

V РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ



**Городу Камышину –
творческую молодёжь**

*Посвящается 50-летию
первого полета человека в космос*

Камышин
14–15 апреля 2011 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
Том 4

Перечень сокращённых названий учебных заведений Волгоградской области, участвовавших в конференции

1. **ВолГТУ** – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный технический университет»
2. **ВПИ** – Волжский политехнический институт (филиал) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Волгоградский государственный технический университет»
3. **КТИ** – Камышинский технологический институт (филиал) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Волгоградский государственный технический университет»
4. **ВНИАЛМИ** – Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации
5. **СГСЭУ** – Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный социально-экономический университет»
6. **СГА** – Камышинский филиал Современной гуманитарной академии
7. **ККИ** – Государственное образовательное учреждение СПО «Камышинский колледж искусств»
8. **КПолК** – Государственное образовательное учреждение СПО «Камышинский политехнический колледж»
9. **КТК** – Государственное образовательное учреждение СПО «Камышинский технический колледж»
10. **ПУ № 22** – Государственное образовательное учреждение НПО «Профессиональное училище № 22»
11. **МОУСОШ** – Муниципальное образовательное учреждение средняя общеобразовательная школа
12. **ДДТ** – Муниципальное образовательное учреждение ДОД «Дом детского творчества»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАМЫШИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ГОУ ВПО «ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГОРОДУ КАМЫШИНУ –
ТВОРЧЕСКУЮ МОЛОДЁЖЬ

*Посвящается 50-летию
первого полета человека в космос*

Материалы V региональной
научно-практической студенческой конференции
г. Камышин 14–15 апреля 2011 г.

Том 4



Волгоград
2011

ББК 74.58 ф
Г 70

ГОРОДУ КАМЫШИНУ – ТВОРЧЕСКУЮ МОЛОДЁЖЬ: материалы V региональной научно-практической студенческой конференции, г. Камышин, 14–15 апреля 2011 г. В 6 т. – Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2011.
ISBN 978-5-9948-0671-5

Т. 4: ГОРОДУ КАМЫШИНУ – ТВОРЧЕСКУЮ МОЛОДЁЖЬ: материалы V региональной научно-практической студенческой конференции, 14–15 апреля 2011 г. – 116 с.
ISBN 978-5-9948-0675-3

В сборник материалов включены доклады, представленные на V региональной научно-практической студенческой конференции «Городу Камышину – творческую молодёжь», проходившей в апреле 2011 года.

Под общей редакцией к. т. н. Назаровой М. В.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Все адреса авторов КТИ (филиала) ВолгГТУ, если не оговорено иначе:

403874 Волгоградская обл., г. Камышин, ул. Ленина, ба.

Камышинский технологический институт (филиал)

ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»

Тел. (84457) 9-45-67, факс. (84457) 9-43-62

E-Mail: science@kti.ru, WEB: www.kti.ru

ISBN 978-5-9948-0675-3 (т. 4)

ISBN 978-5-9948-0671-5

© Волгоградский
государственный
технический
университет, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ 4 ТОМА

СЕКЦИЯ №7

ИННОВАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ

Абд Оймар (ВолгГТУ, гр. ИВТ-460). Рук. – Еременко А.В. (ВолгГТУ) Управление с помощью голосовых команд во встраиваемых системах.....	6
Богданов И.В. (КЭЛ-091). Рук. – Сошинов А.Г. (КТИ) Исследование возможности применения беспроводного электричества в быту.....	11
Галочкин С.В. (КЭЛ-072). Рук. – Карпенко О.И. (КТИ) Использование активно-адаптивной модели для мониторинга электрических сетей.....	14
Грыгин В.Ю. (КЭЛ-071). Рук. – Сошинов А.Г. (КТИ) Анализ электрических потерь от высших гармоник в системах электропитания.....	17
Даутов К.А. (КЭЛ-072). Рук. – Шевченко Н.Ю. (КТИ) Повышение эффективности реконструируемых ВЛ 220 кВ.....	22
Донченко А. М., Кокурина Ю. А. (КЭЛ-072). Рук. – Бахтиаров К.Н. (КТИ) Обзор современных вакуумных выключателей.....	25
Зимин С.О. (КЭЛ-072). Рук. – Рыбкина И.Ю. (КТИ) Светодиодные светильники – эффективный метод решения проблемы энергосбережения.....	27
Карпизенков А.В. (КЭЛ-062). Рук. – Сошинов А.Г. (КТИ) Установка для обеззараживания сточных вод, основанная на использовании электрофизических методов воздействия.....	31
Карпизенков А.В. (КЭЛ-062). Рук. – Сошинов А.Г., Галушак В.С., Копейкина Т.В. (КТИ) Целевое внедрение велотранспорта в единую городскую систему дорожного движения.....	34
Ковалев Д.Н. (КЭЛ-091). Рук. – Сошинов А.Г. (КТИ) Анализ и исследование условий возникновения резонанса в цеховых сетях..	36
Кокурина Ю.А. (КЭЛ-072). Рук. – Сошинов А.Г., Галушак В.С. (КТИ) Автономная ветроэнергетическая установка для фермерского хозяйства, мощностью 6-66 кВт.....	40
Крапивин В.А. (КЭЛ-091). Рук. – Сошинов А.Г. (КТИ) Преимущества и сферы применения кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.....	42

Кухарек С.С. (КЭЛ-071). Рук. – Донченко А.М. (КТИ) Анализ аварийных режимов и организация защиты в электроприводах АТ...	45
Ламзин А.А. (КЭЛС-101). Рук. – Копейкина Т.В. (КТИ) Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в производстве электричества.....	48
Мадаров А.Б. (КЭЛ-072). Рук. – Сошинов А.Г. (КТИ) Способы регулирования напряжения в распределительных сетях напряжением 10 кВ	51
Макаровичкин А.А. (КЭЛ-072). Рук. – Рыбкина И.Ю. (КТИ) Применение графена в микроэлектронике.....	55
Мальнев М.А., Посевкин Р.В. (ВПИ, гр. ВВТ-307). Рук. – Суркаев А.Л., Зубович С.О. (ВПИ) Экспериментальная установка исследования электрического взрыва проводников.....	58
Носов В.С. (КЭЛ-071). Рук. – Галушак В.С. (КТИ) Светодиодные прожекторы для освещения строительных площадок.....	60
Пасменко О.С. (КЭЛ-091), Титов Д.Е. (КЭЛ-061). Рук. – Галушак В.С. (КТИ) Крышная СЭС мощностью 20 кВт.....	63
Пастухов А. А. (КЭЛ-072). Рук. – Хавроничев С. В., Бахтиаров К.Н. (КТИ) Анализ применения биогазовых установок в электроснабжении.....	65
Петренко С.А. (КЭЛ-071). Рук. – Бауков Н.А. (КТИ) Синхронная машина постоянного тока.....	69
Посевкин Р.В., Мальнев М.А. (ВПИ, гр. ВВТ-307). Рук. – Суркаев А.Л., Зубович С.О. (ВПИ) Экспериментальные исследования страт в условиях медленного электрического взрыва металлических проводников.....	71
Раут Т.В., Мангушева К.В. (КВТ-092). Рук. – Юдин Н.Г. (КТИ) Операционные усилители.....	74
Ручников Е.В. (КЭЛ-072). Рук. – Карпенко О.И. (КТИ) Обзор способов защиты линий от внешних факторов.....	77
Саломаткин Р.А. (КЭЛС-101). Рук. – Копейкина Т.В. (КТИ) Перспективы кабельного рынка.....	81
Семашко И. А. (КЭЛ-072). Рук. – Шевченко Н.Ю. (КТИ) Оптимизация конструкций ВЛ.....	84
Солодовников А.А. (КТМ-081). Рук. – Давыдова В.А. (КТИ) Автономные системы электроснабжения.....	87
Стрелкина И. А. (КЭЛ-071). Рук. – Рыбкина И.Ю. (КТИ) Новые технологии в производстве вакуумных выключателей «ВВ/TEL».....	90

Стрельников А. И. (КЭЛ-071). Рук. – Хавроничев С. В. (КТИ) Анализ применения комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ) напряжением 110 – 220 кВ.....	92
Титов Д. Е. (КЭЛ-061), Копейкина Т.В. Рук. – Сошинов А.Г., Галушак В.С. (КТИ) Велосетка.....	95
Титов Д. Е. (КЭЛ-061), Бахтиаров К.Н. Рук. – Сошинов А.Г., Галушак В.С. (КТИ) Разработка пилотного проекта учебно-производственного комплекса с использованием ВИЭ для бюджетных организаций на примере КТИ.....	98
Титов Д. Е. (КЭЛ-061), Пасменко О.А. (КЭЛ-092). Рук. – Сошинов А.Г., Галушак В.С. (КТИ) Усовершенствование конструкции термоэлектрического утилизатора низкопотенциального тепла.....	100
Хмелевский Д.А. (КЭЛ-061). Рук. – Панасенко М.В. (КТИ) Показатели и критерии экономической эффективности инвестиций в мероприятия по предотвращению гололедно-ветровых аварий.....	104
Шмальц Ю.С. (КЭЛ-062). Рук. – Карпенко О.И. (КТИ) Надёжность конфигурации подстанций.....	106
Юрьев А.В. (КЭЛ-072). Рук. – Сошинов А.Г. (КТИ) Использование управляемых шунгирующих реакторов для компенсации реактивной мощности в распределительных сетях напряжением выше 1000 В...	111

СЕКЦИЯ №7
ИННОВАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ,
ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯХ

УПРАВЛЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ГОЛОСОВЫХ КОМАНД ВО
ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

Абд Оймар (ВолгГТУ, гр. ИВТ-460)

Научный руководитель – Еременко А.В.

ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»

Тел.: (8442) 23-00-76; E-mail: rector@vstu.ru

Распознавание человеческой речи является одной из сложных научно-технических задач. В настоящее время пользователями вычислительных машин и средств, оснащенных вычислительными машинами, становятся люди, не являющиеся специалистами в области программирования. Проблема речевого управления возникла, кроме того, в связи с тем, что в некоторых областях применения речь стала единственно возможным средством общения с техникой (в условиях перегрузок, темноты или резкого изменения освещенности, при занятости рук, чрезвычайной сосредоточенности внимания на объекте, который не позволяет отвлечься ни на секунду, и т.д.). Хотя в этой области и достигнуты существенные успехи, тем не менее, системы распознавания еще весьма далеки по своим возможностям от человеческих.

В частности технология голосовых команд может быть использована для мобильного робота, так как для его управления не требуется полного решения задач распознавания речи, достаточно нескольких голосовых команд. Эта задача может быть решена средствами системы управления роботом.

В настоящее время всё более актуальным становится управление роботом при помощи голосовых команд. Однако создание программного обеспечения для голосового управления промышленным роботом предусматривает проведение экспериментов во время разработки программы на всех этапах разработки. Проведение таких экспериментов, обеспечивающих устранение недостатков и ошибок программы, является экономически невыгодным в условиях промышленного производства и приводит к повышению стоимости разработки и отладки программного обеспечения. Для уменьшения затрат на создание программного обеспечения целесообразно разработать программу, которая обеспечит голосовое управление мобильным роботом, что приведет к необходимости прове-

дения экспериментов в условиях производства лишь на последнем этапе разработки программного обеспечения.

Целью данной работы является создание дополнительного интерфейса управления роботом. Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи: провести анализы методов цифровой обработки звуковых сигналов и систем распознавания речи, разработать программное обеспечение для распознавания команд управления мобильным роботом.

Для начала нам нужно определить параметры речевого сигнала. Имея цифровое представление речевого сигнала, мы можем задуматься о метриках, то есть параметрах этого сигнала, с помощью которых программа может распознавать звуки, слова и предложения приблизительно с тем же результатом, который дают здоровый слуховой аппарат и здоровый мозг человека. То есть нам нужны параметры, которые позволяют отделить речь от промежутков “молчания”, определить конкретный звук и сложить из звуков слова, определить начало и конец фразы или предложения и их характер (повествование, вопрос), а также определить освоенности речи диктора.

Параметры речевого сигнала, как правило, быстро меняются в течение времени, поэтому принято снимать их на отрезке звукового сигнала 10-20 мс, считая, что сигнал на таком отрезке примерно стационарен (постоянен). При выделении речевого сигнала используется уровень энергии и число нулей интенсивности.

Основные параметры речевого сигнала таковы:

1. Кратковременная энергия речевого сигнала,

$$E = (1/N) \sum_{k=1}^N S_k^2$$

где N -число отсчетов в кадре (обычная длина кадра 10-20мс), S_k – значение k -го отсчета:

2. Число нулей интенсивности (мгновенная частота):

$$Z = (1 - 2) \sum_{k=1}^N |\text{sign}(S_k) - \text{sign}(S_{k-1})|$$

где $\text{sign}(S)=1$, при $S \geq 0$; $\text{sign}(S) = -1$, при $S < 0$.

Кратковременная энергия звукового сигнала и число нулей интенсивности используются для выделения пауз в речи. Мгновенная частота используется также при классификации шипящих и гласных звуков.

Для сравнения сигналов близости используется мера близости.

При разбиении на кластеры используются два типа расстояния между рядами: $c_s = \sqrt{\quad}$ на основе косинуса угла и $c_r = \sqrt{\quad}$ на основе коэффициента корреляции между рядами. Например, для рядов

$X=(x_0, \dots, x_{N-1})$ и $Y=(y_0, \dots, y_{N-1})$ = расстояние на основе косинуса равно

$$cs(X, Y) = 1 - \frac{\left| \sum_{n=0}^{N-1} x_n y_n \right|}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} x_n^2} \cdot \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} y_n^2}},$$

а на основе коэффициента корреляции равно

$$cs(X, Y) = 1 - \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (x_n - \bar{X}) \cdot (y_n - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} (x_n - \bar{X})^2} \cdot \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} (y_n - \bar{Y})^2}}.$$

Таким образом, мы находим близость между сигналами (входной сигнал и наш сохраненный сигнал) через $s=(cr+cs)/2$.

К примеру, найдем меру близости для точек энергии:

Для слова «вперед» 1 мы получим $S=0,00000$.

Для слова «вперед» 2 мы получим $S=0,18586$.

Для слова «назад» 1 мы получим $S=0,30779$.

Для слова «налево» 1 мы получим $S=0,30239$.

Для слова «направо» 1 мы получим $S=0,68518$.

Для слова «стоп» 1 мы получим $S=0,30687$.

Для решения задачи голосового управления мобильным роботом были поставлены функциональные требования и введены следующие ограничения на задачу распознавания речи:

- 1) управление голосовыми командами, представляющими из себя отдельные короткие слова;
- 2) небольшой набор команд (до 10-20 команд), который достаточен для управления во встраиваемых системах и мобильных роботов;
- 3) фильтрация входного сигнала от собственных шумов.

Структурная схема устройства выделения признаков речевых сигналов и получение команд:

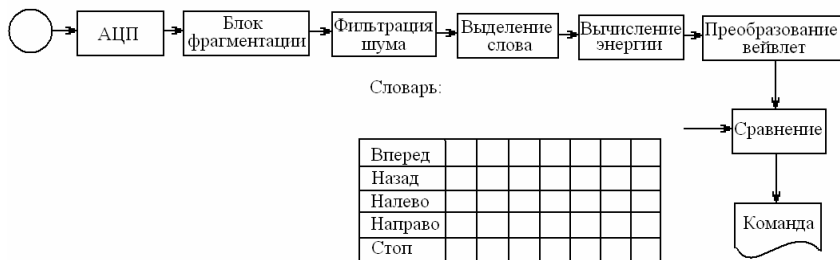


Рисунок 1 - Структурная схема

Основная программа которая будет контролировать робота: настройка АЦП и настройка ПДП, включение его и ждать данные от АЦП, если есть, то начинаем вкладывать все данные в массив по фрагментам и вы-

числяем энергию каждого фрагмента в итоге получим энергию для каждого фрагмента.

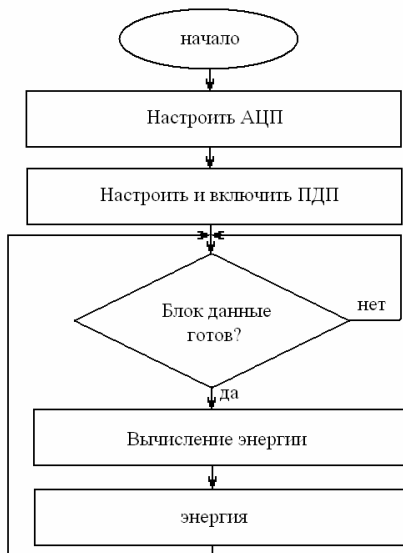


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма основной программы

После вычисления энергию фрагмента, в этом алгоритме идет наполнения фрагментов в массив энергии (преобразование вейвлет), вычисляем дистанции и сравним их со словарем наших сохраненных команд через меры близости, если эти показатели совпали, то робот получит команду двигаться в нужном направлении, а в противном случае то команда не будет дана.

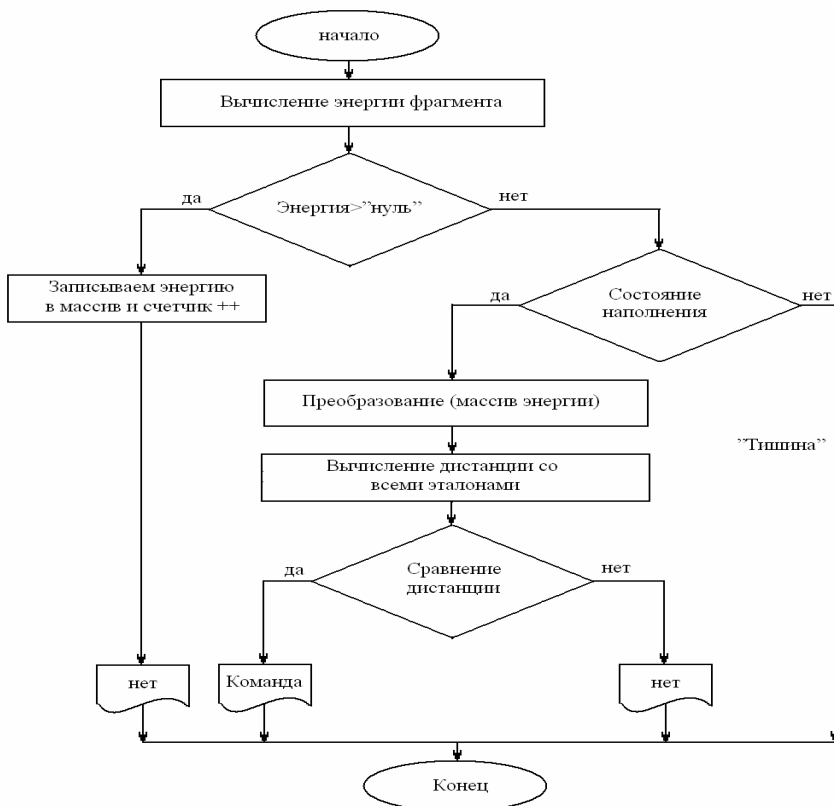


Рисунок 3 - алгоритм

Таким образом, при создании дополнительного интерфейса управления роботом для каждого слова были получены огибающие точки, вычислена их энергия и определена мера близости между сигналами. Для базового управления мобильным роботом мы составили словарь голосовых команд, в который вошли 4 основных направления движения («вперед», «назад», «налево», «направо») и команда «стоп». Данная технология может быть легко применима в различных сферах жизнедеятельности, требующих автоматического голосового управления механизмами.

