в виде сажи. Для повышения эффективности всего процесса можно использовать сажу, которая была получена золоуловителями [1].

В результате данной реакции вырабатывается угарный газ CO:



Далее, с помощью стального кипящего экономайзера, угарный газ охлаждается до температуры $800^\circ C$ и в него распыскивается вода. В результате данной реакции получается:



В итоге образуется водород, для дальнейшего использования.

Для транспортировки и хранения водород сжижают, чтобы увеличить его энергетическую плотность. Ожижение водорода происходит с помощью одно- или многоступенчатых турбодетандеров [3]. Для хранения используются горизонтальные цилиндрические резервуары.

Таким образом, в результате данного процесса, не только сокращаются выбросы вредных продуктов горения в атмосферу, но и производится водород.

По данной технологии можно получать водород и с помощью биогазовой установки.

При работе БГУ вырабатывается биогаз, который состоит из метана CH_4 и углекислого газа CO_2 [4].

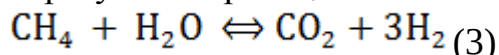
Известно, что при использовании биогаза в качестве топлива для производства электроэнергии или тепла, углекислый газ не используется полезно, так как он не горит из-за своей химической специфики. Это не целесообразно, поэтому он подвергается реакциям, описанным выше, с целью получения водорода.

Также, для получения водорода, возможно использование метана.

Данный метод называется - паровая конверсия метана [5].

Водяной пар при температуре $700\text{—}1000^\circ C$ смешивается с метаном под давлением в присутствии катализатора.

В результате реакции имеем:



Получившийся водород можно использовать в качестве топлива в котлах, а углекислый газ добавлять к углекислому газу из реакции (1).

Для сепарирования биогаза применяется следующий процесс. Проходя через известковое молоко (суспензия гидроксида кальция и воды) углекислый газ, входящий в состав биогаза, вступает в реакцию, при этом образуется карбонат кальция и метан. Далее метан преобразуется по методу паровой конверсии, а карбонат кальция под воздействием температуры, которую создает

котел, распадается на углекислый газ, гидроксид кальция и воду. Для чистоты углекислого газа ставится скруббер, для очистки от остатков щелочи, карбоната и пара.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что при использовании биогазовой установки в комплексе с тепловыми электрическими станциями можно добиться следующего. Значительно повышаются КПД каждой из установок, разрешаются многие проблемы, такие как загрязнение окружающей среды (так как в атмосферу не будут поступать вредные продукты сгорания), проблема топливного характера (так как образуется водород в качестве перспективного вида топлива), что постепенно будет приводить к сокращению потребления традиционных органических видов горючих веществ. Это позволит сохранить экологический баланс нашей планеты.

Список литературы

- 1. Теплотехника: Учеб. для вузов / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт и др.; Под ред. А. П. Баскакова.-2-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат , 1991.- 224 с.*
- 2. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов.-4-е изд., испр.-М.: Высш. шк., Изд. центр "Академия", 2001.- 743 с.- ISBN 5-06-003363-5 (Высшая школа) ISBN 5-7695-0704-7 (Изд. центр "Академия").*
- 3. Новотельнов, В. Н. и др. Криогенные машины: Учебник для вузов по спец. "Техника и физика низких температур" / В. Н. Новотельнов, А. Д. Суслов, В. Б. Полтараус - СПб.: Политехника ,1991. - 335 с. -ISBN 5-7325-0143-6.*
- 4. Агеев, В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии(курс лекций). - М., 2004.*
- 5. Гудков, С. Ф. Переработка углеводородов природных и попутных газов.- М.: Государственное научно - техническое издательство нефтяной и горно - топливной литературы, 1960. - 174 с.*

ИННОВАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ КУРСА ТОЭ СТУДЕНТАМ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Ушакова Н.Ю.

Оренбургский государственный университет, Оренбург

Переход к ФГОС характеризуется значительным снижением времени на аудиторную работу и увеличением доли самостоятельной работы студента. В связи с этим требуют кардинального пересмотра как задания для самостоятельной работы, так и методы ее организации и контроля.

Традиционно процесс обучения «Теоретической и общей электротехнике» (ТОЭ) проходит общепринятые этапы освоения дисциплины. На первом этапе у студента формируются необходимые базовые знания: он должен знать основные понятия и законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей, методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарном и переходном режимах. На втором этапе после практических занятий и лабораторных работ формируются умения решать типовые задачи и расчетные задания, проводить типовые лабораторные испытания. Весь алгоритм традиционного обучения и все задания для самостоятельной работы направлены на формирование именно таких типовых базовых знаний и умений. И, хотя без них освоение дисциплины невозможно, к деятельности на более высоком уровне были готовы далеко не все студенты. Особенно это относится к студентам заочной формы обучения, для которых умение решить стандартную задачу уже считается успехом.

Сейчас же конечной целью любой дисциплины должно быть формирование профессиональных компетенций, которые предполагают, что студент будет осознанно применять изученные методы анализа и моделирования электрических цепей, не только сумеет использовать их при изучении специальных электротехнических дисциплин, но и будет понимать существо задач анализа и синтеза объектов в любой технической среде.

Эффективность обучения в этом случае в первую очередь определяется содержанием и силой мотивации студентов. Как показывает практика, мотивация студентов к учебе очень неоднородна и зависит от множества факторов: индивидуальных особенностей учащихся, характера и уровня развития студенческого коллектива, конечной целью, которую ставят перед собой студенты. Ведущими учебными мотивами у студентов являются профессиональные, личного престижа, прагматические, познавательные [1]. Причем соотношение этих мотивов в студенческих группах очень сильно зависит от формы обучения. Так профессиональные мотивы были определяющими всего для 20% студентов-заочников специальности «Электрические станции», для остальных 80% на первом месте были прагматические мотивы (получить оценку любой ценой, а в дальнейшем получить диплом о высшем образовании, причем диплом рассматривается не как документ, подтверждающий знания, а как необходимая бумажка для продвижения по карьерной лестнице).

В связи с этим перед преподавателем в первую очередь стоит сложная задача изменения характера мотивации студентов в самом начале преподавания дисциплины. Этому способствуют:

- осознание студентами ближайших и конечных целей обучения, теоретической и практической значимости усваиваемых знаний;
- четкая профессиональная направленность учебной деятельности, создание производственных проблемных ситуаций в учебной деятельности;
- мотивация к достижению успеха и карьерного роста как результата применения полученных знаний.

Кроме того, необходимо заметить, что у большинства студентов-заочников еще со школьной скамьи крайне заниженная самооценка собственных способностей, они заранее запрограммированы на то, что сами они ничего решить не смогут, особенно, если это касается сложных математических расчетов.

Поэтому цель преподавателя - организовать преподавание дисциплины так, чтобы студент – заочник не только был мотивирован на получение профессиональных знаний, как необходимую ступень достижения жизненного успеха, но и увидел свои способности в познании нового и в применении к решению сложных профессиональных задач. Это возможно, если вести студента от простого - к сложному, от частного - к общему.

При таком подходе теорию цепей в курсе ТОЭ необходимо рассматривать как совокупность методов расчета различных электрических и магнитных цепей, работающих в разных режимах. В основе всех методов расчета лежат основные законы, известные из курса физики. Именно с них начинается знакомство с ТОЭ. А дальше освоение курса должно носить спиральный характер. Сначала методы расчета осваиваются для линейных цепей постоянного тока, далее изменяется характер источника, цепи, режим работы и для каждого случая рассматривается применимость изученных ранее методов. Студент должен пройти все шаги для каждого вида цепи и режима работы, тогда после освоения определенной порции знаний он готов перейти на следующий виток. Каждый такой виток заканчивается, как правило, самостоятельной расчетной работой, обобщением пройденного. С каждым новым витком студент должен выйти на все более высокий уровень. К концу курса, при положительных результатах его освоения, он, как правило, должен быть готов к решению профессиональных задач в специальных предметах, которые базируются на ТОЭ.

Для преодоления страха студентов перед применением в расчетах различных математических методов необходимо показать разграничение математической модели цепи (т.е. системы описывающей ее уравнений) и методов ее реализации (расчета), возможность использования для этого различных современных математических пакетов для ЭВМ.

Именно все эти изложенные принципы поэтапного освоения курса ТОЭ и легли в основу разработанной концепции заданий для самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения. В учебном плане, сформированном по ФГОС, для студентов заочной формы обучения по ТОЭ вместо традиционных

расчетно-графических заданий введена курсовая работа, которая выполняется во втором семестре изучения дисциплины. Как правило, курсовая работа в других дисциплинах представляет собой достаточно объемную задачу с элементами научного исследования. Если идти по этому пути, то в курсовой работе по ТОЭ должна была решаться комплексная задача с использованием сложного математического аппарата. Но практика показала, что для заочников это мало приемлемо и не приносит должного результата.

Более целесообразно объединить в курсовой работе несколько заданий, охватывающих все темы семестра. Каждое из этих заданий будет выполняться в двух уровнях сложности. На первом уровне выполнения каждого задания студент должен усвоить теорию, овладеть типовыми алгоритмами и методами расчета, освоить применение для расчетов Mathcad. Задания этого уровня должны быть среднего уровня сложности. Их «кажушаяся» простота должна мотивировать студентов-заочников к самостоятельному выполнению заданий. А каждое самостоятельное достижение, как известно, должно укрепить их веру в свои способности, повысить самооценку и стимулировать к выполнению более сложных задач.

На втором уровне студент получит индивидуальное исследовательское задание к каждой типовой задаче, которое заставит его изменить типовой алгоритм применительно к нестандартной ситуации, исследовать влияние на результаты расчетов различных параметров цепи, сделать обобщающие выводы, которые он должен обосновать при защите курсовой работы.

При выполнении курсового проекта можно использовать интерактивные консультации с преподавателем с использованием телекоммуникационных технологий. Кроме того, как показала практика нескольких лет, при подготовке к защите курсового проекта, к сдаче экзаменов очень эффективным является прикрепление к заочникам «кураторов» из числа студентов дневной формы обучения, изучивших этот материал ранее. Для студентов-дневников – это возможность попробовать себя в роли преподавателя и, как результат, понимание на новом уровне того материала, который они объясняют. Для студентов-заочников – это дополнительный стимул сделать работу самостоятельно, так как обычно по возрасту они старше и некомпетентными им выглядеть не хочется. Это очень интересная форма интерактивного обучения, причем преподаватель здесь является, в основном, только наблюдателем.

В результате такого подхода к изучению ТОЭ у студентов заочной формы обучения, как представляется, должны быть сформированы определенные профессиональные компетенции: способность и готовность использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей, использовать информационные технологии, готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции.

Список литературы

1. **Ильин, Е. П.** *Мотивация и мотивы [Текст] : учеб. пособие / Е. П. Ильин.* – СПб.: Питер, 2004. – 509 с. – ISBN 5-272-00028-5.

ТРИГЕНЕРАЦИЯ, КАК СПОСОБ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ

Фирсова Е.В., Соколов В.Ю.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В настоящее время, на рынке потребителей энергетических носителей наблюдается постоянный рост тарифов, связанный с эксплуатацией морально устаревшего оборудования на ТЭЦ, ГРЭС и других генерирующих станциях, а так же считаем актуальным вопрос наиболее полноценного использования энергетического потенциала топлива. Решение данного вопроса затруднительно в связи с большими финансовыми затратами на реконструкцию ныне существующих станций. Один из предлагаемых способов строительство крышных котельных для отопления зданий и сооружений. Однако, для энергообеспечения объектов этого не достаточно.

Мы предлагаем решить возникшую проблему за счет использования в системах жизнеобеспечения зданий энергетических установок, работающих по тригенерационному циклу. Тригенерационные установки позволяют получать не только дешевую тепловую и электрическую энергию, но и холод, а так же они имеют следующие технические показатели:

- Высокую эффективность использования топлива;
- Естественное охлаждение мини - генерационной, на которую расходуется часть производимой электроэнергии;
- Охлаждают воду для системы кондиционирования;
- Повышенный коэффициент использования топлива;
- Возможность выборочного использования:
 - в зимних условиях электрической энергии и тепла;
 - в летних условиях электрической энергии и холода;
- Одновременное использование тепла, холода и электрической энергии, как для собственных нужд, так и для продажи;
- Удовлетворительные экологические параметры;

Еще одним преимуществом тригенерационных установок является возможность использования микротурбинного двигателя для получения энергетических носителей. Микротурбина дает возможность эксплуатации установки в автономном режиме или параллельно с сетью, и повышает энергоэффективность тригенерационных установок по следующим параметрам:

- Возможность работы установки при перепаде электрической нагрузки до 70-80%;
- Возможность устойчивой работы в течение длительного времени при малой степени загруженности, в том числе в режиме холостого хода (по произвольному электрическому графику);
- Техническое обслуживание каждые 4000 часов - так как отопительный период Оренбургской области составляет 4848 часов, то получается, что

техобслуживание проводится раз в сезон; за 24000 часов работы на сервисное обслуживание затрачивается не более 55 нормо-часов, т.е. для нашего региона – раз в 5 сезонов;

- Интервал замены масла в турбогенераторе 24000, а в дожимном компрессоре 8000 мото-часов;
- Бесперебойность работы;
- Возможность работы на низкокалорийных топливах (угле) и на топливе с минимальной концентрацией метана 30% (биогазовые установки);
- Низкий уровень эмиссии по NO_x - 25 ppmv при 15% O_2 ;

Принципиальная схема, предлагаемая нами, тригенерационной установки на базе микротурбинного двигателя представлена на рисунке 1.

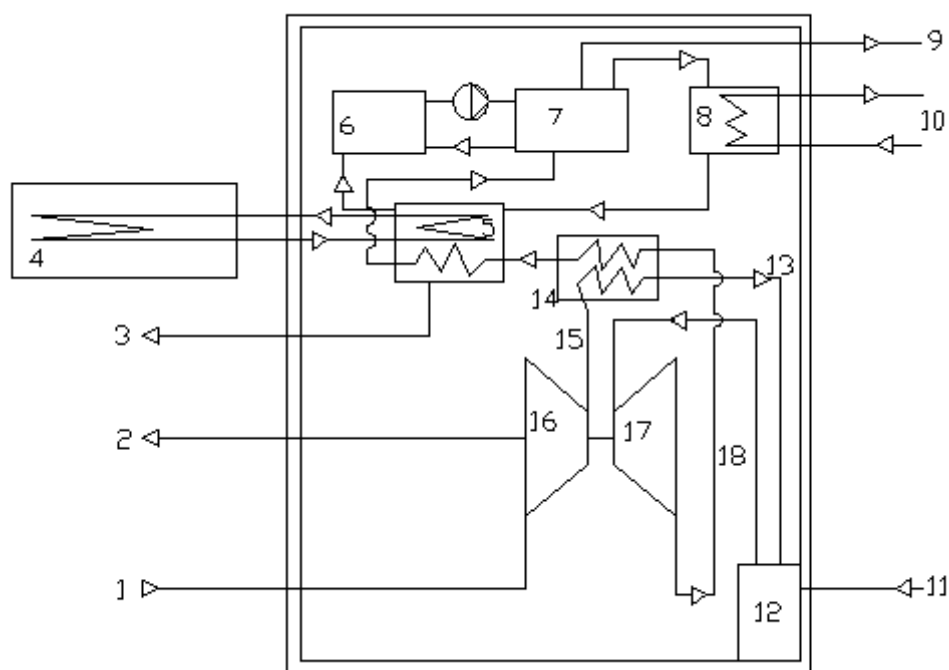


Рисунок 1. Принципиальная схема тригенерационной установки на базе микротурбинного двигателя

- 1- воздушный вход; 2- выход электроэнергии; 3- выход тепла;
4- охлаждаемый объект; 5- теплообменник; 6- абсорбер; 7- десорбер;
8- конденсатор; 9- уходящие газы; 10- охлаждающая вода; 11- топливо; 12- камера сгорания; 13- подогретый воздух; 14- рекуператор; 15- воздух;
16- компрессор; 17- микротурбина; 18- уходящие газы.