Список литературы:

1. Методы автоматического распознавания речи / Под ред. У. Ли. – М.: Мир, 1983. – 716 с.
2. Потапова Р.К. Речевое управление роботом. – М.: Радио и связь, 1989. – 248 с.
3. Электронный ресурс: <http://www.compress.ru/>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПРОВОДНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В БЫТУ

Богданов И.В. (КЭЛ-091)

Научный руководитель – Сошинов А.Г.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Различным способам беспроводной передачи электроэнергии насчитывается сотни лет, однако до сих пор ни один не продемонстрировал качеств, необходимых для появления его в быту. Технология WiTricity (передающие и приёмные устройства изображены на картинке) недавно она повысила свой шанс на коммерческий успех (иллюстрация ankitgogia.wordpress.com).

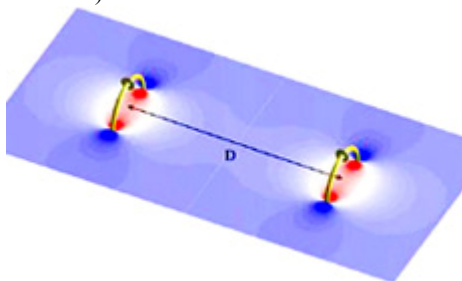


Рисунок 1

Именно теперь специалисты подошли к тому, чтобы научить серийные пылесосы, торшеры, телевизоры, автомобили, имплантаты, мобильные роботы и ноутбуки эффективно и безопасно получать ток из беспроводного источника.

Недавно команда учёных из Массачусетского технологического института (MIT), возглавляемая Марином Соляичем (Marin Soljačić), совершила очередной шаг на пути превращения технологии беспроводного электричества из лабораторного «фокуса» в пригодную для тиражирования технологию.

В качестве переносчика энергии в данном случае используется ближнее магнитное поле, осциллирующее с высокой частотой в несколько мегагерц. Для переброски необходимы две магнитные катушки, настроенные на одинаковую частоту резонанса.

Идеализированные магнитные катушки (жёлтый цвет), окружённые своими полями (красный и синий), передают друг другу энергию на расстоянии D , многократно большем, чем размер самих катушек.

Это учёные и называют резонансной магнитной связью (или сцеплением) – Resonant Magnetic Coupling (иллюстрация WiTricity). (рис.2 на слайде 2)

В результате взаимодействия катушек и получается то, что было названо «Беспроводным электричеством» (WiTricity). Первый опыт по беспроводной передаче энергии был проведен на 60-ваттную лампочку, удалённую на два с лишним метра от источника в 2007 году. КПД был невелик – порядка 40%, зато уже тогда изобретатели указывали на ощутимый плюс новинки — безопасность.

Применяемое в системе поле в 10 тысяч раз слабее, чем то, что царит в сердцевине магнитно-резонансного томографа. Так что ни живые организмы, ни медицинские имплантаты, ни кардиостимуляторы и прочая чувствительная техника такого рода, ни бытовая электроника почувствовать на себе действие этого поля не могут.

Главные авторы WiTricity: Марин Солянич (слева), Аристеидис Каралис и Джон Иоаннополус Справа: принципиальная схема WiTricity. (рис.3 на слайде3) Передающая катушка (левая) включена в розетку. Приёмная – соединена с потребителем. Линии магнитного поля первой катушки (голубой цвет) способны огибать относительно небольшие проводящие препятствия (а дерево, ткань, стекло, бетон или человека они и вовсе не замечают), успешно переправляя энергию (жёлтые линии) к приёмному кольцу (фото MIT/Donna Coveney, иллюстрация WiTricity).



Рисунок 2

Теперь Солянич и его соратники открыли, что на КПД системы WiTricity влияют не только размер, геометрия и настройка катушек, а также дистанция между ними, но и число потребителей. Два приёмных прибора, размещённые на расстоянии от 1,6 до 2,7 метра по обе стороны от передающей «антенны», показали на 10% лучший КПД, чем в случае если связь осуществлялась только между одним источником и потребителем, как было в предыдущих опытах.

Улучшение прослеживалось независимо от того, каков был КПД для пар передатчик-приёмник по отдельности. Учёные предположили, что при дальнейшем добавлении новых потребителей КПД будет ещё повышаться, хотя пока не вполне ясно — насколько.

Передающая катушка в новом эксперименте насчитывала площадь в 1 квадратный метр, а приёмные — всего по 0,07 м² каждая. И это тоже интересно: громоздкость «приёмников» в прежних опытах ставила под сомнение желание производителей техники снабжать такими системами свою аппаратуру — едва ли вам понравился бы самозаряжающийся ноутбук, блок WiTricity которого по размеру сопоставим с самим компьютером.

Слева: 1 – специальная схема переводит обычный переменный ток в высокочастотный, он питает передающую катушку, создающую осциллирующее магнитное поле. 2 – приёмная катушка в устройстве-потребителе должна быть настроена на ту же частоту. 3 – резонансная связь между катушками превращает магнитное поле обратно в электрический ток, который питает лампочку.

Справа: по мнению авторов системы, одна катушка на потолке может снабжать энергией все приборы и устройства в комнате – от нескольких светильников и телевизора до ноутбука и DVD-проигрывателя (иллюстрация WiTricity). (рис.5 на слайде 5)

Мечты Соляичича — дома, заполненного разнообразной техникой, получающей питание из невидимых «неизлучающих излучателей», спрятанных в потолках или стенах комнат.

Эта технология, также может применяться в гараже. Конечно, зарядить электромобиль можно и обычным способом. Но прелесть WiTricity в том, что ничего никуда не нужно подключать и даже помнить об этом — теоретически машину можно научить самой по прибытию в гараж (или на автостоянку компании) посылать «запрос» системе и подпитывать аккумулятор от магнитной катушки, уложенной в полу.

В некоторых экспериментах специалисты WiTricity довели мощность передачи до трёх киловатт (а начинали, напомним, с 60-ваттной лампочки). КПД же варьируется в зависимости от целого набора параметров, однако, как утверждает корпорация, при достаточно близких катушках он может превышать 95%. (рис.6 на слайде 6)

Демонстрационный образец ЖК-экрана, получающего электрическое питание через первый прототип бытового набора WiTricity. Передающая катушка лежит на полу, приёмная – на столе (фото WiTricity).

И пробный шар в сторону потенциальных потребителей уже запущен. В январе в Лас-Вегасе на выставке CES 2010 китайская компания Haier показала первый в мире полностью беспроводной HDTV-телевизор. На его экран по воздуху передавался не только видеосигнал с проигрывателя

но и электропитание. Последнее обеспечивала именно технология WiTricity.

А ещё компания Солячича ведёт переговоры с производителями мебели об установке катушек в столы и стены шкафов. Первое объявление о серийном продукте партнёра WiTricity ожидается к концу 2010 года.

Компания Naier является одним из крупнейших в мире производителей бытовой электроники. Неудивительно, что её инженеры заинтересовались возможностью соединить новейшие технологии беспроводной передачи HDTV-сигнала и беспроводного электропитания и даже ухитрились первыми показать такой прибор в действии (фотографии engadget.com, gizmodo.com).

Специалисты предсказывают появление на рынке настоящих бестселлеров — новых продуктов со встроенным приёмником WiTricity. Причём никто ещё не может уверенно сказать — что это будут за вещи.

Список литературы:

1. Буре В.Н., Буре И.Г., Хевсуриани И.М., Нур-меева Д.Р. Силовые гибридные фильтры для улучшения электромагнитной обстановки в промышленных сетях // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2006, № 5.

2. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. - М.: Энергоатомиздат, 2006, 367 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНО-АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Галочкин С.В. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Карпенко О.И.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Электроэнергетика - наиболее динамичный, технологически развитый и инновационный сектор антропогенной энергетики. Принципиально новыми являются подходы, при которых ведущая роль отводится ядру электроэнергетической системы - электрической сети как структуре, обеспечивающей надежность и эффективность связи генерации и потребителя. Современные технические средства корректировки параметров электрических сетей вместе с новыми системами сбора, передачи и обработки информации, быстродействующими программами оценки состояния (текущего режима) и прогнозирования состояния энергосистемы, а также гибкой системой управления (сочетание централизованного и локального управления) всеми ее элементами способны вывести электроэнергетику на качественно новый уровень.

Активно-адаптивная сеть – совокупность измерительных устройств и аппаратов электрической сети, управляемые программным комплексом, который контролирует параметры качества электрической энергии.

Реализация этой концепции существенно повысит надежность и экономичность функционирования и развития ЕЭС России, улучшит качество обслуживания потребителей электрической энергии при удешевлении поставляемой электроэнергии и сопутствующих услуг. Сегодня уже есть предпосылки, но требуются большие скоординированные усилия (от научно-проектных разработок до массового изготовления и монтажа аппаратов и систем управления) для создания электроэнергетических систем с активно-адаптивной сетью (ЭСААС). Это будет прорывом на качественно новый технологический уровень, по последствиям сопоставимый с формированием ЕЭС СССР [2].

Активно-адаптивные сети применимы в энергетических системах разной сложности (в том числе и для изолированного электроснабжения потребителей собственными источниками), но новое качество и главный народнохозяйственный эффект они дадут в ЕЭС России, ее составных частях и элементах. Активно-адаптивной сетью назовем совокупность подключенных к генерирующим источникам и потребителям электрической энергии линий электропередачи устройств электромагнитного преобразования электроэнергии, коммутационных аппаратов, устройств защиты и автоматики, информационно-технологических и управляющих систем. Данный комплекс, являющийся ядром технологической инфраструктуры электроэнергетики, обеспечит сочетанием централизованного и распределенного автоматизированного управления всей энергосистемой адаптивную реакцию (в том числе в реальном режиме времени) на различные виды возмущений и отклонений от заданных параметров. Управляющие воздействия, вырабатываемые по данным информационно-измерительной системы ЭСААС, обеспечат надежную и экономичную параллельную работу всех объектов электроэнергетической системы. Ее отличия от обычной сети обусловлены:

- насыщенностью сети активными элементами;
- достаточно большим количеством датчиков;
- системой сбора, передачи и обработки информации;
- наличием необходимых исполнительных органов и механизмов;
- системой управления в реальном масштабе времени;
- возможностью автоматической (программными средствами) оценки текущей и прогнозирования будущей ситуации в энергосистеме;
- высоким быстродействием управляющей системы и информационного обмена.

В основу построения активно-адаптивной сети и принципов управления энергосистемой закладывается приоритетность системных факторов и условий: надежность и экономичность системы в целом. При разработке любой системы управления, а особенно системой управления ЕЭС России с активно-адаптивной сетью необходимо определить цель, объект и средства управления.

Цель управления - обеспечить в реальном масштабе времени надежное и экономически оптимальное функционирование единой электроэнергетической системы России в любых режимах, а также предпосылки ее развития для надежного обеспечения потребителей возможно более дешевой электроэнергией заданного качества.

Объект управления - ЕЭС России как набор энергетических объектов и технологических систем, работающих параллельно с единой частотой электрического тока и представленных генерирующими источниками, потребителями электроэнергии, а также электрическими сетями, связывающими их между собой.

Средства управления должны создавать единое информационное пространство и адекватную систему управления всеми энергетическими объектами и технологическими системами.

Технологическая взаимосвязь всех элементов электроэнергетической системы России, работающих на единой частоте переменного тока с соблюдением общих требований к качеству электроэнергии и критериев надежности, обуславливает необходимость единых принципов управления энергосистемой и сетью. Это необходимое условие создания, функционирования и развития активно-адаптивной сети. Наличие же современных информационно-измерительных систем, средств передачи информации и управления единым технологическим процессом при безусловном исполнении регламентов всеми собственниками элементов активно-адаптивной сети - достаточное условие ее создания, функционирования и развития.

Активно-адаптивная модель программного комплекса для мониторинга электрических сетей представлена на рис. 1.



Рисунок 1

Модель-Контроллер-Отображение характеризуется элементами:

Модель – в этом элементе хранятся модели различных Эл. Аппаратов и математические модели и схемы.

Контроллер – это элемент производящий обработку входящих данных.

Отображение – пользовательский интерфейс [1].

Важно подчеркнуть, что способность к адаптации закладывается во все антропогенные, в том числе и энергетические, системы. Но возможность их самонастройки (превращение в «умные» системы) появляется лишь на определенном этапе развития средств регулирования и систем управления. Этот этап явно достигнут в электроэнергетике, к нему приблизились такие системы, как централизованное теплоснабжение и Единая система газоснабжения. Реализация открываемых при этом новых возможностей повышения энергетической и экономической эффективности топливно-энергетического комплекса России на основе самых инновационных технологий снимет, наконец, с него пугало так называемого «ресурсного развития». Эта проблема вполне заслуживает того, чтобы войти в число приоритетных программ, рассматриваемых в президентской комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России.

Список литературы:

1. Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем: Учеб. для вузов.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 2005. — 343 с.
2. Журнал «ЭнергоЭксперт» №4 2009г. Стр.28-34.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ОТ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Грыгин В.Ю. (КЭЛ-071)

Научный руководитель – Сошинов А.Г.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Сегодня качество электроэнергии представляет собой не только научный, но и практический интерес. Так, на международной 17-ой конференции по распределительным сетям, которая прошла в Барселоне в 2003 году были представлены результаты анализа проблем, имеющих практическое значения для качества электроэнергии. При этом долевая значимость технических проблем, обусловленных ухудшением качества электроэнергии в системах электроснабжения составила 49% - при провалах напряжения и перенапряжениях, 22% - от высших гармоник тока и на-

пряжения, а 15 % обусловлены последствиями от распространения кондуктивных помех в электрических сетях, их конструкциях и условиями заземления. [1]

Искажения синусоидальных кривых напряжений и токов вызываются работой электроприемников с нелинейной вольтамперной характеристикой и регулируемых преобразователей переменного тока в постоянный. [2]

Несинусоидальные режимы неблагоприятно сказываются на работе силового электрооборудования, систем релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи. Возникающие в результате воздействия высших гармоник экономические ущербы обусловлены, главным образом, ухудшением энергетических показателей, снижением надежности функционирования электрических сетей и сокращением срока службы электрооборудования. Поэтому я хотел бы обратить особое внимание на сущность данной проблемы, и выясните насколько велики потери в электроэнергетических системах, вызванные высшими гармоническими составляющими.

Как известно, система электроснабжения – совокупность электрической части электростанций, электрических сетей и потребителей электроэнергии, а также устройств управления, регулирования и защиты, объединенных в одно целое общностью режима и непрерывностью процессов производства, передачи и потребления электрической энергии. [3] Исходя из данного определения, я рассмотрел электрические потери от высших гармоник в электрических машинах, трансформаторах, батареях конденсаторов, воздушных линиях.

При работе асинхронных и синхронных двигателей (АД и СД) в условиях несинусоидального напряжения возникают добавочные потери мощности, обусловленные временными ВГ тока в обмотках, а также относительно небольшие потери в стали статора и ротора.

Потери в асинхронном двигателе, обусловленные током v -й ВГ:

$$\Delta P_{a.d.v} = 3I_2^2 v (R_{ст} v + R'_{рот} v),$$

где $R_{ст} v$ и $R'_{рот} v$ – соответственно активное сопротивление статора и приведённое активное сопротивление ротора на частоте v -й гармоники.

При повышенных частотах в обмотках статора и ротора проявляется поверхностный эффект, поэтому

$$R_{ст v} = R_{ст} \sqrt{v} \quad R'_{рот v} = R'_{рот} \sqrt{v + (-)1} \cdot$$

Потери в статоре на частоте v -й гармоники в результате преобразований будут равны:

$$\Delta P_{ст}^{(v)} = \frac{\Delta P_{ст ном} k_{II}^2 U^2 v^2}{v \sqrt{v}}$$

и, аналогично, в роторе:

$$\Delta P_{рот}^{(v)} = \frac{\Delta P_{рот ном} k_{II}^2 U^2 v^2 \sqrt{v + (-)1}}{v^2} \cdot$$

Здесь $\Delta P_{ст\ ном}$ и $\Delta P_{рот\ ном}$ – номинальные электрические потери в обмотках статора и ротора; Uv^* – относительные значения (в долях от $U_{ном}$) напряжения v -й гармоники, k_p – кратность пускового тока.

В синхронных машинах потери, обусловленные ВГ, определяются по выражению, аналогичному выражению для АД:

$$\Delta P_{с.м.в.} = \frac{\Delta P_{стном} k_p^2 U^2 v^*}{v \sqrt{v}},$$

где коэффициент $k_{с.м.} = k_{с.стат.} + k_{с.рот.}$

Таблица 1 - Расчётные значения коэффициента $k_{с.м.}$ для синхронных машин:

Тип электрической машины	$k_{с.м.}$
Турбогенератор	1,777
Явнополюсный генератор и двигатель:	
С успокоительной обмоткой	1,12
Без успокоительной обмотки	0,4
Синхронный компенсатор	1,957

Практика свидетельствует, что даже в случае недопустимых искажений напряжения ($KU=10\div 15\%$) добавочные потери от временных гармоник в СД с шихтованными статором и ротором не превосходят нескольких процентов номинальных потерь, поэтому перегрев явнополюсных СД с шихтованными полюсами на промышленных предприятиях не наблюдался.

Основная часть добавочных потерь в синхронных машинах приходится на долю успокоительной и статорной обмотки. Потери в обмотке ротора, как правило, оказываются меньшими. [4]

В современном промышленном производстве широкое применение находит электрический привод (в состав которого обязательно входит двигатель), на его долю приходится более 60% потребляемой электроэнергии в стране. [5] Поэтому потери от ВГ в АД и СД могут привести к большим экономическим потерям.

Потери в трансформаторах. В трансформаторах добавочные потери на частотах ВГ зависят от конструкции, схемы соединения, системы охлаждения и других параметров. Рассмотрим оценку потерь в стержневых двухобмоточных трансформаторах.

Потери активной мощности на частотах ВГ составляют: $\Delta P_{тв} = 3I_{tv}^2 R_{kv}$, где I_{tv} – ток v -гармоники через трансформатор; R_{kv} – сопротивление КЗ на частоте v -й гармоники.

Сопротивление КЗ нелинейно: по данным [2],

$$R_{kv} \approx 0.47 \sqrt{v} R_k, \text{ где } R_k \text{ – сопротивление КЗ при промышленной частоте.}$$

Потери на частоте v -й гармоники, выраженные через потери на основной частоте $\Delta P_{кз}$,

$$\Delta P_{тв} = 0.47 \Delta P_{кз} \sum_{v=2}^N K_{t(v)}^2 \sqrt{v}.$$

В большинстве практических случаев напряжения ВГ на выводах трансформатора Uv^* , о.е., известны, поэтому выражение для ΔP_{TV} принимает вид:

$$\Delta P_{TV} = 0,6(\Delta P_{K3} / U^2_{K3}) \cdot \sum_{v=2}^N U^2_{v*} / v\sqrt{v}^2$$

где U_k – напряжение КЗ, в относительных единицах.