Установка, реализующая тригенерационный цикл (рисунок 1), состоит из микротурбинного двигателя (17 и 16) с камерой сгорания топлива 12, линии уходящих газов 9 и электрогенератора, расположенного на одном валу с микротурбинным двигателем (17 и 16), теплообменника 5 и рекуператора 14, абсорбционной холодильной машины, в состав которой входит абсорбер 6, десорбер 7, конденсатор 8, теплообменник 5 и охлаждаемый объект 4, линии выхода тепла 3.

Установка, реализующая тригенерационный цикл (рисунок 1), работает следующим образом.

При работе микротурбинного двигателя (16 и 17) вырабатывается полезная энергия, преобразуемая в электрическую за счет электрогенератора, расположенного на одном валу с микротурбинным двигателем (16 и 17). Подаваемое по линии 11, топливо сгорает в топке 12, из которой уходящие газы по линии 18 проходят через теплообменник 5 и рекуператор 14, и нагревают теплоноситель, проходящий по линиям 3 для отопления и горячего водоснабжения. Охлажденные уходящие газы проходят через десорбер 7, в котором происходит нагревание хладагента до образования пара, после которого газы выходят в окружающую среду по магистрали 9. Нагретый до парообразного состояния хладагент поступает в конденсатор 8, в котором охлаждается и, пройдя через теплообменник 5, поступает в абсорбер 6, после которого поступает обратно в десорбер 7. Раствор конденсата по магистрали 10 уходит в окружающую среду.

Таким образом, микротурбинный двигатель, используемый в тригенерационном цикле, позволяет, помимо выработки трех видов энергетических носителей, экономично работать установке в гибком режиме, при постоянно меняющемся графике суточного потребления. Более экологичен, по сравнению с другими подобными установками.

Экологичность данной установки достигается тем, что сгоревший газ, проходя через микротурбину, теплообменник, рекуператор и десорбер отдает тепло внутренней схеме и все его вредные примеси осаждаются в теплообменном оборудовании.

Список литературы:

1. *Теплотехника: Учеб. для вузов / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт и др.; Под ред. А. П. Баскакова.—2-е изд., перераб.— М.: Энергоатомиздат, 1991.*
2. **Фирсова, Е.В.** *Использование мини-ТЭЦ для тригинерации энергии /Всероссийская научно-техническая конференция «Энергетика: состояние, проблемы перспективы» / Оренбург 2010. С.47-51.*
3. **Фирсова, Е.В.** *Возможность использования двигателя Стирлинга в комбинированном источнике энергии/ Всероссийская научно-техническая конференция «Энергетика: состояние, проблемы перспективы» / Оренбург 2010. С.55-58.*
4. **Фирсова, Е.В.** *Возможность тригенерации энергии при эксплуатации мини-ТЭЦ / IX Международная научно-практическая конференция «Проблемы и достижения в промышленной энергетике» Министерство промышленности и науки Свердловской области / Екатеринбург 2010. С.9-13.*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ СПЕЦДИСЦИПЛИН

Халелов К.Г.

Индустриально-педагогический колледж ОГУ, г. Оренбург

Внедрение новой концепции обучения, помещающей студента в центр образовательного процесса, превращает его из пассивного слушателя в активного участника учебного процесса. Этому способствует и уровень современной компьютерной техники и программного обеспечения.

Уровень развития информационных технологий, современные концепции образования, необходимость развития у студентов умения непрерывного самообразования на всем протяжении жизни для конкурентоспособности в современных условиях заставляет пересмотреть и сами технологии, применяемые в образовательном процессе, выбирая из них, в первую очередь те, которые:

- обеспечивают мотивы к самостоятельной познавательной деятельности;
- повышают эффективность и качество обучения;
- способствуют углублению междисциплинарных связей.

Интерактивные способы обучения дают возможность преподавателю визуализировать процесс усвоения учебного материала студентами. Важным отличием мультимедиа технологии от любой другой технологии является интеграция в одном программном продукте разнообразных видов информации, как традиционных - текст, таблицы, иллюстрации, так и активно развивающихся: речь, музыка, анимация. Важным аспектом здесь является параллельная передача аудио и визуальной информации. Эта технология реализует новый уровень интерактивного общения человека и компьютера, где пользователь может переходить от одного объекта к другому, организовывать режим вопросов и ответов.

Все чаще в образовательном процессе внедряются гипер-медиатеchnологии. Они имеют много общего с мультимедиа, но отличаются нелинейной организацией содержащейся информации; предоставляют удобные возможности работы с текстом за счет выделения в них ключевых объектов; таких как слова, фразы, изображения, и организации перекрестных ссылок между ними; пользователь с помощью щелчка мыши может запросить уточнения терминов и определений. Одновременное воздействие на два важнейших органа восприятия позволяют достичь гораздо большего эффекта:

Очевидно, что степень усвояемости материала можно значительно увеличить, если внимание студентов будет сосредоточено на том, что объясняет преподаватель, а не на том, как скорее и точнее отобразить его слова в своих записях.

Наличие обратной связи, обусловленной использованием интерактивных технологий в процессе обучения, позволяет преподавателю для каждого из студентов выстраивать индивидуальные, уникальные траектории обучения. Причем развитие и движение студентов по этим траекториям сугубо индивидуальны и не синхронны.

Уровень репродуктивных умений студентов легко проверяется современными системами тестирования, полностью автоматизируя этот процесс. Уровень продуктивных знаний должен оцениваться разноуровневой системой практических заданий.

Учебный материал должен быть представлен пошаговыми целостными единицами, включающими весь спектр необходимых и достаточных материалов для усвоения каждой из них. И объем курса должен превышать предписанные стандартами нормы. Такая конструкция при изучении одного и того же курса разными студентами позволит после усвоения необходимого минимума каждому из них изучить углубленно эти разделы или дополнительно, заинтересовавшие его разделы.

Важно отметить и возможность создания и использования интерактивных заданий при изучении каждого из учебных разделов. Причем интерактивность эта при изучении разных предметов может быть основана на различных технологиях. Например, при изучении дисциплин «Электротехника» и «Электронная техника» применяются различные программы для имитации работы электронных схем.

Использование интегрированных программных систем схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых радиоэлектронных устройств (Micro-Cap V, DesignLab 8.0, APlac 7.0, System View 1.9, Circuit Maker 6.0, Electronics Workbench) позволяют решать следующие задачи:

- создание модели принципиальной электрической схемы устройства и ее редактирование; расчет режимов работы модели; расчет частотных характеристик и переходные процессы модели;
- провести оценку и анализ модели; наращивать библиотеку компонентов; представлять данные в форме, удобной для дальнейшей работы; разработка печатных плат; подготовку научно-технических документов и д. р.

Запустив интегрированный пакет Electronics Workbench, вы увидите диалоговое окно и окно редактирования (рисунок 1). Окно редактирования заполнено некоторыми компонентами. Диалоговое окно Electronics Workbench содержит поле меню, библиотеку компонентов и линейку контрольно-измерительных приборов расположенных в одном поле. Поле меню аналогичное с многими Windows-приложениями. Опции главного меню легко изучить самостоятельно.