При выводе этой формулы использовалась зависимость $X_{Tv} = 0,88X_t$ v , где X_t и X_{Tv} – индуктивные сопротивления КЗ на основной частоте и частоте v -й гармоники. Кроме потерь КЗ в активном сопротивлении, на частотах ВГ возникают добавочные потери ΔP_{0v} , вызываемые вихревыми токами: $\Delta P_{0v} = 0,05\Delta P_{TV} v^2$. В результате полные потери, ΔP_{TV} обусловленные токами ВГ, составляют $\Delta P_{\Sigma v} = \sum \Delta P_{TV} (1+0,05v^2)$

Потери в батареях конденсаторов.

В диэлектрике батарей конденсаторов (БК) при несинусоидальном напряжении появляются дополнительные активные потери, обусловленные ВГ. Предполагается, что коэффициент диэлектрических потерь на частотах ВГ одинаков до 13-й гармоники включительно и равен значению при основной частоте.

При подключении БК без реактора: $\Delta P_{\Sigma BK} = 3\omega Ctg\sum vUv^2$

Оценка суммарных потерь от ВГ в СЭС предприятий. Применение мероприятий и технических средств для снижения уровня ВГ в электрических сетях приводит к уменьшению потерь мощности в электрооборудовании. Для оценки значения снижения этих потерь в АД и СД обратим внимание на выражения для оценки потерь: в обоих случаях они пропорциональны значениям

$$\frac{\Delta U^2_{vx}}{v\sqrt{v}} = \sum \beta_v U^2_{vx}$$

где $\beta_v = \frac{1}{v\sqrt{v}}$

Таблица 2 - Значения коэффициента β_v в зависимости от номера гармоники □:

□	5	7	11	13
β_v	0,089	0,054	0,027	0,021

Это позволяет представить выражение для относительного снижения потерь γ_v за счёт уменьшения ВГ в виде:

$$\gamma_v = \frac{\sum \beta_v (U^2_{vн} - U^2_{vк})}{\sum \beta_v U^2_{vн}}$$

где $U_{vн}$ и $U_{vк}$ – напряжения □-й гармоники до и после внедрения мероприятий по минимизации уровней ВГ.

Так, на одной из подстанций металлургического комбината в результате установки фильтрокомпенсирующих устройств (ФКУ) уровни 5-й и

7-й гармоник снизились, соответственно, с 6,5 до 2,5 % и с 4,5 до 2,1 %. В этом случае:

$$\gamma = \frac{0,089(6,52 - 2,52) + 0,054(4,52 - 2,12)}{0,089 \cdot 6,52 + 0,054 \cdot 4,52} = 0,85$$

То есть потери мощности уменьшились на 85%

Электрические потери в линиях сети. Потери в воздушных и кабельных линиях на частотах ВГ. $\Delta P_k = 3 \sum I_v^2 R_{kv}$, где k_{gv} – коэффициент, с помощью которого учитывается влияние поверхностного эффекта и эффекта близости. Относительное значение дополнительных потерь в линии $\Delta P_{л}$, в сравнении с потерями при основной частоте $\Delta P_{1л}$ составляют:

$$\Delta P_{л} / \Delta P_{1л} = \sum I_v^2 k_{gv},$$

где
$$I_{vн} = \frac{I_v}{I_{ном}}$$

В настоящее время известны другие аппроксимирующие выражения для зависимости k_{gv} :

Таблица 3 - Аппроксимирующие выражения для k_{gv} :

Тип проводника	k_{gv}
АС-400	0,3v
А-400	0,15v
Медный кабель	0,06v
Алюминиевый кабель	0,06v

Расчёты и практика свидетельствуют, что несинусоидальность в наибольшей мере оказывает влияние на увеличение активных потерь в асинхронных электродвигателях и трансформаторах, в меньшей мере – в синхронных электродвигателях и конденсаторах. Однако дополнительные потери активной мощности за счёт ВГ в БК часто служат причиной их повреждения и преждевременного выхода из строя. [3]

Список литературы:

1. Карташев И.И., Тульский В.Н., Шамонов Р.Г. и др; под ред. Ю.В. Шарова. Управление качеством электроэнергии. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.
2. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. - М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.
3. А.А. Герасименко, В.Т. Федин. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие. – Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
4. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения предприятий. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 160с
5. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник для высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. –368 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ВЛ 220 КВ

Даутов К.А. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Шевченко Н.Ю.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

В современных условиях особую актуальность приобретает возможность передачи пиковых мощностей по ВЛЭП при минимуме затрат.

Длительно допустимая токовая нагрузка по нагреву проводов линий электропередачи определяется двумя условиями: сохранением механической прочности провода; сохранением нормированных вертикальных расстояний между проводом и землей или между проводом и пересекаемым объектом.

Безопасность работы ВЛЭП характеризуется допустимым габаритом линии.

Наименьшее расстояние от проводов до поверхности земли определяется из уравнения:

$$h_z = h_n - f_{\max}, \quad (1)$$

где h_n – высота подвеса провода;

$$f_{\max} = \frac{\gamma_1 \cdot l^2}{8\sigma_{+40}} = \frac{G_n l^2}{8T_{\min}}$$
 – максимально допустимая стрела провеса провода

ВЛ; G_n (γ_1) – нагрузка от веса провода, Н/м; l – длина пролёта, м; $T_{\min}(\sigma_{+40})$ – тяжение (напряжение) в низшей точке провисания провода ВЛ при высшей температуре воздуха, Н.

Из уравнения изменения состояния провода [1]

$$f_x = \frac{G_n l^2}{8T_x} = \frac{3T_x}{G_n} \left[\frac{G_n f_m}{3T_m} + \alpha(t_x - t_m) + \frac{T_x - T_m}{F_n E_n} \right]. \quad (2)$$

Можно предложить варианты реконструкции ВЛ с целью повышения пропускной способности по току с применением проводов с меньшим температурным коэффициентом удлинения провода – α и большим значением $F_n E_n$.

Например, можно использовать высокотемпературный провод с зазором GTACSR, высокотемпературный провод классического исполнения TACSR, композитный провод Aero-Z, ACCR – с композитным сердечником.

Анализ повышения эффективности ВЛ проведен на конкретном примере реконструкции воздушной линии 220 кВ. Промежуточный пролет 300 метров, опоры типа ПС 220-3, провод АС 240/39. Предлагаемые мар-

ки проводов для замены АС 240/39 и их сравнительная характеристика представлены в табл.1.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика проводов

	Компания, страна Произ-ль	Марка провода	Диаметр, мм	Масса, кг/км	МТПС, А	Стоимость ВЛ тыс. руб/км
Исходный вариант						
	Россия	АС 240/39	21,6	952	480	815,3
Варианты реконструкции						
	Lumpi-Berndorf, Австрия	TACSR/ACS-212/49	21	914	871 (150 ⁰)	1034,4
	J-Power Systems, Япония	GTACSR 217/49	20,3	1015	840 (150 ⁰)	2302,5
	Nexans, Бельгия	Aero-Z 366-2z	23,1	1014	732 (70 ⁰ C)	2037,9
	ЗМ, США	ACCR470-T16	21,6	793	1331 (210 ⁰ C)	6043,1

При замене проводов АС 240/39 на GTACSR 217/49 температура нагрева провода может увеличиваться до + 180⁰ С, I_{пред}= 1454 А; на TACSR212/49 – до + 110⁰ С, I_{пред}= 1091 А; на Aero-Z 366 до + 80⁰ С, I_{пред} = 850 А, на ACCR470-T16 до + 200⁰ I_{пред} = 1331 А [2].

Увеличение токовой нагрузки в проводах ВЛ обуславливает нагрев провода и увеличение потерь активной мощности за счет увеличения омического сопротивления, следовательно увеличивается себестоимость передачи электроэнергии по ВЛ. Поэтому необходим технико-экономический анализ сравниваемых вариантов.

Передачу электроэнергии с минимальными потерями можно оценивать энергетическим коэффициентом $\kappa_{энер} = \frac{P}{P + \Delta P_n + \Delta P_{кор}} \cdot \kappa_{\phi}$ [3],

где P – нагрузка, кВт; ΔP_n – нагрузочные потери, кВт; $\Delta P_{кор}$ – потери на корону, кВт; κ_{ϕ} – относительный коэффициент мощности, определяемый после компенсации реактивной мощности.

Пропускную способность по току будем характеризовать относительным коэффициентом (кратность увеличения токовой нагрузки относительно длительно допустимой $I_{дон}$):

$$\kappa_{проп} = \frac{I_{пред}}{I_{дон}} \quad (3)$$

Обобщенный коэффициент $\kappa_{тех.эффек.}$ показателей технической эффективности и безопасности определяется умножением энергетического коэффициента $\kappa_{энер}$ и относительного коэффициента пропускной

способности $K_{\text{прон}}$. Тогда локальный критерий эффективности и безопасности примет вид:

$$f_{\text{тех.эф.}} = (K_{\text{тех.эффек.}} = K_{\text{энер}} \cdot K_{\text{прон}} \rightarrow \max; f < f_{\text{max}}) \quad (4)$$

В качестве критерия экономической эффективности f_s примем изменение капитальных вложений в линию

$$f_s = \Delta K = \sum_{i=1}^T \frac{K_{\text{нов}}}{K_{\text{исх}}} \rightarrow \min, \quad (5)$$

где $K_{\text{нов}}$ – стоимость строительно-монтажных работ и вновь устанавливаемого оборудования.



Рисунок 1 - Сравнение вариантов реконструкции по двум критериям

Сравнение вариантов реконструкции по двум критериям (рис.1) показало, что наибольшей технической эффективностью обладает вариант с заменой провода АС 300/39 на высокотемпературный провод с зазором типа провод GTACSR 310 (2 вариант), а наибольшей экономичностью вариант с заменой провода АС 300/39 на высокотемпературный провод TACSR 300/50 (3 вариант).

Выводы: для повышения пропускной способности электрической сети можно использовать современные композитные и высокотемпературные провода. При этом реконструкцию линий можно проводить без замены опор, что существенно влияет на снижение себестоимости и сокращает время реконструкции, а в городских условиях не требуется дополнительный землеотвод.

Список литературы:

1. Алексеев, Б.А. Повышение пропускной способности воздушных линий электропередачи и применение проводов новых марок // Электро. – 2009. – №3. – С. 45.
2. МГ 34-70-037-87. Методика расчета предельных токовых нагрузок по условию нагрева проводов для действующих линий электропередачи. М.: Союзтехэнерго, 1987.
3. Шевченко, Н.Ю., Многокритериальная оптимизация вариантов реконструкции ВЛЭП, работающих в экстремальных метеоусловиях / Н.Ю.Шевченко, Ю.В. Лебедева, А.Г Сошинов. //Современные проблемы науки и образования. – 2010. – №6 – С.102–105.
4. Шевченко, Н.Ю. Повышение пропускной способности электрической сети / Н.Ю. Шевченко, Ю.В. Лебедева, К.Н. Бахтияров // Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии: сб. тр. междунар. н.-т. конф., 12-15 мая 2009г. В 3 ч. Ч. 1/ Тольяттинский гос. университет, Электротехн. фак-т. – Тольятти, 2009 –С. 319-322.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Донченко А. М., Кокурина Ю. А. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Бахтиаров К.Н.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время выключатели с вакуумными дугогасящими устройствами (ДУ) начинают все больше вытеснять масляные, электромагнитные и воздушные выключатели. Дело в том, что ДУ вакуумные не требуют ремонта по крайней мере в течение 20 лет, в то время как в масляных выключателях масло при отключениях загрязняется частицами свободного углерода и, кроме того, изоляционные свойства масла снижаются из-за попадания в него влаги и воздуха. Это приводит к необходимости смены масла не реже 1 раза в 4 года.

Достоинство вакуумных выключателей:

- простота конструкции (отсутствие клапанов, компрессоров и других вспомогательных устройств) и надежность в работе;
- относительно небольшие габариты и масса;
- отсутствие сжатого воздуха или трансформаторного масла;
- малое время отключения (0,03-0,05 с);
- отсутствие масла и других горючих материалов (взрывобезопасность);
- высокая скорость восстановления прочности дугогасительного промежутка (отсутствие шунтирующих резисторов);
- бесшумная работа;
- отсутствие выбросов в атмосферу;
- удобны для отключения емкостной нагрузки;
- полная герметизация дугогасительного устройства;
- значительный ресурс при коммутации номинального тока (30...50 тысяч операций);
- произвольное положение камеры;
- отсутствует ударная нагрузка на фундамент, характерная для масляных выключателей;
- вакуумные выключатели позволяют создать малогабаритные (многоэтажные) КРУ;
- малый ход и скорость контактов позволяют применять легкие, небольшие пружинные или электромагнитные приводы.

Рассмотрим некоторые современные вакуумные выключатели.

Вакуумный выключатель серии ВР0.

- номинальное напряжение - 10 кВ;
- наибольшее рабочее напряжение - 12 кВ;
- номинальный ток - 630; 1 000 А;
- номинальный ток отключения - 12,5 кА;
- ток электродинамической стойкости - 32 кА;
- ток термической стойкости (в течение 3 с) -12,5 кА;
- полное время отключения - не более 0,057 с;
- собственное время включения - не более 0,090 с;
- собственное время отключения - не более 0,028-0,042 с;
- механический ресурс - 100 000 циклов;
- коммутационный ресурс при номинальном токе - 50 000 циклов;
- коммутационный ресурс при номинальном токе отключения - 100 отключений;

- габаритные размеры выключателей ВР0:

- ширина - 564 мм;
- глубина - 214 мм;
- высота - 573 мм;
- масса, не более - 68 кг.

Вакуумный выключатель серии ВВУ-СЭЩ-10:

- конструктивной особенностью выключателя является его универсальность – возможность установки электромагнитного или пружинно-моторного привода;

- возможность ручного включения выключателя под нагрузку при отсутствии оперативного питания (только для пружинно-моторного выключателя);

- нечувствительность к просадкам напряжения, в том случае, когда выключатель выключает короткозамкнутую линию;

- простота конструкции;
- высокая надежность;
- легко встраивается в различные типы КСО и КРУ;
- высокий коммутационный ресурс;

- для лучшего теплоотвода в полюсе ВВУ-СЭЩ-10 использован эффект естественной конвекции. На выключателе с номинальным током до 1000 А нет необходимости устанавливать теплоотводящие радиаторы, соответственно конструкция получилась более дешевой и надежной;

- выключатель имеет механизм поджатия контактов, не требует дополнительных регулировок на протяжении всего срока службы (также в случае износа контактов).

- наличие счетчика числа циклов срабатывания выключателя.

Выключатель VM1.

Это первый вакуумный выключатель, использующий комбинацию заливаемых вакуумных дугогасительных камер, которые не нуждаются в техобслуживании, магнитный привод и электронное управляющее устройство без претензий к техобслуживанию, с датчиками вместо вспомогательных переключателей. В результате возник выключатель, который совершенно не нуждается в техобслуживании, т.к. его функции настолько надежны, что об его существовании можно не забыть!

Впервые использовали полюсные части новой конструкции. Вакуумные дугогасительные камеры, для которых не нужно никакое техобслуживание, создают интегрированный блок с комплектной полюсной частью. Это было достигнуто путем применения специально разработанной технологии заливки, при которой вакуумная дугогасительная камера непосредственно помещена в эпоксидную смолу и образует полюсную часть выключателя. Благодаря этому, в большей мере, заранее исключено внешнее влияние на включающий элемент.

Новая компоновка привода значительно снижает количество деталей и полностью устраняет техобслуживание.

Выключатель VM1 – выключатель высшего технического поколения.

Список литературы:

1. А.А.Федоров «Справочник по электроснабжению и электрооборудованию» (в двух томах, М.: Энергоатомиздат, 1987г.).
2. Ю.Г. Барыбин. «Справочник по проектированию электроснабжения», (М.: Энергоатомиздат, 1999 г., - 576 с.: ил.).
3. Б.А. Соколов, Н.Б.Соколова «Монтаж электрических установок», (М.: Энергоатомиздат, 1991 г.,-592 с.: ил.).
4. Электронный ресурс: <http://craw.narod.ru> , <http://www.vakuum.ru> .

СВЕТОДИОДНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ – ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Зимин С.О. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Рыбкина И.Ю.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

В данной статье рассматриваются основные аспекты применения светодиодных светильников для различных областей освещения как эффективные методы решения проблемы экономии электроэнергии. Также приведены оценки эффективности их применения в целях энергосбережения по сравнению с традиционными источниками света – лампами накаливания и люминесцентными лампами. Необходимо отметить, что

лампы накаливания, которые сыграли огромную роль в развитии человечества, сегодня являются недопустимо устаревшим источником света.

В настоящее время проблема экономии электроэнергии стоит особенно остро. Энергопотребление во всем мире постоянно растет, причем быстрыми темпами. Потребление электроэнергии в нашей стране к 2009 году выросло в 3 раза, и ожидается ее дальнейшее увеличение в свете развития производства, народного хозяйства, строительства и т. д. Стоит отметить, что рост цен на энергоносители продолжает оставаться одной из главных проблем экономики. Поэтому при конкурентной борьбе на рынке в конечном выигрыше окажутся компании, уделяющие особое внимание внедрению энергосберегающих технологий.

Одним из путей решения является применение энергосберегающих технологий в освещении. Для этого необходимо внедрять полупроводниковые светотехнические изделия, показатели которых уже достигли уровня, позволяющего использовать их в освещении самых разных объектов: подземных пешеходных переходов и автомобильных парковок, садово-парковом освещении, уличном освещении, освещении в ЖКХ и аварийном освещении. Кроме того, в настоящее время с развитием строительного бизнеса есть возможность ориентироваться на применение светодиодных светотехнических изделий непосредственно при проектировании объектов, что поможет решить задачу экономии электроэнергии даже на самом раннем этапе.

Почему светодиодные светильники могут решить проблему энергосбережения? Сейчас, благодаря усилиям ученых, они уже используются в сфере общего освещения и по праву считаются самыми перспективными источниками света. Если в 2008 году средняя эффективность светодиодов и люминесцентных ламп была примерно одинаковой (около 60 лм/Вт), то уже в 2012 году, согласно прогнозам, этот параметр у светодиодов должен увеличиться вдвое, оставив далеко позади не только лампы накаливания, но и люминесцентные лампы. Основной барьер на пути активного внедрения светодиодов – их относительно высокая стоимость, что характерно для любого инновационного продукта, еще не перешедшего в разряд массового. Для того, чтобы светодиодное освещение стало общедоступным, необходимы меры по его поддержке и развитию – во-первых, совершенствование технологии производства полупроводниковых источников света и увеличение масштабов производства и, во-вторых, государственная поддержка продвижения продукции к конечному потребителю (компенсация затрат на внедрение).