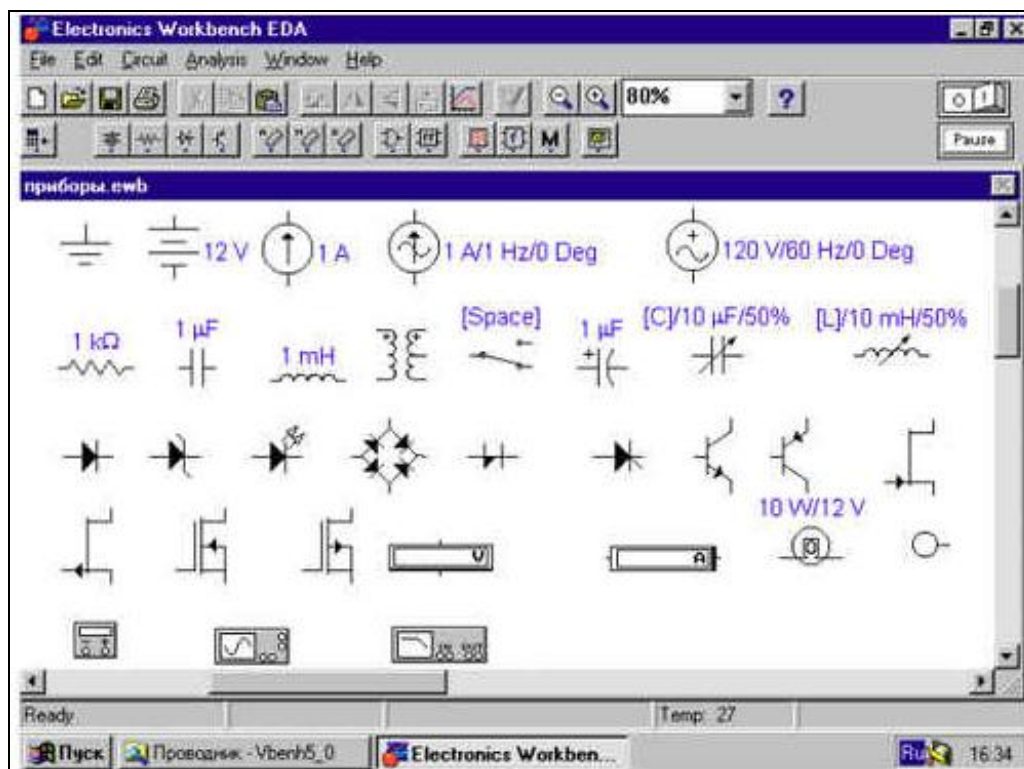


Рисунок 1- Пример использования программы Electronic WorkBench на лабораторно-практических занятиях

Особенностью внедрения такого стиля обучения является обязательная, детальная предварительная разработка интерактивного учебного курса с включением всех необходимых составляющих.

При этом необходимо создание детальной базы данных по хранению и обработке информации о количестве пройденных каждым студентом разделов курса: на каком модуле (разделе) находится каждый из студентов, об уровне прохождения им тестовых и проверочных заданий (рисунок 2). Причем часть этих заданий должна быть направлена на проверку полноты знаний и навыков, которыми должен овладеть студент после изучения каждого из этих разделов.

Переход к следующему разделу допускается только после достижения указанного уровня усвоения материала предыдущего раздела.

Вышесказанное заставляет преподавателя-разработчика курса сформулировать очень детальный перечень знаний и навыков по каждому из разделов, подготовить перечень вопросов и заданий для их проверки и тестирования.

Использование в учебном процессе интерактивных технологий трансформирует и роль преподавателя. Он становится менеджером учебного процесса, оказывая адресную помощь студентам в случае необходимости, и, формируя индивидуальные траектории изучения курса каждым из студентов в своем собственном темпе. При этом осуществляется дифференцированный подход в процессе проверки знаний студентов, т.е. при использовании компьютерного тестирования по дисциплине студентам выдаются тестовые задания различного уровня сложности. И они могут проверить свои знания,

умения и навыки, а также вернуться к тем вопросам, которые вызывали у них затруднения.

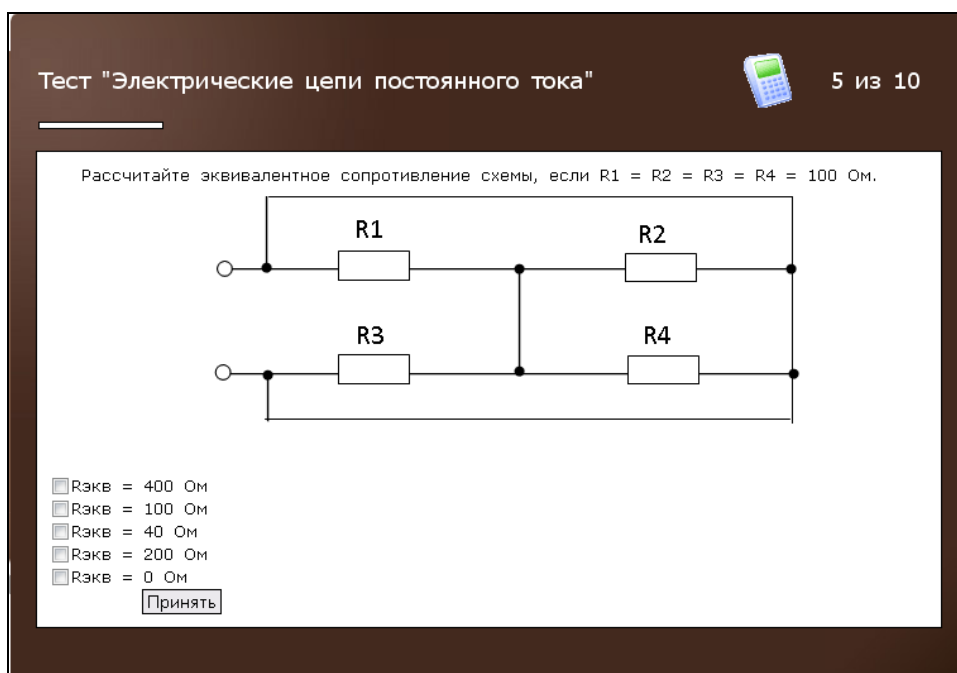


Рисунок 2 - Пример интерактивного теста по дисциплине «Электротехника»

В то же время у преподавателя возрастает количество времени для активного общения со студентами в ходе учебного процесса, проведения индивидуальных консультаций по ходу изучения учебного курса, для контроля за успешностью обучения каждого студента. Внедрение интерактивных технологий в учебный процесс допускает реализацию групповых форм обучения, дающих умение работы в команде, работы в коллективе, важных для дальнейшей профессиональной реализации учащихся: студенты принимают на себя большую долю ответственности за успешность изучения курса и, должны признать, что это им нравится.

Список литературы

1. Фестиваль педагогический идей «Открытый урок» / ИД «Первое сентября». – М. : «Открытый урок», 2011. – Режим доступа: festival@1september.ru.
2. Минский госуд. проф.- техн. колледж электроники [Электронный ресурс]. – Минск. : А. В. Мурашко, 2010-2011. – Режим доступа: <http://electro-tech.ru>.
3. **Воронкова, О.Б.** Информационные технологии в образовании. Интерактивные методы / О. Б. Воронкова. – Ростов н/д.: Издательство «Феникс», 2010. – 320 с. – ISBN 978-5-222-16618-5.

ИЗМЕРИТЕЛЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

Худорожков О.В., Гущин Д.П.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Сопротивление изоляции оказывает существенное влияние на безопасность обслуживания и безаварийное функционирование электрических устройств. От состояния изоляции фидера напрямую зависят потери электрического тока, связанные с утечкой из электросистемы через участки с некачественной или поврежденной изоляцией.

Сопротивление изоляции распределено по сети, и обычно его значения не менее 3000 Ом.

Выделяют несколько основных факторов, оказывающих влияние на деградацию изоляции: электрические и механические повреждения, химическая агрессия, термические повреждения и изменения параметров окружающей среды (влажность, температура, атмосферное давление).

Систематическое испытание и измерение сопротивления изоляции позволяет своевременно обнаружить ухудшение состояния питающего фидера в результате воздействия указанных факторов. Кроме того, измерение сопротивления изоляции является обязательным элементом пуско-наладочных и контрольно-измерительных работ.

При контроле изоляции на электроустановках, осуществляющих бесперебойное аварийное питание, невозможно отключить напряжение питания или нагрузку без значительных экономических потерь, поэтому это отключение, как правило, плановое.

В связи с этим, измерить значение сопротивления изоляции непосредственным подключением прибора к схемным линиям связи не представляется возможным. По этой причине обычно используют косвенные методы измерений – активные (с применением вспомогательного источника напряжения) или пассивные (с использованием рабочего напряжения сети в качестве оперативного напряжения).

Представление о значении сопротивления изоляции дает лишь сила тока в измерительной цепи в установившемся режиме, так как в первые моменты после приложения измерительного напряжения протекают токи переходных режимов, обусловленные перезарядом емкости полюсов сети относительно корпуса или зарядом емкости подключаемого участка сети. Кроме того, на результат измерений оказывает влияние работающая электроустановка.

Эти особенности определили ряд специфических способов измерения сопротивления изоляции.

Предложенное устройство позволяет контролировать медленное снижение сопротивления изоляции фидеров постоянного тока без отключения напряжения питания и нагрузки.

Назначение устройства – измерение сопротивления изоляции питающего фидера постоянного тока без отключения питающего напряжения сети и нагрузки.

Отличительная особенность данного устройства заключается в том, что измерение сопротивления изоляции не зависит от паразитной емкости изоляции фидера.

Измеритель сопротивления изоляции приведен на рисунке 1.

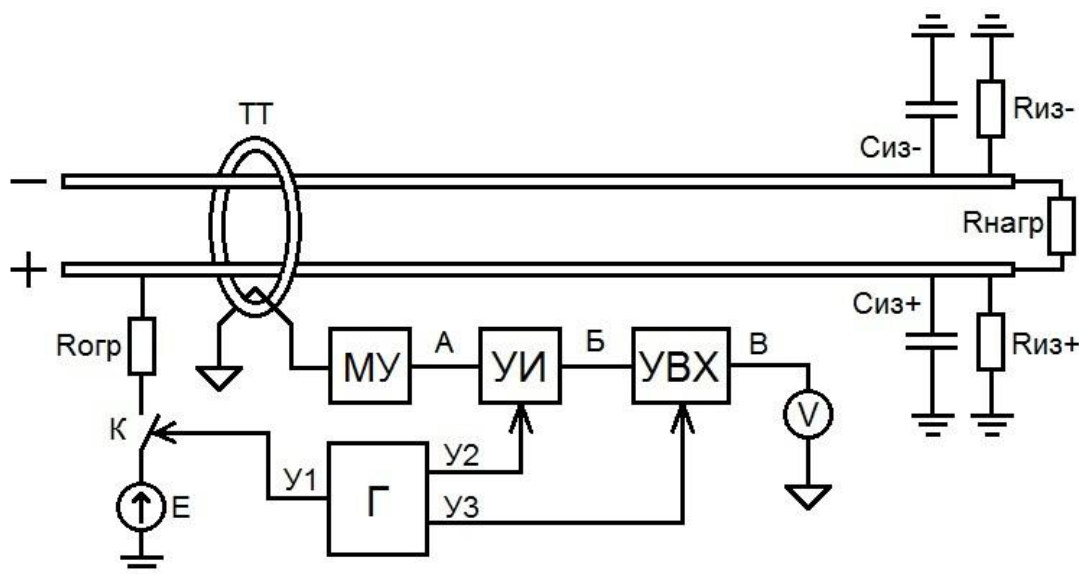


Рисунок 1 - Измеритель сопротивления изоляции

Устройство содержит вспомогательный источник постоянного напряжения E , транзисторный ключ K , генератор прямоугольных импульсов Γ , ограничительный резистор $R_{огр}$, магнитную систему – промышленный трансформатор тока марки ТТИ-40 600/5 (или 400/5).

Для осуществления контроля сопротивления изоляции каждый фидер контролируемой сети содержит свой измерительный узел.

Вспомогательный источник постоянного напряжения E через транзисторный ключ K , управляемый генератором подключен через ограничительный резистор к одному из зажимов контролируемой сети. Транзисторный ключ через промежутки времени, достаточные для накачки емкостей сети, осуществляет коммутацию вспомогательного источника питания.

В основу датчика положен физический принцип накопления и отдачи энергии постоянного тока утечки магнитной системой. Таким образом, в выходных обмотках преобразователя индуцируются импульсы напряжения, которые поступают на масштабирующий усилитель МУ.

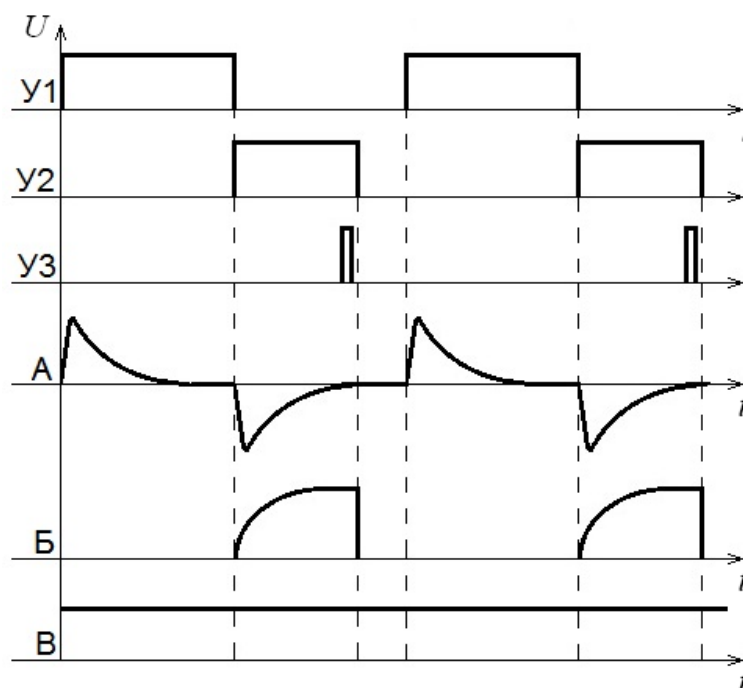
На выходе наблюдаем два импульса, один характеризуется моментом замыкания ключа, другой – моментом размыкания. Импульс, соответствующий моменту замыкания ключа, характеризует накачку емкости изоляции до некоторой величины напряжения. Амплитуда и форма импульса сильно зависит от величины этой емкости. В момент размыкания ключа во вторичной обмотке наводится ток, пропорциональный магнитному потоку, созданному током утечки в первичной обмотке – током через сопротивление изоляции,

паразитная емкость изоляции в этот момент времени заряжена и не оказывает влияние на измерение.

Далее, с помощью управляемого интегратора УИ происходит интегрирование функции импульса, соответствующего состоянию размыкания ключа.

Сигнал с интегратора поступает на устройство выборки-хранения УВХ, с помощью которого фиксируется уровень выходного напряжения интегратора. Выходная величина пропорциональна сопротивлению изоляции.

Диаграммы, поясняющие работу устройства представлены на рисунке 2.



- U1 - управляющие синхроимпульсы генератора;
- U2 - импульсы, поступающие на управляемый интегратор;
- U3 - импульсы, поступающие на устройство выборки-хранения;
- A - импульсы на выходе масштабирующего усилителя;
- Б - импульсы на выходе управляемого интегратора;
- В - постоянное напряжение на выходе устройства выборки-хранения.

Рисунок 2 – Диаграммы работы измерителя

Была проведена серия опытов, в результате которых была получена функциональная зависимость между обратной величиной сопротивления изоляции и выходным напряжением с датчика (рисунок 3).