Помимо энергоэффективности, светодиоды обладают еще рядом преимуществ по сравнению с традиционными источниками света:

- исключительно высокая надежность и экономичность;
- большой срок службы;

- малые габариты;
- световой поток светодиодов постоянен, как и естественный свет солнца, что обеспечивает психологический комфорт;
- контрастность света светодиодов в 400 раз превышает контрастность газоразрядных ламп;
- дополнительным немаловажным преимуществом является мгновенное зажигание при подаче питающего напряжения и независимость работоспособности от низких температур окружающего воздуха;
- высокая устойчивость к механическим нагрузкам;
- способность работать в широком диапазоне температур;
- хорошая совместимость с сенсорными и микропроцессорными системами управления;
- электрическая безопасность;
- простой электромонтаж;
- экологичность, связанная с отсутствием ртути и других вредных веществ.

Стоит пояснить, что светодиод – это полупроводниковый прибор, основным свойством которого является излучение света при прохождении электрического тока через р-п переход. Рабочее напряжение светодиода лежит в диапазоне приблизительно 2–4 В в зависимости от длины волны, т. е. цвета излучаемого сигнала. Рабочий ток при этом напряжении зависит от размеров кристалла полупроводника и может варьироваться от нескольких десятков миллиампер для кристаллов малых размеров (порядка 300 мкм) до сотен миллиампер для кристаллов больших размеров (порядка 1 мм). Это означает, что потребляемая светодиодом электрическая мощность не превышает ватт. А световая отдача современных белых светодиодов в среднем составляет 80 лм/Вт, что превосходит световую отдачу ламп накаливания (10 лм/Вт), которые в основном используются в освещении, а также световую отдачу люминесцентных ламп (в среднем 60 лм/Вт). Это означает, что при затрате ватта электроэнергии световой поток светодиода превысит световой поток лампы накаливания в среднем в 8 раз, а световой поток люминесцентной лампы – в 1,3 раза.

Общий объем рынка светодиодов в мире в 2008 году составил 6 млрд. долл. США, и предполагается, что в 2012 году он превысит 11 млрд долл. США. Однако прогнозы мировых производителей светотехники говорят, что цифры будут значительно больше. На сегодняшний день наилучших результатов в области создания светодиодных ламп белого цвета свечения добилась компания Cree, которой удалось получить массовое изделие, обеспечивающее типовое значение световой отдачи более 100 лм/Вт в диапазоне цветовых температур 5 500–6 500 К при токе 350 мА и потребляемой мощности порядка ватта.

Светодиодные светильники позволяют достичь существенной экономии электроэнергии по сравнению с традиционными источниками света – лампами накаливания (до 80 %) и люминесцентными лампами (около 50 %). Они длительное время не нуждаются в обслуживании, что экономит эксплуатационные расходы и особенно важно в труднодоступных для замены ламп местах. Отсутствие нити накала и газоразрядной среды обуславливает фантастический срок службы светодиодов — до 100 тысяч часов, или 11 лет непрерывной работы! Это в 100 раз больше, чем у лампы накаливания, и в 5–10 раз больше, чем у люминесцентной лампы.

Использование современной электроники позволяет задавать любые алгоритмы работы светильника, включая самодиагностику и передачу информации об аварии на пульт дежурного, при наличии системы управления и контроля. В случае аварийного отключения электроэнергии возможно длительное (до нескольких часов) обеспечение бесперебойного освещения от малогабаритных встроенных аккумуляторных батарей. Возможна также интеграция систем звукового оповещения, управляемых от систем охранной и пожарной безопасности.

В Москве уже выполнен ряд проектов установки светодиодных светильников: подсветка здания Газпрома на улице Наметкина, где производителем светотехнических изделий на основе светодиодных ламп Cree Xlamp выступила российская компания XLight, подсветка жилого комплекса «Кутузовская Ривьера», который является совместной разработкой компаний Xlight и Центр Светодизайна, установка светильников ДВУ-25 для освещения подземного перехода около станции метро «Рижская», разработанная совместно компаниями XLight и Светосервис, а также революция светодиодов дошла и до светорфорного оборудования на улицах города.

В настоящее время выпускается широкий ассортимент модификации светодиодов по направленности света с углами рассеяния светового потока от 10 до 140 градусов. Поэтому конструкция светодиодов и светильников не требует специальных отражателей или рассеивателей. Компактные установочные размеры наиболее удобны для воплощения в жизнь любых задумок дизайнеров.

С учетом получаемого экономического эффекта, применение светодиодов в целях экономии энергии является актуальным и требует более широкого внедрения в области общего и уличного освещения. Помимо экономической эффективности, светодиодные светильники являются долговечными, их время жизни превышает время жизни люминесцентных ламп в несколько раз, а ламп накаливания – в десятки раз. Возможность низковольтного питания делает светодиодные светильники безопасными, т. е. не являющимися потенциальными источниками возникновения пожара или взрыва.

Благодаря этим факторам, а также увеличившейся в последние годы световой отдаче, светодиоды стали очень перспективными источниками света уже сейчас и должны завоевать все большие сферы применения в ближайшем будущем.

Список литературы:

1. Айзенберг Ю. Б. Энергосбережение – одна из важнейших проблем современной светотехники // Светотехника, № 12, 2010, с. 56.
2. Полищук А., Туркин А. Перспективы применения светильников со светодиодами для энергосберегающего освещения // Энергосбережение, №2, 2010, с. 52.
3. Юнович А. Э. Современное состояние и тенденции развития светодиодов и светодиодного освещения // Светотехника, №6, 2010, с. 13- 17.
4. Данилов Н. И., Щелоков Я. М. Основы энергосбережения // Екатеринбург, 2010, с. 564.

УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД, ОСНОВАННАЯ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Карпизенков А.В. (КЭЛ-062)

Научный руководитель – Сошинов А.Г.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

В настоящее время проблема снабжения доброкачественной водой, безопасной в эпидемиологическом отношении, являются одной из важнейших в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. Это обусловлено высоким бактериальным и вирусным загрязнением водоисточников, серьёзными недостатками в очистке и обеззараживании воды из поверхностных источников, неудовлетворительным санитарно-техническим состоянием водопроводных сетей.

Причиной такого положения является постоянное и всё более увеличивающееся поступление в поверхностные водоёмы неочищенных или недостаточно очищенных, необеззараженных хозяйственно-бытовых сточных вод, количество которых составляет около 60% всего объёма сброса. Даже в крупных городах 80% канализационных очистных сооружений работают с перегрузкой в 1,5-2 раза. Ежегодно регистрируется свыше 1000 аварийных выпусков неочищенных сточных вод. Нормативы СанПиН 2.1.5.980-2000 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» во многих регионах не соблюдается.

Положение усугубляется тем, что в целом по стране 34% водопроводов из поверхностных источников не имеют полного комплекса очистных сооружений, 21% - обеззараживающих установок, причём эти показатели за последние пять лет имеют тенденцию к ухудшению. В Саратовской и Тюменской областях количество таких водопроводов составляет 60-70% [1].

Настоящее изобретение относится к системе и способу очистки воды, точнее говоря к таким системам и способу, в которых загрязненную воду очищают с использованием ионизатора и озонирования для разложения и окисления неразлагающихся загрязняющих веществ и УФ и УЗ для инактивации микроорганизмов.

Так как любые системы обработки сточных вод, в которых добавляются такие химические препараты, как хлор, полиэлектролиты или другие, выпадающие хлопьями для уничтожения организмов или удаления металлов и химических препаратов, обязательно требуют производства таких материалов до их использования, то с точки зрения экологии существует потребность в создании системы очистки воды, которая сводит к минимуму потребность в любом дополнительном производстве материалов, предназначенных для использования в процессе обработки.

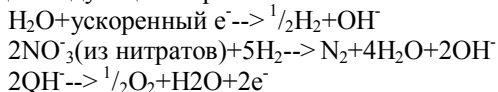
Хлор обычно применяют для дезинфекции как воды, используемой для бытовых нужд, так и сточных вод. Однако обнаружено, что хлор, взаимодействуя с присутствующими в таких водах гуминовыми веществами, образует тригалометаны (ТГМ), такие как хлороформ, которые являются канцерогенами для животных.

Электрохимические методы иногда применяются для удаления или разрушения химических примесей в воде. Анодное окисление может использоваться для уничтожения цианидов и фенолов, аммиака и органических красителей.

Настоящее изобретение может использоваться для очистки сточных вод по замкнутому циклу. После потребления воды, которая поступает к нам в дом она удаляется через систему канализации, т.е. используется однократно. Данное изобретение позволяет использовать воду вторично.

Данное изобретение ориентировано на людей имеющих дома и дачные участки, птицефабрики, фермы и т.д.,(т.к. потребность в водных ресурсах весьма велика) оно позволит не только рационально использовать пресную воду, но так же даст возможность экономить денежные средства фермерам.

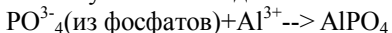
При столкновении молекул воды с ускоренными электронами образуются ионы водорода. Ионы водорода осуществляют удаление азота из воды следующим образом:



Растворенные тяжелые металлы, такие как Ni и Cd, также могут ионизироваться ускоренными электронами. Они могут объединяться с ионами гидроксидов (ОН)⁻ и затем образовывать хлопьевидный осадок. Растворенные органические вещества также могут ионизироваться и затем соединяться с ионами водорода.

Камера на внутренней поверхности своей стенки может содержать алюминиевый слой для удаления фосфатов из воды. Алюминиевый слой предпочтительно образован на внутренней периферии внутренней поверхности камеры и имеет заданную ширину. Ширина алюминиевого слоя может находиться в пределах от части длины камеры до ее полной длины.

Алюминиевый слой ионизируется вследствие бомбардировки ускоренными электронами с образованием ионов алюминия Al³⁺. Ионы алюминия могут быть объединены с ионами фосфатов из фосфатов.



Ионы алюминия также могут объединяться с маслами и глиной, взвешенными в воде, так как поверхностный заряд масел и глины является отрицательным.

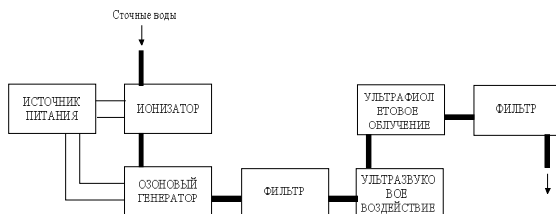


Рисунок 1 - Блок-схема, иллюстрирующая вариант выполнения предлагаемой системы очистки воды

К ионизаторам вода подается по трубе от источника воды (не показан на чертеже). Загрязнения, содержащие неспособные к разложению вещества, ионизируются и/или разрушаются в ионизаторе под действием сильного электрического поля, создаваемого высоковольтным высокочастотным источником питания.

Одновременно с процессом ионизации в камеру подают озон, который вырабатывают в озоновом генераторе и затем подают в озоновый смеситель.

Озоновый генератор, использующий коронный разряд, вырабатывает озон, подвергая исходный газ воздействию очень сильного электрического поля. Исходным газом может быть профильтрованный воздух или кислород, вырабатываемый на оборудовании для получения кислорода, использующем технологию адсорбции при переменном давлении. Обычно сильное электрическое поле подводят от источника питания, который представляет собой соединение трансформатора, выпрямителя и инвертора, такого как биполярный транзистор с изолированным входом. Источник питания преобразует низкое переменное напряжение с частотой

50/60 Гц, в высокое выпрямленное напряжение 15 кВт с частотой 1000 Гц, достаточное для разрушения молекул кислорода. Высокое выпрямленное напряжение подают на два электрода, так что один действует как положительный электрод, тогда как другой - как отрицательный. Эти два электрода образуют подобие конденсатора и обычно представляют собой две параллельные пластины, концентрические цилиндры или имеют какую-нибудь другую геометрию, которая обеспечивает постоянное расстояние между электродами.

Дальше очищенная вода подается во второй блок, в котором производится бактерицидная обработка, посредством УФ и УЗ воздействия.

Ультрафиолетовая обработка воды осуществляется посредством использования амальгамных ламп низкого давления. Применение амальгамных ламп объясняется тем, что они имеют больший срок службы (около 12000 часов) чем обычные ультрафиолетовые лампы, а так же меньшую потребляемую мощность. Отражательный рефлектор усиливает поток ультрафиолетовых лучей. Применение УФ позволяет добиться более эффективного обеззараживания, чем хлорирование, особенно в отношении вирусов [2].

Список литературы:

1. Об актуальности вопроса обеззараживания воды в современных условиях / Н.Н. Филатов // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. №10.
2. Ультрафиолетовое излучение – современный метод обеззараживания воды / С.В. Костюченко // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. №7.

ЦЕЛЕВОЕ ВНЕДРЕНИЕ ВЕЛОТРАНСПОРТА В ЕДИНУЮ ГОРОДСКУЮ СИСТЕМУ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Карпизенков А.В. (КЭЛ-062)

Научные руководители – Сошинов А.Г., Галушак В.С., Копейкина Т.В.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Как самый экологически чистый вид транспорта, велотранспорт – важная составная часть транспортной системы Российской Федерации. Его достоинства – отсутствие загрязнения воздуха, отсутствие шума, экономичность в передвижении по городу и в междугородном сообщении на короткие расстояния, отсутствие проблем с выделением места под стоянки на улицах. Велотранспорт не создает пробок в дорожном движении. Короткие велосипедные поездки служат прекрасным оздоровительным средством от гиподинамии городских жителей. Привлекает велоси-

пед и увеличением возможности путешествовать. По своей сути велотранспорт – это наиболее близкое природе человека и гуманное транспортное средство, благоприятно воспринимаемое обществом. Устойчивое и эффективное функционирование велотранспорта является необходимым условием сохранения здоровья населения, повышения его физической активности, повышения качества жизни и подвижности населения, приближения его к общеевропейскому уровню, экономического роста, улучшения экологии, сохранения природного окружения на высоком уровне, создания комфортной среды для жителей в городах, улучшения планирования городской инфраструктуры. А использование в свою очередь солнечного велотранспорта позволит устранить физическую деятельность человека в процессе движения. Все это является достаточно актуальной темой для исследования.

Предметом исследования является разработка проекта по созданию в городе Камышине условий, благоприятствующих движению солнечных и механических велосипедов.

Целью данного исследования является создание проекта по внедрению солнечных велосипедов (механических велосипедов), в рамках города, в общую систему дорожного движения. А также создание велосипедных дорожек для двухколёсного транспорта, и как результат разгрузки интенсивности движения.

Задачи по созданию проекта следующие:

1. Исследование городских автодорог и анализ особенности развития велотранспортной инфраструктуры.
2. Дополнение велотранспортной сети к единой транспортной сети в г. Камышине.
3. Подсчет ресурсов по созданию городской велотранспортной сети, не уступающей мировому уровню.
4. Разработка прав и обязанностей участников велодвижения.

Существует федеральная стратегия развития велотранспорта в России на период до 2020 года, которая представляет собой совокупность взаимосвязанных по задачам, срокам осуществления и ресурсам целевых программ, отдельных проектов и внепрограммных мероприятий, обеспечивающих эффективное решение системных социально-экономических проблем. Опираясь на данную стратегию, появляется смысл в разработке данного проекта. Солнечный/механический велотранспорт позволит:

1. улучшить экологию, сохранить природное окружение на высоком уровне;
2. сохранить здоровье населения, повысить его физическую активность;
3. создать комфортную среду для жителей в городах, улучшая планирование городской инфраструктуры;

4. сэкономить больше места для парковки, тем самым разгружая дороги;

5. уменьшить потребность в нефти.

Все это говорит о необходимости и значимости данного проекта в жизни каждого горожанина г. Камышина.

В результате выполнения проекта будет разработано научно-техническое задание на проведение проектно-исследовательских работ по внедрению велотранспорта в г. Камышине.

Список литературы:

1. Наука и жизнь. №3. 1997 г.
2. Наука и жизнь. №6. 1988 г.
3. Наука и жизнь. №11. 1997 г.
4. Единая сеть. ФСК. №5. 2006 г.

АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ РЕЗОНАНСА В ЦЕХОВЫХ СЕТЯХ

Ковалев Д.Н. (КЭЛ-091)

Научный руководитель – Сошинов А.Г.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

В настоящее время в промышленности применяется большое количество оборудования, нелинейные вольтамперные характеристики которых приводят к искажению кривой питающего тока, в результате чего появляются высшие гармоники тока или напряжения. В этом случае переменный ток (напряжение), кроме основной гармоники 50 Гц, содержит гармоники более высоких порядков, кратность которых зависит от вида нелинейной нагрузки. Так, например, дуговые печи вызывают появление гармоник 2, 3, 4, 5, 7, 9-го и более высоких порядков, сварочные установки переменного тока - гармоники 3, 5 и 7-го порядка.

Высшие гармоники в питающем напряжении отрицательно воздействуют на ряд приемников электрической энергии. Появляются дополнительные потери в электрических машинах, сетях и трансформаторах, пропускная способность которых снижается. Значительно сокращается срок службы изоляции электрических двигателей, кабелей и конденсаторов. Появляется вероятность возникновения резонансных явлений в сетях с батареями конденсаторов, что часто является причиной выхода последних из строя. Значительно возрастают погрешности измерительных приборов и различного рода датчиков [1].

Нелинейные нагрузки потребляют из сети значительную реактивную мощность. Дефицит реактивной мощности и генерация в сеть высших гармоник приводят к ухудшению таких показателей качества электрической энергии, как отклонения напряжения и несинусоидальность напряжения [2].

Поэтому часто в системах электроснабжения одновременно приходится решать две задачи: компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник тока и напряжения. Для компенсации реактивной мощности в электрических сетях общего назначения на напряжение 0,4 кВ применяются статические конденсаторы, устанавливаемые на шинах низкого напряжения подстанции, а для подавления высших гармоник непосредственно у потребителя устанавливают силовые фильтрующие устройства.

Силовые фильтры являются многофункциональными устройствами, поскольку наряду с фильтрацией высших гармоник могут генерировать в сеть реактивную мощность, их удобно использовать в работающих сетях, когда остальные способы снижения высших гармоник уже реализованы. [1].

При совместном использовании фильтрующих и компенсирующих устройств необходимо проводить проверку на возможность возникновения резонансов.

Как показали исследования, при определенных параметрах выбранного оборудования установка силового резонансного фильтра у потребителя и компенсирующего устройства на шинах подстанции может вызвать резонанс на частотах, больших частоты, на которую настроен фильтр, что неблагоприятно сказывается на работе системы. Для анализа возможности возникновения резонанса для участка системы электроснабжения цеха, представленного на рис. 1 и состоящего из силового трансформатора, кабельной линии, силовых фильтрующих устройств, установленных непосредственно у потребителя, и конденсаторов реактивной мощности, размещенных на шинах 0,4 кВ подстанции, были проведены расчеты и определены диапазоны значений емкостей фильтрующего и компенсирующего устройств, на которых возможен резонанс в сети на 11, 13, 15 и 19-й гармониках. Получено семейство графиков, по которым при известных значениях емкости фильтра можно определить для соответствующего номера гармоники (от 9 до 39-й) граничное значение емкости конденсаторной батареи.

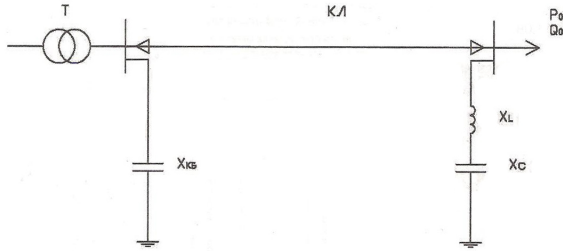


Рисунок 1 - Схема сети с установкой компенсирующих и фильтрующих устройств

Условие возникновения резонанса в сети при схеме соединения, представленной на рис. 1, заключается в равенстве нулю реактивной составляющей проводимости:

$$Y = Y_1 + Y_2 = (g_1 - jb_1) + (g_2 - jb_2); \quad b_1 = -b_2 \quad (1)$$

В нашем случае равенство будет иметь вид:

$$\frac{1}{\omega_v \cdot C_{КБ}} = \frac{1}{\omega_v \cdot L_\phi - \frac{1}{\omega_v \cdot C_\phi}} \quad (2)$$

Путем несложных преобразований получается, что емкость КБ зависит от емкости фильтра и определяется выражением:

$$C_{КБ} = \frac{1}{\omega_v^2 \cdot L_\phi - \frac{1}{\omega_v \cdot C_\phi}} \quad (3)$$

На рис. 2 показаны соотношения значений емкостей компенсирующего и фильтрующего устройств, при которых в исследуемой сети при компенсации седьмой гармоники возможен резонанс на девятнадцатой.

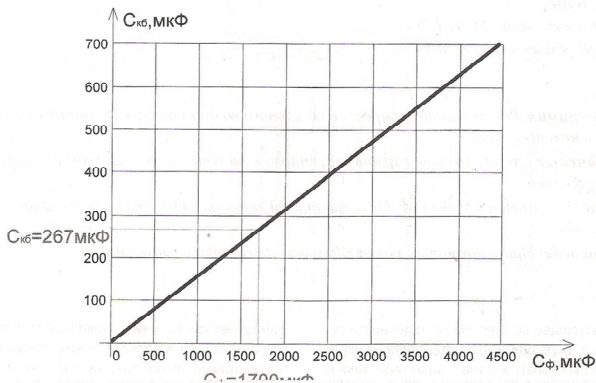


Рисунок 2 - Диапазоны значений емкостей фильтрующего и компенсирующего устройств, при которых возможен резонанс в сети на 19-й гармонике

Согласно этому рисунку для емкости фильтрующего устройства $C = 1700$ мкФ в сети возможно появление резонанса на 19-й гармонике при емкости компенсирующего устройства $C_{KB} = 267$ мкФ. Иными словами, для предотвращения возможности резонанса на 19-й гармонике следует пользоваться графиком или соотношением (3), если в нем значения левой и правой частей будут равны, следует выбрать другие параметры оборудования.

Если кривая потребляемого нелинейной нагрузкой тока содержит несколько гармоник, то равенство (3) нужно проверять для каждой гармоники или пользоваться семейством графиков, аналогичных рис. 2. Например, если в рассматриваемом случае исследовать возможность возникновения резонансов на 11, 13 и 15-й гармониках при компенсации седьмой гармоники, то получится ряд зависимостей, представленных на рис. 3.

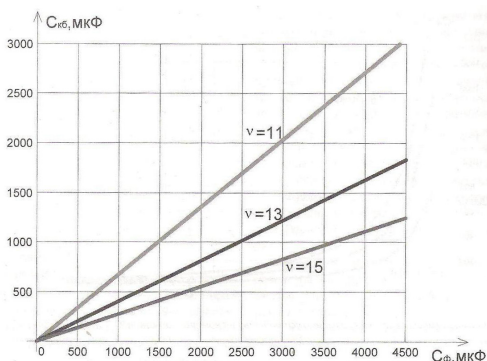


Рисунок 3 - Диапазоны значений емкостей фильтрующего и компенсирующего устройств, при которых возможен резонанс в сети на 11, 13, 15-й гармониках

В итоге получается, что для предотвращения возможности возникновения резонанса на ряде гармоник необходимо для каждой гармоники проверять условие (3) или пользоваться семейством графиков для ряда гармоник, по которым можно определить, каких значений емкостей компенсирующего и фильтрующего устройств нужно избегать, чтобы исключить вероятность возникновения резонансов в сети.

Согласно рис. 4 для емкости фильтрующего устройства $C = 1000$ мкФ в сети возможно появление резонанса на 13-й гармонике при емкости компенсирующего устройства $C_{KB} = 680$ мкФ. Иными словами, для предотвращения возможности резонанса на 11-й гармонике следует пользоваться графиком, аналогичным рис. 4, если при выбранных в результате расчетов параметрах оборудования мы попадаем на кривую, изображенную на графике, то следует выбирать оборудование с другими значениями емкостей.

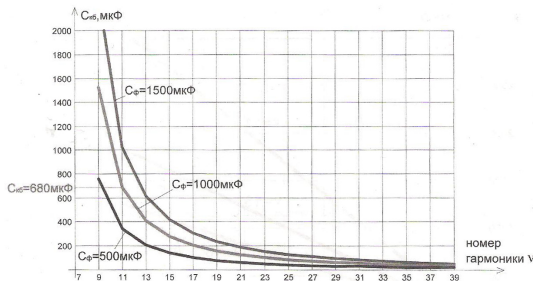


Рисунок 4 - Значения емкости компенсирующего устройства на номерах гармоник 9, 11 ... 39 при значениях емкости фильтрующего устройства 500, 1000, 1500 мкФ, при которых возможен резонанс в сети

Конфигурация схем с компенсаторами реактивной мощности и фильтрами может иметь свои особенности, поскольку возможны следующие виды компенсации: индивидуальная, групповая и централизованная.

Необходимо проведение исследований колебательных процессов в цеховых сетях, где установлено большое число конденсаторных установок и фильтров, особенно при наличии индивидуальной компенсации и индивидуальной фильтрации высших гармоник.

Список литературы:

1. Буре А.Б., Буре И.Г., Хевсуриани И.М., Нурмеева Д.Р. Силовые гибридные фильтры для улучшения электромагнитной обстановки в промышленных сетях // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, 2008, № 9.
2. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. -М.: Энергоатомиздат, 2004, 358 с.

АВТОНОМНАЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА, МОЩНОСТЬЮ 6-66 КВТ

Кокурина Ю.А. (КЭЛ-072)

Научные руководители – Сошинов А.Г., Галушак В.С.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Существующие ветроустановки с неуправляемым воздушным потоком, как правило, имеют открытое ветроколесо значительных размеров, что приводит к большим габаритам ВЭУ.

Использование таких ВЭУ фермерами затруднено, так как требуют специальных сложных механизмов для их обслуживания. По удельным энергетическим показателям (~300 Вт/м² отменяемой ветроколесом по-

верхности) такие ВЭУ значительно уступают ветроагрегатам с управляемым воздушным потоком ($\sim 2000 \text{ Вт/м}^2$) [1].

Сотовая ВЭУ представляет собой конструкцию в виде мачты высотой 15 метров. На мачте с двух сторон размещены каркасы, состоящие из правильных шестиугольников. Эта конструкция напоминает соты, что и обуславливает её название. В каждом таком соте размещается один ветрогенератор мощностью 3 кВт. Мачта вращается вокруг своей оси для улавливания воздушного потока ветроагрегатами со всех направлений. Управление вращением мачты осуществляет микропроцессорный контроллер, получающий информацию о фактическом направлении ветра от флюгера. Выдача мощности от ветрогенераторов осуществляется по индивидуальным кабелям на сборные шины 220 В. Со сборных шин гибким кабелем генерируемая электроэнергия подаётся на концевую муфту кабеля связи 0,4 кВ, ВЭУ – потребитель. Для предотвращения скручивания кабеля в безветренную паузу микропроцессорный контроллер производит разворот мачты в «ноль пункт». При этом скрутка кабеля выбирается и кабель возвращается в исходное состояние.

Для обеспечения профилактического обслуживания ВЭУ применена ломающаяся конструкция мачты с шарниром расположенным на высоте 1,5 метра. Для обеспечения лёгкости подъёма и опускания мачты собственными инвентарными средствами в средней части мачты на высоте 7,5 метров имеется пояс, к которому крепится выжимная штанга, перемещающаяся в радиальном направлении по направляющим полозьям. Приводом выжимной штанги является компактная лебёдка, которая обеспечивает перемещение нижнего конца выжимной штанги по направляющим полозьям, чем достигается лёгкость опускания мачты в ремонтное положение и установки обратно в рабочее положение. Мачта может наклоняться к земле на 90 градусов, что позволяет обслуживать ветрогенераторы на земле без верхолазных работ и грузоподъемных механизмов. Сотовая конструкция позволяет во время ремонта вынимать любой из 22 ветрогенераторов и осуществлять его замену, направляя неисправный агрегат для ремонта в ремонтные мастерские. После замены неисправного ветрогенератора мачта вновь подымается в рабочее положение и включается в работу, т.е. ремонт осуществляется за одну рабочую смену.

В каждый из шестиугольников установлен ветрогенератор мощностью 3 кВт с диаметром ветроколеса 1,5 метра. Общее количество укрепленных на мачте ветроагрегатов может изменяться от 2-х до – 22-х единиц. Таким образом, установленная мощность ветроустановки по желанию фермера может составлять 6, 12, 18, 24, ... и так до 66 кВт.

В точках установки ВЭУ расчётное число часов с номинальной скоростью ветра 6 м/с составляет 3000. Для ВЭУ 66 кВт при коэффициенте

использования мощности 85% выработка электроэнергии за год составит 168300 кВт.ч.

Список литературы:

1. С.Н. Удалов. Возобновляемые источники энергии // Новосибирск, 2007 431с.
2. Ветряные соты // Наука и жизнь, 1999 №12 с.112

**ПРЕИМУЩЕСТВА И СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ КАБЕЛЕЙ
С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА**

Крапивин В.А. (КЭЛ-091)

Научный руководитель – Сошинов А.Г.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Мировые тенденции развития кабельных энергораспределительных сетей среднего напряжения в течение последних десятилетий направлены на внедрение кабелей с теплостойкой экструдированной изоляцией (сшитый полиэтилен и этилен-пропиленовая резина) и замену ими кабелей с бумажной пропитанной изоляцией. В настоящее время в промышленно развитых странах Европы и Америки практически 100% рынка силовых кабелей занимают кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Переход от кабелей с бумажной пропитанной изоляцией (БПИ) к кабелям с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ), связан со всё возрастающими требованиями эксплуатирующих организаций к техническим параметрам кабелей. В этом отношении преимущества кабелей из СПЭ очевидны.

Перечислим только некоторые из них:

- высокая пропускная способность;
- низкий вес, меньший диаметр и радиус изгиба;
- низкая повреждаемость;
- полиэтиленовая изоляция обладает малой плотностью, малыми значениями относительной диэлектрической проницаемости и коэффициента диэлектрических потерь;
- прокладка на сложных трассах;
- монтаж без использования специального оборудования;
- значительное снижение себестоимости прокладки.

Применение данных кабелей по сравнению с традиционными в поливинилхлоридной изоляции позволяет:

- использовать жилы меньшего сечения для передачи равного потока;
- увеличить длительно допустимую температуру нагрева жил кабелей до 90 °С;

- увеличить длительно допустимую температуру нагрева жил кабелей при коротком замыкании до 250 °С.

Своими уникальными свойствами кабели с изоляцией из СПЭ обязаны применяемому изоляционному материалу. Полиэтилен в настоящее время является одним из наиболее применяемых изоляционных материалов при производстве кабелей. Но изначально термопластичному полиэтилену присущи серьезные недостатки, главным из которых является резкое ухудшение механических свойств при температурах, близких к температуре плавления. Решением этой проблемы стало применение сшитого полиэтилена.

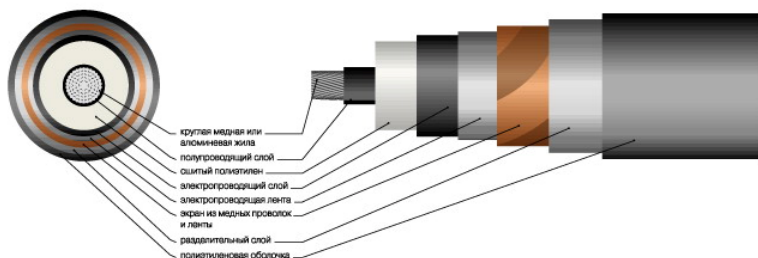


Рисунок 1

Термин «сшивка» подразумевает обработку полиэтилена на молекулярном уровне. Поперечные связи, образующиеся в процессе сшивки между макромолекулами полиэтилена, создают трехмерную структуру, которая и определяет высокие электрические и механические характеристики материала, меньшую гигроскопичность, большой диапазон рабочих температур

Конструкция кабелей с изоляцией из СПЭ значительно отличается от традиционных кабелей с бумажной изоляцией. Кабели выпускаются с многопроволочной круглой медной или алюминиевой жилой, а применение различных типов оболочек и возможность герметизации позволяет использовать кабель как для прокладки в земле, так и для кабельных сооружений, в том числе при групповой прокладке[1].

Сферы применения кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена

Исходя из приведенного сравнения можно определить сферы, где применение кабеля из сшитого полиэтилен может быть наиболее целесообразно и принесет наибольший эффект.

Во-первых, исходя из стоимости, это уровни напряжений 15, 20, 35 кВ, где даже первоначальные капитальные затраты на кабель будут ниже.

Во-вторых, при необходимости передачи большой мощности. Классическим примером может послужить вывод мощности от генератора на шины РУ тепловой электростанции. Несколько таких проектов уже были реализованы на российских предприятиях. Как показывает практика,

применение полиэтиленовых кабелей позволяет достичь экономии не только за счет кабельных линий, но и за счет уменьшения затрат на строительную часть. При обслуживании затраты на содержание полиэтиленового кабеля минимальны.

В третьих, кабель из сшитого полиэтилена может исправить ситуацию, когда кабель с бумажной изоляцией даже максимального сечения не проходит по пропускной способности. Так как пропускная способность полиэтиленового кабеля выше и максимальное сечение жилы может достигать 800 кв.мм. целесообразней использовать один кабель большого сечения. Это касается и случаев прокладки «спаренных» кабелей, когда взамен 2-х кабелей 240 кв.мм. целесообразней проложить 1 кабель сечением 500 кв.мм.

Еще одним случаем обязательного применения полиэтиленовых кабелей является наличие большой разности уровней по трассе прокладки. При использовании бумажно-масляных кабелей происходит осушение изоляции кабелей в высоких точках, что может повлечь за собой пробой. При этом даже небольшая разность уровней прокладки может стать причиной многочисленных повреждений на КЛ. В качестве классического примера можно привести ситуацию на одном из нефте-химических предприятий в Сибири, где эксплуатируется большое количество бумажно-масляных кабелей 35 кВ. При заходе кабельных линий на подстанцию перепад уровней составляет 10–15 м. Несмотря на неистекающую изоляцию кабелей, каждая кабельная линия в теле подстанции повреждалась по несколько раз, в результате практически на каждой фазе были установлены соединительные муфты.

Для исключения случаев пробоя бумажных кабелей и обеспечения надежности электроснабжения руководством энергетического комплекса предприятия было принято решение о замене концевых участков кабельных линий на кабель с изоляцией из сшитого полиэтилена.

В пятых, использование кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена необходимо при особых требованиях к надежности электроснабжения, так как повреждаемость СПЭ кабелей чрезвычайно мала.

И, наконец, при наличии требований по нераспространению горения, рекомендуется применять кабели с оболочкой из ПВХ пластиката пониженной горючести, который прошел соответствующие испытания и имеет сертификат на соответствие нормам пожарной безопасности[2].

При прокладке в земле применяется оболочка из полиэтилена высокой плотности, обеспечивающая необходимую защиту кабеля от механических повреждений, как при прокладке, так и в процессе эксплуатации. Если необходима герметизация экрана, используется два разделительных слоя водоблокирующих лент под и поверх медного экрана, накладывае-

мых с перекрытием. При прокладке кабеля в кабельных сооружениях применяется оболочка из ПВХ-пластиката пониженной горючести.

По сумме факторов, кабели с изоляцией из СПЭ более надежны в эксплуатации, требуют меньших расходов на монтаж, реконструкцию и содержание кабельных линий. Это подтверждено почти сорокалетним опытом эксплуатации таких кабелей в большинстве промышленно развитых стран. Например, по данным зарубежных источников, процент электрических пробоев кабелей с изоляцией из СПЭ на два-три порядка меньше, чем у кабелей с БПИ.

Применение кабелей с изоляцией из СПЭ на напряжение 6-35 кВ позволяет решить многие проблемы по надежности электроснабжения, оптимизировать, а в некоторых случаях даже изменить традиционные схемы сетей. Сейчас в США и Канаде доля кабелей с изоляцией из СПЭ составляет 85%, в Германии и Дании - 95%, а в Японии, Франции, Финляндии и Швеции в распределительных сетях среднего напряжения используется только кабель с изоляцией из СПЭ [1].

Благодаря уникальным свойствам, высокой электрической прочности изоляции, низкой повреждаемости, длительному сроку службы СПЭ кабелей, их применение становится не только технически целесообразным, но и экономически выгодным [2].

Список литературы:

1. Электронный ресурс: <http://www.sevcavcabel.ru/stat/stat1.php>.
2. Электронный ресурс: <http://www.energoportal.ru/articles/kabel-s-izolyaciej-iz-sshitogo-polietilena-806.html>.

АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ АТ

Кухарек С.С. (КЭЛ-071)

Научный руководитель – Донченко А.М.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Одной из наиболее важных и сложных задач проектирования силового канала является защита электропривода от недопустимых токов и напряжений в рабочих режимах, в режимах перегрузки и аварий. Причем сложность заключается в оптимизации способов и средств защиты по критериям их эффективности и экономичности. На схеме электропривода цифрами 1-8 обозначены вероятные цепи протекания аварийных токов и

соответствующие им аварийные режимы. Появление аварийных токов может быть вызвано:

- короткими замыканиями входных цепей преобразователя и обмоток двигателя (1,7);
- выходом из строя (пробоем) силовых полупроводниковых приборов преобразователя (3, 6);
- несанкционированным (ложным) включением транзистора АИН (5);
- нарушением изоляции и замыканием на корпус (землю) цепей преобразователя и двигателя (2, 4, 8) при питании от сетей с заземленной нейтралью.

Следствием отключения аварийных токов средствами защиты является возникновение недопустимых перенапряжений, что требует принятия мер по их ограничению в цепях вентилей выпрямителя и, особенно, транзисторов АИН.

Аварийные режимы 1-4 опасны для вентилей выпрямителя. Благодаря большому кратности допустимых ударных токов и значениям интегралов I^2t этих вентилей (диодов, тиристоров) их защита может быть обеспечена автоматическим выключателем либо быстродействующими плавкими предохранителями во входных цепях преобразователя. Нижний отрезок мощностного ряда АТ (до 90 кВт) ориентирован на защитный автоматический выключатель либо предохранители Заказчика, которые, как показывает практика, имеются на подавляющем большинстве объектов эксплуатации. Исполнения верхнего отрезка мощностного ряда (110-315 кВт) имеют встроенные предохранители во входных цепях.