Точками представлены эмпирические данные, аппроксимация которых проводилась методом наименьших квадратов. В результате получена линейная зависимость напряжения для заданных условий измерения:

$$U(g) = 1001 \cdot g + 0,076. \quad (1)$$

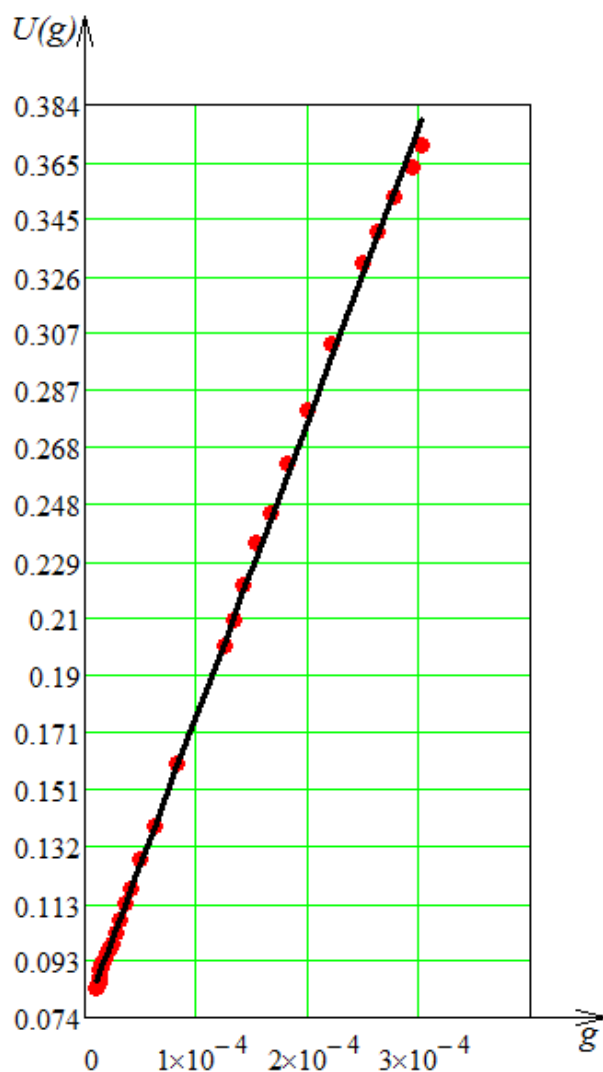


Рисунок 3 – Функциональная зависимость

Полученное выражение (1) отражает взаимосвязь между выходным напряжением с датчика и указанным на рисунке 3 диапазоне измерения величины сопротивления изоляции. Это позволяет использовать данное устройство для построения промышленных систем мониторинга питающих фидеров.

Список литературы

1. **Волин М.Л.** Паразитные связи и наводки – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: изд-во «Советское радио», 1965. – 232 с.
2. Типовая инструкция по эксплуатации автоматических установок пожарной сигнализации на энергетических предприятиях: РД 34.49.504-96: утв. РАО "ЕЭС России": ввод. в действие с 01.01.97. – М. – 2006.
3. ГОСТ 24606.2-81. Изделия коммутационные, установочные и соединители электрические. Методы измерения сопротивления изоляции. – Введ. 01.07.82. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 4 с., 2000. – 18 с.

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

Худорожков О.В., Свешников П.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Сопротивление изоляции распределено по сети, и измерить значение его непосредственным подключением какого-либо прибора к схемным линиям связи без их отключения не представляется возможным. На практике, как правило, оперируют значениями эквивалентных величин. Поэтому используют косвенные методы измерений - активные (с применением вспомогательного источника напряжения) или пассивные (с использованием рабочего напряжения сети в качестве оперативного напряжения).

В сетях с заземленной нейтралью выполняют периодический контроль при снятом рабочем напряжении, а в сетях, изолированных от земли – автоматический контроль под рабочим напряжением. Представление о значении сопротивления изоляции дает лишь сила тока в измерительной цепи в установившемся режиме. Кроме того, на результат измерений оказывает влияние рабочее напряжение электроустановки.

Правильный результат может быть получен лишь при соответствии принятого метода измерений параметрам контролируемой сети. Без соблюдения этого условия в одной и той же сети при измерении различными средствами могут быть получены данные, противоречащие одни другим.

Типовой состав каждого комплекта системы оперативного питания током (СОПТ) содержит устройство контроля изоляции полюсов относительно земли. При этом к системе измерения сопротивления изоляции предъявляются следующие требования. Суммарное сопротивление каждого полюса системы относительно земли должно быть не менее 150 кОм. Поиск земли должен обеспечиваться без отключения ответственных потребителей и без инжекции в сеть СОПТ токов, способных вызвать ложное срабатывание устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики.

В СОПТ запрещается - подключение к сети СОПТ устройств с сопротивлением цепи питания относительно «земли» менее 1 Мом.

Мониторинг СОПТ должен обеспечивать автоматический контроль и регистрацию параметров режима от допустимых значений сопротивлений изоляции относительно «земли».

Устройство контроля изоляции должно выполнять автоматическое измерение сопротивления изоляции полюсов сети СОПТ относительно земли и выдавать сигнал в АСУ ТП, при снижении сопротивления одного или одновременно двух полюсов ниже 135 кОм.

Устройство контроля изоляции и поиска земли не должны производить помехоэмиссию в распределительную сеть СОПТ сигналов, способных вызвать ложные срабатывания РЗА. Инжектируемый в сеть ток не должен превышать 1,8 мА.

Таким требованиям отвечает предложенная ниже схема устройства измерения сопротивления изоляции в основу, которой положен косвенный

метод измерения сопротивления изоляции сети - метод уравновешенного моста.

На этом методе основана работа устройства измерения сопротивления изоляции в сетях постоянного тока. Упрощённая схема измерений этим методом приведена на рисунке 1, где использованы следующие обозначения: А - миллиамперметр; R_d – добавочное сопротивление; П – переключатель; Е – источник измерительного напряжения (до 150 В); R_p - потенциометр. Плечами моста являются сопротивления изоляции R_1 и R_2 и сопротивления r_1 и r_2 плеч потенциометра R_p . Измерительный прибор и ограничительное сопротивление R_d включены в диагональ моста.

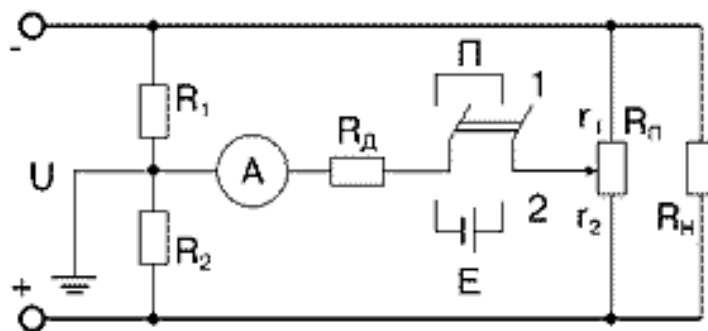


Рисунок 1 - Измерение сопротивления изоляции сети постоянного тока методом уравновешенного моста

Сила тока $I_{изм}$ в диагонали моста определяется выражением:

$$I_{изм} = \frac{E + U \frac{R_2 r_1 - R_1 r_2}{R_n (R_1 + R_2)}}{R + R_d + r_1 r_2 / R_n}$$

где R – эквивалентное сопротивление изоляции сети.

Измерение производится в два этапа. На первом этапе переключатель П устанавливают в положение 1 и перемещением движка потенциометра балансируют мост – добиваются отсутствия тока в диагонали моста. На втором этапе переключатель устанавливают в положение 2, подключая в диагональ моста источник измерительного напряжения Е. После окончания процессов перезаряда емкостей снимают показание миллиамперметра. В сбалансированном мосте составляющая тока, определяемая вторым слагаемым, отсутствует. Поэтому при $E = \text{const}$, $R_d = \text{const}$ и при условии $r_1 r_2 / R_p \ll R$ сила тока $I_{изм}$ однозначно определяется сопротивлением изоляции R (приборы типа М154, М1508, М1608, М1428, М1628).

Схема реализации устройства измерения сопротивления изоляции

представлена на рисунке 2. Основу схемы составляют делитель напряжения R1, R7 и R2, R8, который является источником информации о нарушении сопротивления изоляции.