Ограничение неповторяющихся коммутационных перенапряжений в цепях вентилей обеспечено защитными RC-цепями либо вариаторами.

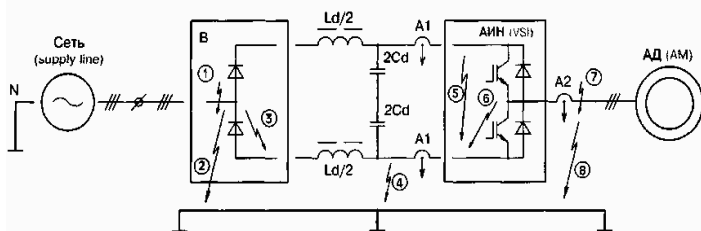


Рисунок 1 - Аварийные цепи силового канала электропривода

Аварийные токи режимов 5-8 протекают в цепях транзисторов АИН, существенно более уязвимых к токовым перегрузкам. Защитить IGB T аппаратными средствами силовых цепей практически невозможно. В режимах 5-7 ситуация усугубляется огромной энергией мощного конденсатора Cd (тысячи микрофарад) фильтра звена постоянного напряжения: $Cd \cdot Ud^2/2$. Здесь возможно лишь быстродействующее (1-3 мкс) выключение транзисторов по цепям управления. Для этих целей в цепи силового

канала электропривода включены безынерционные датчики тока. Кроме того, аварийное выключение транзисторов может осуществляться специальными формирователями управляющих сигналов — интеллектуальными драйверами с функциями защиты. На схеме показаны два варианта включения датчиков тока: А1 во входных цепях (постоянного тока) АИН либо А2 в выходных цепях (переменного тока) АИН. Датчики А1 фиксируют аварийные токи всех режимов 5-8. Включение двух датчиков А1 обусловлено режимом 8, в котором аварийный ток протекает лишь по одной из двух входных цепей АИН. В остальных режимах достаточно одного датчика А1. Датчики А2 фиксируют аварийные токи режимов 6-8 (в режиме 6 фиксируется дисбаланс трехфазных токов АД). Режим 5 при этом исключается системой управления, а также специальной схемой включения и свойствами драйверов. С позиций минимизации паразитной индуктивности входных цепей АИН и соответствующего уменьшения коммутационных перенапряжений на IGBT предпочтительнее вариант включения датчиков А2. Тем не менее, в некоторых исполнениях нижнего отрезка ряда АТ использовано включение датчиков А1 в сочетании с «легкими» защитными RCD-цепями на зажимах IGBT-модулей. В верхнем отрезке ряда использовано включение датчиков А2. Это обусловлено типами применяемых модулей и компоновочными решениями. Следует отметить особенность режима 8: скорость di/dt нарастания аварийного тока ограничена индуктивностями L_d и сети. Время достижения этим током значения уставки срабатывания защиты может оказаться достаточным для теплового пробоя ЮВТ. Это обстоятельство актуально при использовании датчиков А1, датчики А2 сразу же зафиксируют дисбаланс трех токов. К аварийным относятся также режимы исчезновения и внезапного появления напряжения питающей сети и двигателя (обрыв фазы). Контроль входного и выходного напряжений электропривода, в т. ч. и недопустимых отклонений напряжения сети, осуществляют специальные датчики напряжения в силовом канале электропривода, воздействующие на систему управления и защитные аппараты.

Во всех электроприводах АТ предусмотрена возможность автоматического повторного включения при восстановлении напряжения питающей сети (режим программируемый).

Всесторонние исследования аварийных процессов и испытания в аварийных режимах различных исполнений электроприводов АТ подтвердили высокую надежность и эффективность принятых схемотехнических решений и устройств защиты.

Список литературы:

1. Донченко А.М. Асинхронный транзисторный электропривод // Анализ аварийных режимов и организация защиты в электроприводах АТ, 2010, ст.23

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (ВИЭ) В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Ламзин А.А. (КЭЭС-101)

Научный руководитель – Копейкина Т.В.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Энергоэффективная экономика базируется на трех компонентах:

- энергоэффективность использования топливно-энергетических ресурсов в их производстве, транспортировке и потреблении – то есть достижение научно-обоснованных значений потерь топлива и/или энергии на всех стадиях жизненного цикла, а также удельной энергоемкости производства продукции и удельного энергопотребления продукции, работ, услуг при соблюдении ограничений техногенного влияния на окружающую среду процессов добычи, транспортировки и переработки топлива, производства, передачи и распределения электрической и тепловой энергии;

- энергоэффективность использования минерально-сырьевых ресурсов, материалов и изделий – то есть сокращение расхода их на единицу работы, услуг, полезного эффекта, а так же на конечное изделие, здание и сооружение;

- использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в производстве топлива и энергии (замещение органического топлива).

Последний пункт особенно интересен и предоставляет множество направлений для работы. Солнечная энергия: прямое преобразование в электрическую энергию (фотоэлектричество), в электроэнергию (термодинамический цикл) и в тепловую энергию (солнечные коллекторы). Ветровая энергия - производство электрической (ВЭУ) и механической энергии (водоподъемные ВЭУ). Энергия рек и водоемов - производство электрической энергии (ГЭС большой и средней мощности, малые и микро ГЭС), механической энергии (водяные мельницы). Геотермальная энергия - производство электрической энергии (ГеоЭС) и тепловой (геотермальная ТЭС, тепловые насосы), а также прямое использование горячей воды. Энергия океана - производство электрической энергии на приливных электростанциях (ПЭС), волновые установки и установки, использующие градиент температур. Низкопотенциальное тепло - производство тепловой энергии (тепловые насосы). Биомасса - производство электрической и тепловой энергии и топлива путем прямого сжигания биомассы (электростанции, котельные), получения жидкого и газообразного топлива (биогазовые и газогенераторные установки, технологии пиролиза и «быстрого» пиролиза) и производства биоэтанола и биодизеля.

В начале 90-х мир неудержимо вошел в полосу энергетического кризиса, т.е. ситуации, когда, на фоне неуклонного роста цен на традиционные энергоносители, их сжигание стало создавать серьезную угрозу для экологической обстановки и изменения мирового климата, а, значит, и угрозу для всей среды обитания человека.

Понимание этой глобальной опасности заставило выдвинуть тезис о применении возобновляемых источников энергии (ВИЭ), как той энергетической альтернативы, посредством которой энергетический кризис, как виделось, может быть чудесным образом преодолен. Весьма разумный и практичный тезис. Однако, прошло более 15-ти лет.... Америка и Европа за этот период понесли значительные финансовые издержки на развитие технологий для преобразования ВИЭ в полезную энергию для жизнедеятельности человека, но чудо не состоялось.

Обозначим аргументы за ВИЭ:

- возобновляемая энергетика (ВЭ) – это наиболее быстрый и дешевый способ решения проблем энергоснабжения (электроэнергия, тепло, топливо) удаленных труднодоступных населенных пунктов, не подключенных к сетям общего пользования, фактически речь идет о жизнеобеспечении 10-15 млн человек;

- сооружение энергетических установок ВЭ – наиболее быстрый и дешевый способ энергообеспечения предприятий малого и среднего бизнеса, а это дополнительные рабочие места в деревнях и малых городах, где безработица – прямой путь к нищете;

- сооружение объектов ВЭ не требует больших единовременных капитальных вложений и осуществляется за короткое время (один – три года), в отличие от 5-10-летних периодов строительства объектов традиционной энергетики;

- крупные объекты ВЭ – это сокращение дефицита мощности и энергии в дефицитных энергосистемах, т.е. устранение препятствий в развитии промышленности;

- отсутствие потенциальной опасности техногенных катастроф;

- развитие ВЭ – это развитие инновационных направлений в промышленности, расширение внутреннего спроса на изделия машиностроения, а также расширение экспортных возможностей. Только на основе расширения внутреннего спроса возможно устойчивое развитие страны, как справедливо утверждают настоящие экономисты всех общественных формаций.

Далее, возобновляемая энергетика стремительно развивается более, чем в 80 странах. В условиях кризиса темпы роста в 2006 -2008 годах по отношению к предыдущему году составили:

- по ветроэнергетике 20-25%;

- по фотоэнергетике 40-45%;

- по солнечным коллекторам 10-15%.

Развитие возобновляемой энергетики означает повышение экологической безопасности в локальных территориях, т.е. снижение вредных выбросов от электрических и котельных установок в городах со сложной экологической обстановкой, в местах массового отдыха населения, санитарно-курортных местностях и заповедных зонах.

Обозначим аргументы против ВИЭ:

- нестабильность производства энергии;
- низкая плотность энергии;
- дороговизна оборудования и вырабатываемой энергии;
- необходимость резервирования мощности ВЭС;
- малая мощность ветростанции (по сравнению с традиционными электростанциями);
- потребление реактивной мощности.

Таблица 1 - Выработка электрической энергии в России на базе возобновляемых источников энергии, включая малые ГЭС, млн. кВт•ч.

№ п/п	Период	2006г	2007г	2008г.	2009г.	2010г.
1	Ветростанции	9,88	9,63	7,46	7,74	5,535
2	Геотермальные электростанции	395,1	390	462,6	484,7	464,5
3	Малые ГЭС	2738	2788	2548,5	2659,2	2814,1
4	Тепловые электростанции на биомассе	5518,1	56707,7	5562,9	5833,4	5941,2
ИТОГО:		5574,68	6908,23	5631,4	5968,7	5609,7
Производство электроэнергии на электростанциях России		931900	953100	931381	1008256	1033327
Доля возобновляемых источников энергии, %		0,6	0,73	0,61	0,6	0,55

Таблица 2 - Общая оценка использования ВИЭ в 2010 г. Внутреннее потребление

	Производство электроэнергии, млрд. кВтч	Производство тепловой энергии, млн. Гкал
Всего, на базе ВИЭ	5,974	62,5
Общее производство	1033,3	1604
Доля ВИЭ в общем производстве, %	0,58	3,9

Таким образом, выделим краткие выводы по обозначенной проблеме:

1. Доля ВИЭ в производстве электроэнергии без крупных ГЭС в Европе к 2020 г. составит около 20%.
2. Доля ветровой энергии в производстве электрической энергии в мире к 2020 г. составит около 10%, общая установленная мощность ветроустановок достигает 1200 ГВт.
3. Производство жидкого топлива из биомассы к 2020 г. возрастет более чем в 15 раз и достигнет 1 трлн. литров в год.

4. Мощность фотоэлектрических установок в мире к 2020 г. достигнет 800-1000 ГВт.

5. Россия катастрофически отстает по объему использования ВИЭ как в натуральном, так и в стоимостном выражении. Доля производства электроэнергии в России к 2020 г. должна достичь 4,5% или 60-70 млрд. кВт•ч (требуемый вклад мощности: 15-19 ГВт). России необходимо завершить разработку нормативных документов по стимулированию использования ВИЭ, предусмотренных Федеральным законом №37-ФЗ «Об электроэнергетике» и приступить к разработке закона по стимулированию использования ВИЭ для производства тепловой энергии, топлива и автономных энергоустановок.

6. Необходимо разработать проект Федерального закона «О дополнительных мерах по стимулированию использования возобновляемых источников энергии», включающий: стимулирование производства электроэнергии в районах автономного энергоснабжения и физическими лицами; стимулирование производства тепловой энергии и топлива с использованием ВИЭ.

7. Необходимо разработать методические указания по декомпозиции целевых показателей по производству электрической и тепловой энергии с использованием ВИЭ.

8. Необходимо разработать схему размещения объектов возобновляемой энергетики.

Список литературы:

1. Пополов А.С. Солнечный транспорт – М.: Транспорт, 1996 г. – 166 с.

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 КВ

Мадаров А.Б. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Сошинов А.Г.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Протекание тока по элементам электрической сети сопровождается потерями напряжения. В результате по мере удаления от источника питания напряжение уменьшается. В то же время для нормальной работы электроприемников подводимое к ним напряжение может только незначительно отличаться от номинального напряжения и должно находиться в допустимых пределах. Согласно ГОСТ 13109-97 на качество электроэнергии для большинства электроприемников отклонение напряжения от номинального значения не должно превышать $\pm 5\%$.

Обеспечить выполнение требований к отклонениям напряжений в современных ЭЭС без применения специальных мер и устройств невозможно, что наглядно демонстрируется схемой передачи электроэнергии (рис. 1). Если принять, что на пути от генераторов электростанций до приемников электрическая энергия претерпевает четыре трансформации, при каждой трансформации потери напряжения составляют 5 %, а в каждой из сетей - 10 %, то суммарные потери напряжения могут составить 60 %.

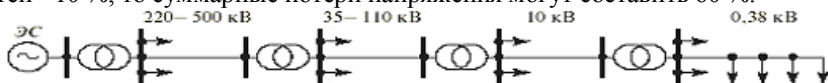


Рисунок 1 - Схема передачи электроэнергии

Регулирование напряжения трансформатора — изменение числа витков обмотки трансформатора. Применяется для поддержания нормального уровня напряжения у потребителей электроэнергии. Для обеспечения допустимых уровней напряжения в ЭЭС используются специальные технические средства — регулирующие устройства.

Регулирования напряжения осуществляется:

- генераторами электростанций, в которых увеличение тока возбуждения ведет к увеличению ЭДС и напряжения на шинах генераторного напряжения;
- трансформаторами и автотрансформаторами;
- компенсирующими устройствами (синхронными компенсаторами - плавно, батареями статических конденсаторов - ступенчато);
- изменением параметров сети применением установок продольной компенсации (УПК);
- в замкнутых сетях - перераспределением потоков активной и реактивной мощности.[3]

Рассмотрим подробнее способ изменения соотношения числа обмоток первичной и вторичной цепи трансформатора (коэффициента трансформации).

По конструктивному выполнению различают два типа трансформаторов понижающих подстанций:

- с переключением регулировочных ответвлений без возбуждения, т.е. с отключением от сети (трансформаторы с ПБВ);
- с переключением регулировочных ответвлений под нагрузкой (трансформаторы с РПН). Обычно их регулировочные ответвления выполняются на стороне высшего напряжения, которая имеет меньший рабочий ток. При этом облегчается работа переключающего устройства.

Переключение без возбуждения используется во время сезонных переключений, так как предполагает отключение трансформатора от сети, что невозможно делать регулярно, не лишая потребителей электроэнергии. ПБВ позволяет изменить коэффициент трансформатора в пределах

от -5% до $+5\%$. На маломощных трансформаторах выполняется с помощью двух ответвлений, на трансформаторов средней и большой мощности с помощью четырех ответвлений по $2,5\%$ на каждое.[1]

Ответвления чаще всего выполняются на той стороне, напряжение на которой в процессе эксплуатации подвергается изменениям. Обычно это сторона высшего напряжения. Выполнение ответвлений на стороне высшего напряжения имеет также то преимущество, что при этом ввиду большего количества витков отбор $\pm 2,5\%$ и $\pm 5\%$ количества витков может быть произведён с большей точностью. Кроме того, ток на стороне высшего напряжения величина силы тока меньше и переключатель получается более компактным.

При переключении ответвлений обмотки с отключением трансформатора, переключающее устройство получается проще и дешевле, однако переключение связано с перерывом энергоснабжения потребителей и не может проводиться часто. Поэтому этот способ применяется главным образом для коррекции вторичного напряжения сетевых понижающих трансформаторов в зависимости от уровня первичного напряжения на данном участке сети в связи с сезонным изменением нагрузки.

Регулирование напряжения под нагрузкой применяется для оперативных переключений, связанных с постоянным изменением нагрузки (например, днём и ночью нагрузка на сеть будет разная). В зависимости от того, на какое напряжение и какой мощности трансформатор, РПН может менять значение коэффициента трансформации в пределах от $\pm 10\%$ до $\pm 16\%$ (примерно по $1,5\%$ на ответвление). Регулирование осуществляется на стороне высокого напряжения, так как величина силы тока там меньше, и соответственно, устройство РПН выполнить проще и дешевле [2].

Регулирование может производиться как автоматически, так и вручную из диспетчерского пульта управления.

Рассмотрим на примере участка распределительной сети $U=10\text{кВ}$ требуемые ответвления ПБВ трансформаторов Т1 и Т2 (рис. 2).

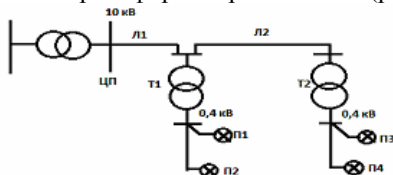


Рисунок 2 - Распределительная сеть $U=10\text{кВ}$

Заданы следующие параметры: линии Л1: $g_{л1} = 2,36\text{ Ом}$; $x_{л1} = 0,37\text{ Ом}$; линии Л2: $g_{л2} = 2,5\text{ Ом}$; $x_{л2} = 0,15\text{ Ом}$; трансформатора Т1: ТМ 630/10; трансформатор Т2: ТМ 400/10; мощность, отпускаемая с шин $0,4\text{ кВ}$ Т1: $S_{1НБ} = 250 + j120\text{ кВА}$; $S_{1НМ} = 120 + j50\text{ кВА}$; мощность, отпускаемая с шин $0,4\text{ кВ}$ Т2: $S_{2НБ} = 320 + j150\text{ кВА}$; $S_{2НМ} = 140 + j50\text{ кВА}$.

В ходе расчета параметров распределительной сети необходимо оценить потери напряжения в сети СН и в трансформаторах Т1 и Т2; определить требуемые ответвления ПБВ трансформаторов Т1 и Т2; определить допустимые границы изменения установившегося отклонения напряжения на шинах центра питания по условию обеспечения требований ГОСТ 13109-97 на выводах всех электроприемников.

Для этого производится расчет потерь мощности, потерь напряжения на участках цепи в режимах наибольшей и наименьшей нагрузок. На основании полученных результатов определим требуемые ответвления ПБВ трансформаторов Т1 и Т2.

Положение регулировочных ответвлений ПБВ трансформаторов 10/0,4 кВ выбираются с учетом потерь напряжения в сети среднего напряжения и в трансформаторе.

Применение устройств ПБВ на трансформаторах 6—10/0,4 кВ позволяет «компенсировать», потери напряжения от шин центра питания до шин 0,4 кВ трансформаторных подстанций, повышая напряжение в сети 380 В.

В рассматриваемом примере, суммарные потери напряжения от шин центра питания до шин 0,4 кВ трансформаторных подстанций в режиме наибольшей нагрузки составят в процентах:

$$\Delta U_{\text{Т1,НБ}} = \Delta U_{\text{Л,НБ}} + \Delta U_{\text{Т1,НБ}} = 1,51 + 1,6 = 3,11\%$$

$$\Delta U_{\text{Т2,НБ}} = \Delta U_{\text{Л,НБ}} + \Delta U_{\text{Т2,НБ}} + \Delta U_{\text{Т2,НБ}} = 1,51 + 0,52 + 2,9 = 5,02\%$$

Потери напряжения от шин центра питания до шин 0,4 кВ первой трансформаторной подстанции $2,5 < \Delta U_{\text{Т1,НБ}} < 5$, поэтому на первом трансформаторе регулировочное ответвление целесообразно установить во второе положение, введя добавку напряжения $E_{\text{T1}} = 2,5\%$.

Аналогично на втором трансформаторе $5 < \Delta U_{\text{Т2,НБ}} < 7,5$, поэтому регулировочное ответвление устанавливаем в третье положение, вводя добавку напряжения $E_{\text{T2}} = 5\%$.

Зная потери напряжения в режиме наибольшей и наименьшей нагрузки и добавки напряжения, создаваемые устройствами ПБВ на трансформаторах Т1 и Т2, можно определить значения установившегося отклонения напряжения на шинах ЦП по условию, что на выводах ближайших к шинам 0,4 кВ электроприемников (П1, П3), во всех режимах напряжение не будет выходить за нормально допустимый уровень 5 %, а на выводах удаленных от шин ТП электроприемников (П2, П4) напряжение не опустится ниже -5 %.

Сопоставляя результаты расчетов допустимых значений отклонения напряжения в центре питания в режиме наибольших и наименьших нагрузок можно сделать следующие выводы.

В режиме наибольшей нагрузки на шинах центра питания верхнее значение нормально допустимого отклонения напряжения не должно превышать 6,93 %, так как при большем напряжении на выводах электроприемника ПЗ напряжение превысит нормально допустимый уровень 5 %. Нижняя граница в режиме наибольшей нагрузки не должна опускаться ниже 1,93 так как при меньшем напряжении на выводах электроприемника П4 напряжение опустится ниже -5 %.

В режиме наименьшей нагрузки на шинах центра питания верхнее значение нормально допустимого отклонения напряжения не должно превышать 2,87 %, так как при большем напряжении на выводах электроприемника ПЗ напряжение превысит нормально допустимый уровень 5 %. Нижняя граница в режиме наибольшей нагрузки не должна опускаться ниже -3,85, так как при меньшем напряжении на выводах электроприемника П2 напряжение опустится ниже -5 %.

Список литературы:

1. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 648 с.
2. Карташев И.И., Тульский В.Н. Управление качеством электроэнергии. — М.: Издательский дом МЭИ, 2006. — 320 с.
3. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. - М.: ЭНАС, 2009. - 456 с.
4. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учебное пособие для вузов. 4-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФЕНА В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ

Макаровичкин А.А. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Рыбкина И.Ю.

ФГОУ СПО «Камышинский технический колледж»

Тел. 8(844-57) 4-15-38, 4-13-56, E-mail: kolledgKTK@yandex.ru

Графен был получен всего несколько лет назад и уже занял ведущее место среди новых суперматериалов, которые, по оценкам экспертов, могут радикально преобразовать современную электронику и нанотехнологию. Этот двумерный материал с гексагональной кристаллической структурой (Рис. 1) отличается необычными механическими и электрическими свойствами. По прочности на разрыв он превосходит сталь в 200 раз, а масса пленки графена толщиной в один атомный слой размером с футбольное поле составляет менее 1 г. Удельное электрическое сопротивление этого материала при комнатной температуре равно ~1 мкОм·см, что на 35%

меньше, чем у меди, подвижность носителей заряда при комнатной температуре составляет 20 м²/В·с против 0,15 м²/В·с для кремния и 0,77·10³ м²/В·с для антимонида индия, характеризуемого самой высокой подвижностью носителей заряда среди современных полупроводниковых материалов. Все это делает графен весьма перспективным для реализации на его основе микросхем, измерительных устройств, биодатчиков, ультраконденсаторов, гибких дисплеев и других инновационных устройств, превосходящих по своим характеристикам современные приборы.

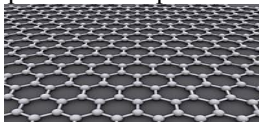


Рисунок 1 - Кристаллическая структура графена

Группа исследователей изготовила на основе графеновой пленки новый тип суперконденсатора, который может сохранить в пересчете на единицу массы столько же энергии, сколько и никелево-гидридные аккумуляторные батареи. Но, в отличие от аккумуляторов, суперконденсатор может быть заряжен или разряжен всего за несколько секунд. Новый суперконденсатор имеет плотность хранения энергии 85,6 Втч/кг при комнатной температуре и 136 Втч/кг при температуре 80 °С. Такие значения делают эти суперконденсаторы рекордсменами среди суперконденсаторов, изготовленных с применением углеродных наноматериалов. Новое устройство было создано группой ученых во главе с Бором Джангом (Bor Jang) из американской компании Nanotek Instruments. Электроды конденсатора изготовлены из графена, смешанного в определенных пропорциях с ацетиленовым составом Super P, который действует в качестве токопроводящей добавки, и связующего наполнителя PTFE. Над данной технологией создания суперконденсаторов продолжают работу независимые группы ученых из компании Angstrom Materials и Технологического университета Далиня (Dalian University of Technology) в Китае. Целью этих дальнейших исследований является еще большее увеличение удельной электрической емкости суперконденсаторов параллельно с разработкой технологии их промышленного производства.

Компания IBM недавно провела демонстрацию разработанного ее сотрудниками самого быстрого на сегодняшний день графенового транзистора, который способен осуществлять до 155 миллиардов циклов в секунду – рабочая частота 155 ГГц. Предыдущий рекорд экспериментального транзистора, также разработанного сотрудниками IBM, улучшен примерно на 50%. Тогда, в феврале прошлого года IBM сообщала о создании графенового транзистора с частотой около 100 ГГц. Помимо заметного повышения рабочей частоты графенового транзистора разработчикам удалось радикально снизить его размеры. Если ширина затвора

«прошлогоднего» транзистора составляла 240 нанометров, то теперь удалось создать транзистор с шириной затвора всего 40 нанометров. Для графеновых транзисторов характерен наномасштабный термоэлектрический эффект, способствующий охлаждению элементов, - к такому выводу пришли специалисты Университета штата Иллинойс. Исследователи с помощью наконечника атомно-силового микроскопа измеряли температуру работающего графенового транзистора. В ходе экспериментов было зарегистрировано неожиданное явление: в точках соприкосновения графена с металлом проводников возникает эффект термоэлектрического охлаждения настолько сильный, что он позволяет снизить температуру всего транзистора. По мнению исследователей, их открытие означает, что для графеновой электроники нужно лишь минимальное охлаждение, либо охлаждать ее вообще не потребуется. Разумеется, в обозримом будущем графеновые транзисторы не смогут заменить привычные кремниевые аналоги, так как графен не является полупроводниковым материалом с достаточно широкой запрещенной зоной. Но свое применение в электронике он непременно найдет. Это, в первую очередь, беспроводные коммуникации, сети, радарные установки и системы формирования изображений. Огромную роль отводят графену и в аналоговой электронике, для обработки аналогового сигнала – графеновый транзистор будет затрачивать на подобные задачи гораздо меньше времени, нежели современные кремниевые чипы.

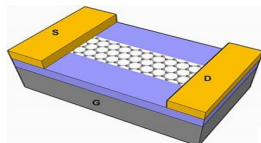


Рисунок 2 - Схема полевого транзистора на основе графеновой наноленты. Палладиевые контакты (S, D) размещены на изолирующей поверхности (голубой слой) диоксида кремния толщиной 10 нм. Под слоем SiO_2 расположен высокопроводящий кварцевый слой G

Физикам из Университета Манчестера, при поддержке коллег из Голландии и России, удалось впервые синтезировать новый удивительный материал графан - лист графена, к каждому атому углерода которого присоединен один атом водорода (Рис .3). Свойства графана делают весьма заманчивым его использование в электронике и водородной энергетике. После открытия графена, его не раз пытались синтезировать, но без особого успеха. Дело в том, что для присоединения водорода к графену необходимо сначала разбить его молекулу на атомы. А для этого обычно требуется высокая температура, которая разрушает даже прочную гексагональную структуру графена. В Манчестере нашли способ обойти эту проблему, применив для разрушения молекул водорода электрический разряд. Исследование электрических и структурных свойств графана показало, что в нем, в согласии с предсказаниями теоретиков, к

каждому атому углерода присоединен один атом водорода. При этом гексагональная структура графена не нарушается, но атомы углерода немного разворачиваются и сближаются друг с другом, вылезая по разные стороны от плоскости графена. Эти изменения превращают графан в хороший диэлектрик. При нагреве графана водород улетучивается, и первоначальная структура графена полностью восстанавливается. Благодаря своим свойствам и малой массе, графан поможет решить проблему хранения водорода. А это, как известно, главное препятствие, стоящее на пути зарождающейся водородной энергетики. Но самым интересным представляется его использование в графеновой электронике. Теперь ясно, что если присоединить водород в нужных местах графенового листа, то удастся превратить его в диэлектрик. То есть с помощью водорода на графене можно рисовать электронные схемы.

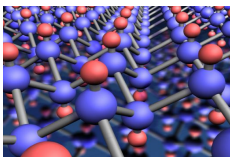


Рисунок 3 - Кристалл графана

Список литературы:

1. <http://www.electronics.ru/issue/2009/6/16>
2. <http://www.dailytechinfo.org/nanotech/1883-superkondensator-na-osnove-grafena-ustanavlivaet-novyj-rekord-yelektricheskoy-emkosti.html>
3. <http://www.it-day.ru/the-news/263-ibm-graphen-155-ghz.html>
4. <http://www.nanonewsnet.ru/news/2008/grafenovyi-proryv>
5. http://www.3dnews.ru/editorial/it_graphane

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА ПРОВОДНИКОВ

Мальнев М.А., Посевкин Р.В. (ВПИ, гр. ВВТ-307)

Научные руководители – Суркаев А.Л., Зубович С.О.

Волжский политехнический институт (филиал) ВолГТУ

Тел.: (8443) 33-78-84; E-mail: vpf@volpi.ru

Целью данной работы является изучение работы экспериментальной установки для исследования электрического взрыва проводников.

Электрический взрыв металлических проводников (ЭВП) [1,2], представляющее собой уникальное физическое явление, кроме всего прочего сопровождается порождением страт – чередующихся слоёв с различным значением плотности вещества. На сегодняшний день не существует единой точки зрения, объясняющий данный феномен. В частности, возник-

новение страт можно рассматривать как результат развития перегревных магнито-гидродинамических (МГД) - неустойчивостей [3]. В случае, когда удельное сопротивление вещества увеличивается с ростом температуры, развитие перегревных МГД-неустойчивостей приводит к возникновению страт. Стратообразование также наблюдается при электрическом взрыве фольг (ЭВФ) [4].

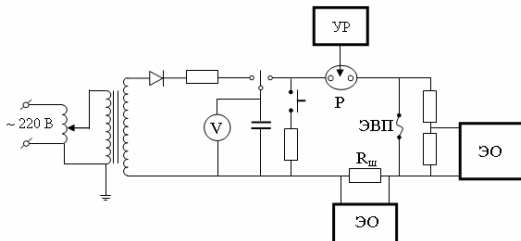


Рисунок 1

Экспериментальная установка является традиционной и представляет собой энергетический накопитель (рис.1) конденсаторного типа с электродной системой, предназначенной для осуществления электрического взрыва плоской фольги. Накопитель установки набирался из конденсаторов марки КБГ-П-2 кВ в количестве 32 шт., соединенных между собой параллельно, емкостью $C = 10 \text{ мкФ} \pm 10\%$. Максимальная запасенная энергия в накопителе составляет $W = 640 \text{ кДж}$, общая электрическая емкость равна $C = 320 \text{ мкФ}$, индуктивность разрядного контура равна $L = 78,5 \text{ мкГн}$ которая определялась экспериментально измерителем импеданса Е7-14, максимальное напряжение конденсаторов $U_0 = 2 \text{ кВ}$. Взрывающаяся фольга располагалась между двумя полосками стекла, причем одна поверхность фольги располагалась непосредственно на нижнем стекле, второе же стекло находилось на расстоянии $h = 2 \text{ мм}$ от первого. На рис. 2 представлена характерная осциллограмма разрядного тока от времени.

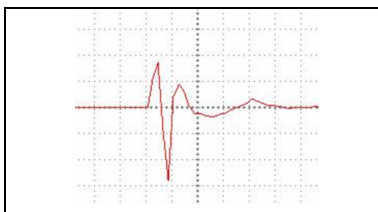


Рисунок 2

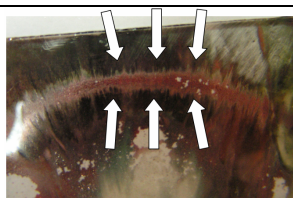


Рисунок 3

Результатом экспериментов является получение образцов, где наблюдается поперечное чередование плотности вещества (на рис. 3 показано белыми стрелками) электрического взрыва алюминиевой фольги.

Список литературы:

1. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. - М: Энергоиздат, 1990. - 217 с.
2. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости. - Киев: Наукова думка, 1986. – 205 с.
3. Орбешкин В.И. Перегревные неустойчивости при электрическом взрыве проводников. // Письма в ЖТФ. 2009. Т. 35. В. 1. С. 76-81.
4. Белько В.О., Емельянов О.А. Исследование наносекундного электрического взрыва тонких алюминиевых пленок. // Письма в ЖТФ. 2009. Т. 35. В. 18. С. 58-64.

СВЕТОДИОДНЫЕ ПРОЖЕКТОРЫ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК

Носов В.С. (КЭЛ-071)

Научный руководитель – Галушак В.С.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

При выполнении строительных работ на объекте часто нельзя разместить источник света вблизи рабочей площадки. В этом случае требуется послать световой поток на значительное расстояние. Осветительными приборами, выполняющими такое освещение, являются прожекторы. Прожекторы в настоящее время широко применяются для освещения строительных площадок, котлованов, погрузочно-разгрузочных терминалов со строительными материалами, карьеров по добыче инертных материалов.

Применение прожекторов в строительстве упрощает электрическую сеть, снижает трудоемкость обслуживания осветительной установки, улучшает соотношение освещенностей горизонтальных и вертикальных поверхностей. К недостаткам прожекторного освещения следует отнести образование резких теней при малом количестве осветительных приборов на строительной площадке, сильное слепящее действие прожекторов и значительное потребление электрической энергии современными источниками света.

Первые сообщения о появлении мощных светодиодных прожекторов приходятся на середину прошлого десятилетия [1]. Основной причиной стремительного развития светодиодных прожекторов является уникальные свойства светодиодов как источников света. Это прежде всего, высокая светоотдача, которая составляет на сегодняшний день в промышленных образцах светодиодов 110-130 лм/Вт, в лабораторных образцах 400 лм/Вт. Кроме того производители светодиодов заявляют рабочий ресурс светодиодов до 100 000 часов, что в 100 раз превосходит таковой для лампы накаливания и в 10 раз для дугоразрядных ламп. Устойчи-

вость к вибрациям ударам, негативному воздействию окружающей среды, малые потребляемые токи и связанные с этим лёгкие малогосечения кабели питающих электрических сетей, делают такие источники света незаменимыми в условиях открытых строительных площадок и во временных переносных системах освещения.

В настоящее время перспективными для применения в прожекторах являются светодиоды, выполненные по технологии Chip on Board (COB). Данная технология позволяет создавать мощнейшие точечные источники света, которые представляют собой массив светодиодных чипов, установленных на единую плату и покрытых общим слоем люминофора. Для производства светодиодов используются платы, выполненные из сплава на основе меди и материалов с высокой теплопроводностью, что позволяет получать рекордно низкое тепловое сопротивление — 0,5–2 К/Вт и обеспечивать эффективный теплоотвод. К выпуску таких светодиодов приступила фирма «ОПТОГАН» из Санкт-Петербурга (Рис1)[2].



Рисунок 1 - Светодиод COB

Новые светодиоды «Оптоган» дают равномерный белый свет без эффекта множественных теней в отличие от массивов (кластеров) дискретных светодиодов, что положительно скажется на освещённости рабочих мест строителей. Кроме того коэффициент цветопередачи светодиодных прожекторов почти вдвое лучше чем у применяемых в настоящее время с разрядными лампами, что важно при выполнении окрасочных и отделочных работ.

В процессе исследований светодиодных осветительных приборов авторы опробовали конструкции и разработал схемы двух экспериментальных прожекторов для применения в строительстве. Экспериментальные прожекторы получили маркировку: ПЗСД 3000 lm/27W – прожектор заливающего света светодиодный световой поток 3000 люменов, потребляемая мощность 27 Ватт, и ПЗСД 800 lm/7W – 800 люменов и 7 Ватт соответственно. Степень защищённости от атмосферных воздействий экспериментальных прожекторов соответствуют IP 65, а по ударопрочности IK 09 (вандалозащищённые) (табл.1).

Таблица 1 - Характеристики экспериментальных светодиодных прожекторов

Прожектор ПЗСД 3000 lm/27 W	Прожектор ПЗСД 800 lm/7 W
	
<p>Прожектор наружной установка на 5 светодиодов. Потребляемая активная мощность – 26,5 Вт. Возможно увеличение мощности еще на 30 процентов, примерно на эту же величину увеличится световой поток. Диапазон рабочих температур -50 до +50. Пульсация светового потока отсутствует. Световой поток 3000 люменов.</p>	<p>Прожектор наружной и внутренней установки 20 светодиодов. Активная потребляемая мощность -6,25 Вт. Полная мощность 23ВА. Повышает коэффициент мощности в сети потребителя. Диапазон рабочих температур -50 до +50. Коэффициент пульсаций светового потока 30% (возможно снижение до 5%). Световой поток 800 люменов.</p>

Расчетный анализ сравнительного потребления электроэнергии в ноябре расчётного года системой освещения стройплощадки состоящей из 5 типовых прожекторов СЗ 385 и вновь разработанных 5 и светодиодных прожекторов ПЗСД-3000 lm/27 W приведены в таблице2.

Таблица 2 - Сравнительные объёмы потребления электроэнергии системой освещения стройплощадки из 5 прожекторов, кВт·ч

Тип прожектора	Дата			Всего за месяц
	1-10.11	11-20.11	21-30.11	
ПЗСД 3000 lm	10.8	12.1	13.5	36.4
СЗ 385	60	67.5	75	202.5

Выводы:

В результате применения светодиодных прожекторов достигнута экономия электроэнергии при эксплуатации системы освещения за один месяц в объёме 266,1 кВт·ч или 356%. Библиографический список

Список литературы:

1. Светодиодный прожектор стал реальностью//Нит разработки в электронике, Ж., №6, 2004, с.25
2. http://led-e.ru/news/optogan_25_02_2011.php

КРЫШНАЯ СЭС МОЩНОСТЬЮ 20 КВТ

Пасменко О.С. (КЭЛ-091), Титов Д.Е. (КЭЛ-061)

Научный руководитель – Галушак В.С.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

В соответствии с заданиями п. 5, 7 ст.14 и п.1, 2 ст.24 закона «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ должно быть разработано строительство объектов, использующих в качестве источников энергии возобновляемые источники.

Во исполнение указанных заданий мы предлагаем разработать технический проект крышной солнечной электростанции (СЭС) установленной мощностью 20 кВт для бюджетных организаций г. Камышина, что снизит потребление покупной электроэнергии.

Энергия солнца уже сейчас используется в большинстве развитых стран. Мировыми лидерами по применению энергии солнца и ветра являются США, Германия, Нидерланды (рис. 1).