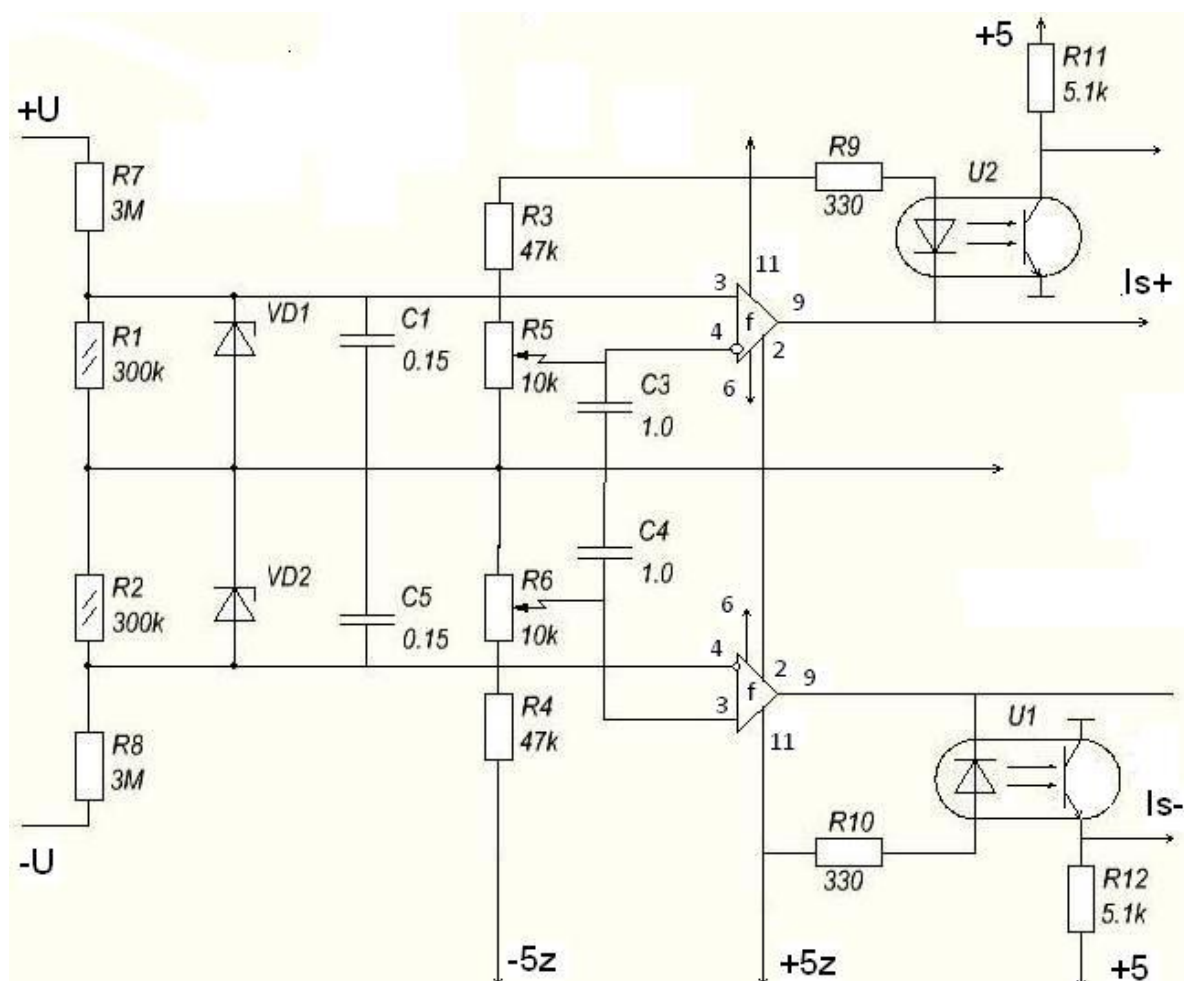


Рисунок 2 - Устройство измерения сопротивления изоляции

Список литературы

1. Проектирование электрической части станций и подстанций: Учеб. пособие / Петрова С.С.; Под ред. С.А. Мартынова. — Л.: ЛПИ им. М. И. Калашикова, 1980. — 76 с. — УДК 621.311.2(0.75.8).
2. Типовая инструкция по эксплуатации автоматических установок пожарной сигнализации на энергетических предприятиях: РД 34.49.504-96: утв. РАО "ЕЭС России": ввод. в действие с 01.01.97. — М. — 2006.
3. ГОСТ 24606.2-81. Изделия коммутационные, установочные и соединители электрические. Методы измерения сопротивления изоляции. — Введ. 01.07.82. — М.: Изд-во стандартов, 1982. — 4 с., 2000. — 18 с.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ И ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЕГО ИЗМЕРЕНИЯ

Худорожков О.В., Сергиенко А.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Сопротивление изоляции является основной характеристикой состояния питающих фидеров электрооборудования.

От состояния электроизоляции напрямую зависят потери электрического тока, связанные с возможностью его утечки из электросистемы через участки с некачественной изоляцией, ее безопасность для человека и возможность длительной безаварийной работы. Для того чтобы подобных проблем не возникало, необходимо точно придерживаться правил проектирования и эксплуатации электросетей.

Измерение сопротивления изоляции с использованием специальных методов и оборудования должно регулярно проводиться на всех электрических линиях и сетях, только так можно заранее выявить степень изношенности изоляции и ее изолирующие качества, является обязательным элементом пуско-наладочных и контрольно-измерительных работ. Особое значение имеет контроль сопротивления изоляции на электроустановках, осуществляющих бесперебойное аварийное питание, где невозможно отключить напряжение питания или нагрузку, без значительных экономических потерь, если это отключение и проводится оно, как правило, плановое.

Состояние изоляции считают удовлетворительным, если каждая цепь с соединенными электроприемниками имеет сопротивление изоляции не менее соответствующего нормативного значения.

Периодичность проведения измерений сопротивления изоляции электрических цепей 1 раз в 3 года.

Сопротивление изоляции это параллельное подключение внутреннего сопротивления, зависящего от материала изоляции, и поверхностного сопротивления, зависящего от чистоты поверхности. Так же – отношение напряжения, приложенного к диэлектрику, к протекающему сквозь него току (току утечки).

Так выделяют несколько основных элементов, имеющих влияние на деградацию изоляции: электрические и механические повреждения, химическая агрессия, термические повреждения и изменения параметров окружающей среды (влажность, температура, атмосферное давление).

Основные показатели сопротивления изоляции:

1) сопротивление изоляции постоянному току $R_{из}$. Наличие грубых внутренних и внешних дефектов (повреждение, увлажнение, поверхностное загрязнение) снижает сопротивление изоляции. Определение $R_{из}$ (Ом) производится методом измерения тока утечки, проходящего через изоляцию, при приложении к ней выпрямленного напряжения;

2) коэффициент абсорбции. Лучше всего определяет увлажнение изоляции. Коэффициент абсорбции - это отношение измеренного

сопротивления изоляции через 60 секунд после приложения напряжения мегаомметра (R_{60}) к измеренному сопротивлению изоляции через 15 секунд (R_{15}). Если изоляция сухая, то коэффициент абсорбции значительно превышает единицу, в то время как у влажной изоляции коэффициент абсорбции близок к единице. Значение коэффициента абсорбции должно отличаться (в сторону уменьшения) от заводских данных не более, чем на

20 %, а его значение должно быть не ниже 1,3 при температуре от 10 до 30 °С. При невыполнении этих условий изделие подлежит сушке;

3) коэффициент поляризации. Указывает способность заряженных частиц и диполей в диэлектрике перемещаться под действием электрического поля, что определяет степень старения изоляции. Коэффициент поляризации также должен значительно превышать единицу. Коэффициент поляризации - это отношение измеренного сопротивления изоляции через 600 секунд после приложения напряжения мегаомметра (R_{600}) к измеренному сопротивлению изоляции через 60 секунд (R_{60}).

Представление о значении сопротивления изоляции дает лишь сила тока в измерительной цепи в установившемся режиме, так как в первые моменты после приложения измерительного напряжения протекают токи переходных режимов, обусловленные перезарядом емкости полюсов сети относительно корпуса или зарядом емкости подключаемого участка сети. Кроме того, на результат измерений оказывает влияние рабочее напряжение электроустановки.

Можно выделить ряд условий и соответствующих им особенностей, при которых можно измерять сопротивление изоляции:

1) измерение при снятом рабочем напряжении и отключении нагрузки. Можно проводить при непосредственном подключении прибора к линии, например, мегаомметра;

2) измерение при снятом рабочем напряжении, но без отключения нагрузки. Так же можно проводить при непосредственном подключении прибора к линии, но при постоянной величине нагрузки;

3) измерение при рабочем напряжении, но при отключенной нагрузки;

4) измерение при рабочем напряжении и под нагрузкой.

Измерить значение сопротивления изоляции в последних двух случаях непосредственным подключением какого-либо прибора к схемным линиям связи не представляется возможным. По этой причине обычно используют косвенные методы измерений - активные (с применением вспомогательного источника напряжения) или пассивные (с использованием рабочего напряжения сети в качестве оперативного напряжения).

Все эти особенности определили ряд специфических способов измерения сопротивления изоляции. Но какой бы не был метод измерения, все они регламентируются государственным стандартом и являются дополнением или частным случаем.

ГОСТ 24606.2-81 определяет общие методы измерения сопротивления изоляции и распространяется на коммутационные, установочные изделия и электрические соединители:

1) непосредственного отсчета;

2) вольтметра-амперметра;

и метод совмещенного контроля электрической прочности изоляции и измерения сопротивления изоляции в соответствии с ГОСТ 24606.1-81.

Метод непосредственного отсчета.

Сопротивление изоляции измеряют приборами с непосредственным отсчетом с относительной погрешностью в пределах $\pm 10\%$.

Сопротивление изоляции измеряют при постоянном напряжении (10 ± 1) В, (100 ± 15) В, (500 ± 50) В способом А, В или С при установившемся показании прибора или через (60 ± 5) с после подачи напряжения.

Способ А.

Сопротивление изоляции изделий измеряют путем подачи установленного испытательного напряжения поочередно между каждым выводом и всеми остальными выводами, соединенными вместе, и корпусом и (или) монтажной платой.

Способ В.

Четные и нечетные выводы соединяют вместе, образуя две группы.

Сопротивление изоляции изделий измеряют путем подачи установленного испытательного напряжения:

1) между первой и второй группами выводов, соединенными с корпусом и (или) монтажной платой;

2) между второй и первой группами выводов, соединенными с корпусом и (или) монтажной платой.

Если выводы расположены в два ряда или более, необходимо образовать еще две группы выводов, чтобы измерить сопротивление изоляции между каждой парой соседних выводов.

Способ С.

Сопротивление изоляции измеряют между двумя соседними разомкнутыми выводами, расположенными на наименьшем расстоянии друг от друга, и между токоведущими цепями, соединенными между собой, и корпусом, при подаче испытательного напряжения.

Подключают выводы, между которыми измеряют сопротивление изоляции, к выводам измерительного прибора.

Способ подключения должен соответствовать установленному в стандартах или технических условиях на изделия конкретных типов.

Подводящие провода должны быть экранированы, экран должен иметь защитное заземление. Измеряемое изделие помещают в специальную экранированную камеру.

Изоляцию выдерживают под напряжением в течение (60 ± 5) с, после чего производят отсчитывание показаний по шкале измерительного прибора.

Если показания прибора устанавливаются за время менее (60 ± 5) с, то время выдержки изоляции под напряжением может быть сокращено и должно соответствовать установленному в стандартах или технических условиях на изделия конкретных типов.

Метод вольтметра-амперметра.

Принцип измерения методом вольтметра-амперметра заключается в определении значения тока утечки, образующегося при приложении к изоляции испытательного напряжения.

Схема установки для измерения сопротивления изоляции методом вольтметра-амперметра приведена на рисунке 1.

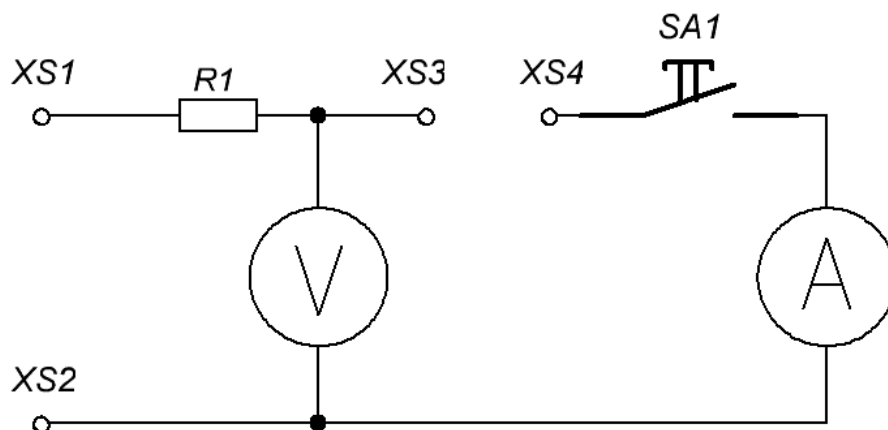


Рисунок 1 – Установка для измерения сопротивления изоляции методом вольтметра-амперметра

Для измерения токов и напряжения следует применять амперметры и вольтметры с погрешностью измерения, не превышающей $\pm 2,5 \%$.

Коэффициент пульсации выходного напряжения источника постоянного тока не должен превышать $0,5 \%$.

Сопротивление ограничительного резистора не должно превышать

5% номинального значения измеряемого сопротивления изоляции, указанного в стандартах или технических условиях на изделия конкретных типов.

Сопротивление подключающего устройства должно быть не менее чем на порядок больше номинального значения измеряемого сопротивления изоляции, указанного в стандартах или технических условиях на изделия конкретных типов.

Подготовка и проведение измерений:

а) к выводам XS3 и XS4 подключают выводы изделия, между которыми измеряют сопротивление изоляции;

б) по прибору V устанавливают значение напряжения, указанное в стандартах или технических условиях на изделия конкретных типов и измеряют значение тока, протекающего через изоляцию по прибору A;

в) отсчитывание показаний вольтметра и амперметра производят после выдержки изоляции под напряжением.

Обработка результатов измерения.

Сопротивление изоляции $R_{из}$ в Омах рассчитывают по формуле:

$$R_{\text{из}} = \frac{U}{I}, \quad (1)$$

где U – напряжение, приложенное к изоляции, В;

I – ток через изоляцию, А.

Погрешность измерения сопротивления изоляции должна быть в интервале $\pm 10 \%$ с установленной вероятностью 0,95.

Методы измерения изоляции, представленные в удовлетворяют лишь техническому требованию по погрешности измерения, не более 10 %. Существенный недостаток – измерения проводятся при отключении рабочего напряжения и нагрузки, невозможен непрерывный контроль изоляции.

Правильный результат может быть получен лишь при соответствии принятого метода измерений параметрам контролируемой сети. Без соблюдения этого условия в одной и той же сети при измерении различными средствами могут быть получены данные, противоречащие друг другу.

Список литературы

1. Волин М.Л. Паразитные связи и наводки – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: изд-во «Советское радио», 1965. – 232 с.

2. Типовая инструкция по эксплуатации автоматических установок пожарной сигнализации на энергетических предприятиях: РД 34.49.504-96: утв. РАО "ЕЭС России": ввод. в действие с 01.01.97. – М. – 2006.

3. ГОСТ 24606.2-81. Изделия коммутационные, установочные и соединители электрические. Методы измерения сопротивления изоляции. – Введ. 01.07.82. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 4 с., 2000. – 18 с.