Рисунок 1 - В штате Невада установлена крупнейшая в США солнечная электростанция

Мы сделали расчет крышной СЭС на примере одного из корпуса нашего учебного заведения. В среднем 1 корпус КТИ потребляет 200 000 кВт·час в год. Площадь одного корпуса Камышинского технологического института (КТИ), пригодными для монтажа крышных солнечных электростанций 960 м².

Возможно использование солнечных панелей Рязанского завода металлургических приборов. При этом мощность одной панели размерами 1220×550 мм около 75 Вт. Для мощности 20 кВт на СЭС достаточно 267 солнечных панелей, размещенных на крыше корпуса. При этом стоимость крышной СЭС с использованием данных солнечных панелей составляет 4 710 000 руб.

Но мы предлагаем для расчета годовой выработки электроэнергии принять в качестве основного модуля солнечной батареи фотоэлектрический модуль, изготовленный с использованием двух новых технологий: гетерогенный фотоэлемент преобразующего видимый и инфракрасный свет в электричество и голографической солнечной панели (Рис. 2).

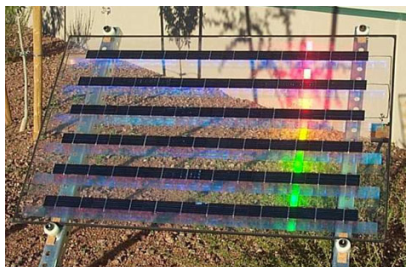


Рисунок 2 - Первый прототип коммерческой голографической солнечной батареи (фото с сайта nrel.gov)

У гетерозлектрического фотоэлемента наблюдается высокая эффективность преобразования энергии светового потока видимого спектра (54%), и есть возможность получения электроэнергии ночью и в облачную погоду за счет высокой эффективности преобразования инфракрасного света в электроэнергию (31%); кроме того, фототок гетерозлектрического фотоэлемента вчетверо выше, чем у солнечных батарей.

Голографическая солнечная панель позволяет повысить концентрацию солнечного света на активных фотоэлементах до 10 раз за счет селекции света по частотам («тепловая» часть спектра на фотоячейки не попадает), что приводит к высокой отдаче фотоэлектрических преобразователей без их перегрева и без использования вентилялей.

Применённая в панели голограмма – мультиплексная. Фактически – это огромное количество голограмм, наложенных одна на другую и «работающих» при падении на них солнечного света под своим, индивидуальным углом (Рис. 3).

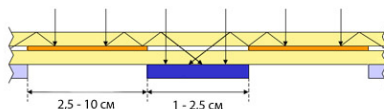


Рисунок 3 - Разрез голографической фотоэлектрической батареи

При использовании этих технологий стоимость СЭС уменьшится в 2 раза благодаря высокой мощности, которая достигает 578,34 Вт. К тому же, она будет экономически выгодной уже сейчас.

Фотоэлектрические модули собраны в блоке по 20 единиц соединённые между собой распределительным шинопроводом ШРА на рабочее напряжение 220В постоянного тока. Шинопроводы имеют встроенные

разъёмы позволяющие легко отключать и подключать фотоэлектрические модули. Блоки с помощью магистрального шинопровода ШМА соединяются с кабелем выдачи мощности.

Как показывают диаграммы нагрузки, максимальная нагрузка всех потребителей во всех корпусах КТИ составляет 157 кВт. Исходя из этого для преобразования постоянного тока от СЭС в трехфазный ток промышленной частоты $f=50$ Гц применен инвертор системы бесперебойного питания СБП-160-4УХЛ4-Ф оренбургского завода «Преобразователь» формирующий переменный трёхфазный ток напряжением 0,4 кВ на пиковую мощность 160 кВт.

Инвертор через распределительное устройство РУСН-0,4 кВ соединен с существующей сетью электроснабжения корпусов КТИ через ячейку АВР. Это позволяет осуществлять электропитание корпусов как от СЭС, так и от городской электросети, что даст высокую надежность электрообеспечения.

Построив этот комплекс, мы выполним задание федерального закона по экономии электроэнергии в бюджетной сфере и разработаем документацию для других бюджетных организаций.

Список литературы:

1. Гетерогенный фотоэлемент: Патент РФ № 2217845 // О.А. Займидорога., И.Е. Проценко, В.Н.Самойлов МПК H01L31/04 Опубликовано 27.11.2003.
2. [http:// www.prismsolar.com](http://www.prismsolar.com)
3. [http:// www.rmcip.ru/rus/indexrus.html](http://www.rmcip.ru/rus/indexrus.html)

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ

Пастухов А. А. (КЭЛ-072)

Научные руководители – Хавроничев С.В., Бахтиаров К.Н.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Биогаз – универсальное топливо, являющееся продуктом метанового брожения жидких органических отходов (канализационных стоков, навоза). Метановое брожение является комплексным процессом, который, прежде всего, позволяет утилизировать отходы канализации и сельскохозяйственного производства, превратив их в удобрения, и является источником получения горючего газа на основе метана. Наиболее целесообразной сферой применения биогаза является отопление животноводче-

ских ферм, жилых помещений и технологических участков. Биогаз можно использовать в качестве моторного топлива, а также его переработка в электроэнергию с помощью дизельных генераторов. За рубежом проблеме получения и использования биогаза уделяют большое внимание. За короткий срок во многих странах мира возникла целая индустрия по производству биогаза: если в 1980 г. в мире насчитывалось около 8 млн. установок для получения биогаза суммарной мощностью 1,7-2 млрд. куб. м в год, то в настоящее время данные показатели соответствуют производительности по биогазу только одной страны – Китая. В России до сих пор к биогазу относились как к экзотическому топливу, и о его промышленном использовании никто серьезно не задумывался. Однако кризис, продолжавшийся в России в течение последних десяти лет, переход к рынку и окончание эры дешевой нефти заставляли пересмотреть отношение к биогазу по крайней мере в наиболее запущенном секторе нашей экономики – сельском хозяйстве. Одной из причин, ведущей к удорожанию продукции животноводства все возрастающие цены на топливо и ЭЭ. В тоже время доказано, что животноводческий комплекс сам обладает значительными энергетическими ресурсами, в частности, биогазом. Биогаз – смесь газов, получаемая в результате анаэробного сбраживания органической массы. Содержит CH_4 (50-70%), CO_2 (30-40 %), H_2S (1-3%), H_2 (0-1%), NH_4 (0-1%), N_2 (0-5%), O_2 (0-2%).

Средняя теплота сгорания 1 м^3 составляет около 6000 ккал/ м^3 , что эквивалентно сгоранию 0,6 литров бензина, или 1,4 кВт×ч электроэнергии. Процесс образования биогаза способен проходить при температурах от +1 до +97 °С. При этом объемные доли газов будут меняться в зависимости от t °С. Оптимальными считаются температурные режимы 32-38 °С и 54-58 °С.

Некоторые условия стабильного протекания процесса выделения биогаза:

- отсутствие свободного доступа кислорода (полная анаэробность);
- стабильность t °С (т.к. при колебаниях t метаболизм бактерий замедляется);
- рН 6.5-7.5;
- влажность 85-98 %, что способствует свободному перемещению бактерий (оптимальная 92%);
- щелочность 1500...5000 мг CaCO_3 на 1 л. субстрата.

Для производства биогаза в качестве сырья используют навоз свиней, КРС, птичий помет, отходы пищевой промышленности, канализационные стоки, а также садовые отходы и всяческие другие отходы растениеводства и овощеводства: силос, солома, свекольный и фруктовый жом,

трава, корнеплодные овощи, стебли подсолнечника и кукурузы; молочная сыворотка и т.д.

Установки для производства биогаза из органических отходов обычно подразделяют на четыре основных типа:

- без подвода тепла и без перемешивания сбраживаемой биомассы;
- без подвода тепла, но с перемешиванием сбраживаемой биомассы;
- с подводом тепла и с перемешиванием биомассы;
- с подводом тепла, с перемешиванием биомассы и со средствами контроля и управления процессом сбраживания.

Понятно, что обязательные компоненты биогазовой установки — сам биореактор и газгольдер для сбора биогаза, ну а устройства для подогрева биомассы, ее перемешивания, а также средства контроля — вещи весьма полезные, но можно обойтись и без них.

Биореактор – основа любой биогазовой установки, и к его конструкции предъявляются достаточно жесткие требования. Так, корпус биореактора должен быть достаточно прочен при абсолютной герметичности его стенок. Обязательны хорошая теплоизоляция стенок и их способность надежно противостоять коррозии. При этом необходимо предусмотреть возможность загрузки и опорожнения реактора, а также доступ к его внутреннему пространству для обслуживания.

Формы реакторов весьма разнообразны. Так, с точки зрения создания наиболее благоприятных условий для перемешивания жидкого субстрата, накапливания газа, отвода осадков и разрушения образующейся корки представляется целесообразным использование резервуара, формой напоминающего яйцо. Крупные реакторы такой формы обычно сооружают из бетона, поэтому для них характерна высокая стоимость изготовления, что существенно ограничивает их применение. Зато подобные реакторы меньших объемов достаточно несложно выполнить из стеклопластика, то есть из полиэфирной смолы, армированной стекловолокном, и обходятся они не так уж и дорого.

31 января 2009 года на Курьяновских очистных сооружениях (Москва) состоялась церемония пуска тепловой электростанции, работающей на биологическом топливе (биогазе). Идея обеспечения московских очистных сооружений независимым источником энергии возникла давно. Особенно остро этот вопрос обозначился после аварии в системе электроснабжения Москвы 25 мая 2005 года, когда на шесть часов была полностью прекращена подача электроэнергии на Курьяновские и Люберецкие очистные сооружения. Роль очистных сооружений в обеспечении экологического и санитарного благополучия города огромна, и перерыв в энергоснабжении даже на несколько часов способен привести к развитию чрезвычайной ситуации.

На базе ТЭС используются, ниже описываемые, установки использующие биогаз в качестве непосредственного топлива для выработки тепла и электричества. Также установки газификации с целью выработки электроэнергии. Некоторые из них:

Парогазотурбинные установки с внутрицикловой газификацией биомассы. ПГТУ ВГ являются одними из наиболее перспективных среди установок, предназначенных для выработки электроэнергии при газификации БМ. В состав ПГТУ ВГ могут входить как газификатор с неподвижным слоем, так и газификатор с КС и реактор с газификацией в потоке.

ПГТУ ВГ могут работать как при атмосферном давлении, так и под давлением. При атмосферной газификации генераторный газ после выхода из газификатора очищается, сжимается в компрессоре и сжигается в камере сгорания ГТУ. Горячие выхлопные газы направляются в парогенератор, где образуется пар, поступающий в ПТУ. В установке, работающей под давлением, отсутствует компрессор для сжатия генераторного газа перед газовой турбиной и в ней более сложная система загрузки сырья в газификатор. Преимущества ПГТУ ВГ по сравнению с ПТУ заключаются в более высоком КПД выработки электроэнергии и более низком уровне эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу. Биогазовая энергетика является надежной и экономически выгодной альтернативой магистральному природному газу и централизованному электроснабжению. Биологические отходы: животноводческий и птицеводческий падеж, отходы растениеводства, пищевой и других областей сельскохозяйственной промышленности поступают в производство биогаза. В настоящее время актуальность биогазовых технологий растёт день ото дня. Они быстро внедряются и широко распространяются по территории всей России в связи с быстрым ростом цен на газовую продукцию и электроэнергию. Ускорение темпов в этом направлении в ближайшем будущем приведёт к тому, что биогаз станет единственным способом решения проблем энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий и городских водоканалов.

Биогаз дает следующие преимущества:

- возможность получения одновременно нескольких видов энергетических ресурсов – газа, моторного топлива, тепла и электроэнергии;
- независимость предприятия, производящего энергию, от роста тарифов, а также от естественных и возможных сбоев в поставках газа и электроэнергии;
- незамедлительное решение вопросов по утилизации органических отходов;
- создание и организация новых, высоко rentабельных видов промышленных производств сельского хозяйства;

- получение минеральных удобрений с высоким содержанием азотной и фосфорной составляющие;
- устойчивость в постоянно меняющихся рыночных условиях, обеспечение конкурентоспособности.

Применение биогазовой установки позволяет одновременно решать проблемы утилизации органических отходов и сокращать дефицит энергетических и агрохимических ресурсов.

Список литературы:

1. Гелегуха Г.Г., Железная Т.А. Обзор технологий газификации биомассы//Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – № 2. - С. 21-29.
2. В. Баадер. Биогаз. Теория и практика. Москва. КОЛОС. 1982.

СИНХРОННАЯ МАШИНА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Петренко С.А. (КЭЛ-071)

Научный руководитель – Бауков Н.А.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

В современной электромеханике известно, что машины постоянного тока имеют большие преимущества в регулировании частоты вращения вала. Однако большим недостатком конструкции данных машин является коммутатор в ее силовой цепи.

В патенте №2340067 (Авторы Бауков Н.А., Наумов В.В.) изложена идея о генерации постоянной составляющей ЭДС в синхронной машине, с помощью электромагнитных преобразований, без использования коммутаторов в силовой цепи машины. Недостатком конструкции являлось исполнение фазных обмоток сосредоточенными. Известно, что распределение индукции магнитного поля (или НС) в зазоре машины имеет прямоугольную форму. Этот факт приводит к возникновению ряда высших гармоник, создающих дополнительные потери в фазных обмотках статора, а также в обмотках ротора. Задача данной работы заключается в создании распределенных фазных обмоток.

Для решения данной задачи был изготовлен экспериментальный образец статора с 30 пазами расположенными по его внутреннему диаметру. Таким образом на фазу приходится 10 пазов. Оси фазных обмоток сдвинуты на угол 120 градусов друг относительно друга. Каждая фазная обмотка состоит из 5 последовательно включенных секций (рис.1).

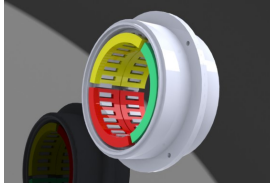


Рисунок 1 - Статор экспериментального двигателя

Такое расположение обмоток обеспечивает формирование намагничивающей силы определённым образом. На рисунке 2 изображена зависимость распределения намагничивающей силы (в виде прямоугольников) секций фазных обмоток.

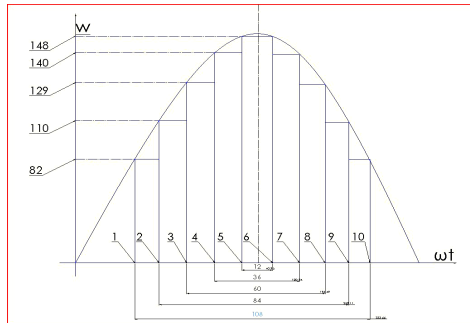


Рисунок 2 - Распределение намагничивающей силы

Из рисунка видно, что ступенчатое распределение НС в зазоре приближается к синусоиде. С учетом равенства токов в секциях и полученного графика рассчитываем количество витков в каждой секции.

Каждая секция укладывается в статор состоящий из двух симметричных половин, таким образом, что секция содержащая наибольшее количество витков находится на оси фазных обмоток. Фазные обмотки обеих половин статора расположены друг напротив друга в осевом направлении (рис. 1). Этим достигается вращение результирующей магнитного поля статора в одном направлении. К статору крепятся подшипниковые щиты, в которых закреплен ротор и токосъемные щетки. Конструкция ротора не отличается от изложенной в патенте №2340067.

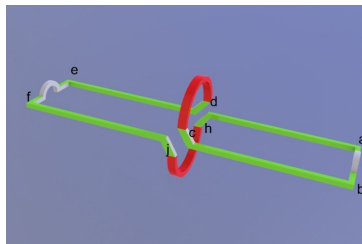


Рисунок 3 - Конструкция витка ротора

Обмотка ротора выполнена таким образом, что части ha, bc, fj, ed и cd, hj находятся во взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 3). Ротор в который уложена эта обмотка вращается синхронно с полем статора. Части обмоток cd, hj находятся в области пульсирующих полей статора, поэтому в них наводится трансформаторная ЭДС. А части ha, bc, fj, ed находятся в области вращающегося поля статора.

В результате синхронного вращения указанных частей обмотки ротора и поля статора ЭДС вращения равна нулю. Известно, что для данной конструкции витка ротора ЭДС вращения и трансформаторная ЭДС имеют постоянство знаков, но направлены в витке навстречу друг другу. А с учетом синхронного вращения поля статора и ротора, и как следствие отсутствием ЭДС вращения, получим результирующую ЭДС в обмотке ротора одного знака. Концы обмотки ротора выведены на токосъемные кольца и через щетки подаются к нагрузке.

Создаваемый экспериментальный образец синхронной машины позволит выполнить исследования ее электротехнических характеристик и проверить правильность заложенных технических решений

Список литературы:

1. Синхронная машина постоянного тока. Патент РФ №2340067 МПКН 08 0/43 . опубликовано 15/04/2003.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРАТ В УСЛОВИЯХ МЕДЛЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКОВ

Посевкин Р.В., Мальнев М.А. (ВПИ, гр.ВВТ-307)
Научные руководители – Суркаев А.Л., Зубович С.О.
Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел.: (8443) 33-78-84; E-mail: vpf@volpi.ru

На данный момент страты принадлежат области знаний, не обладающей достаточной теоретической базой. Именно поэтому в настоящее время исследование страт и процессов, непосредственно связанных с ними, наиболее актуально. Целью данной работы является экспериментальное исследование возникновения страт при медленном электрическом взрыве металлических проводников.

Электрический взрыв металлических проводников (ЭВП) представляет собой уникальное физическое явление, и кроме всего прочего сопровождается порождением страт – чередующихся слоёв с различным значением плотности вещества. На сегодняшний день не существует единой

точки зрения, объясняющий данный феномен. В частности, возникновение страт можно рассматривать как результат развития перегревных магнитогидродинамических (МГД) - неустойчивостей. В случае, когда удельное сопротивление вещества увеличивается с ростом температуры, развитие перегревных МГД- неустойчивостей приводит к возникновению страт. Стратообразование также наблюдается при электрическом взрыве проводников.

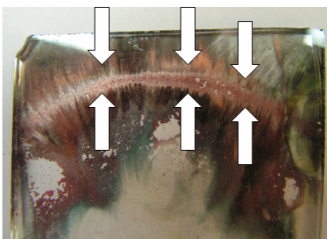


Рисунок 1 - Результат взрыва медного проводника дуговой формы

На рисунке 1 представлен образец, получившийся в результате взрыва медного проводника дуговой формы, где наблюдается поперечное чередование плотности вещества (на фото показано белыми стрелками).

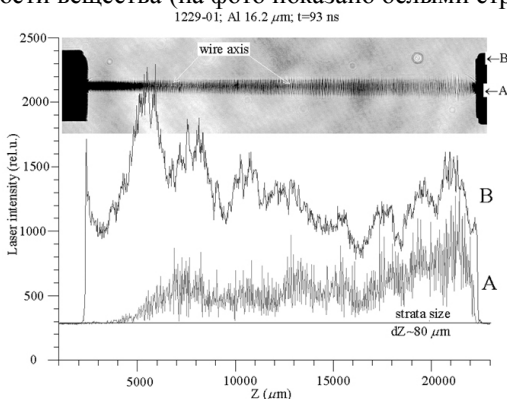
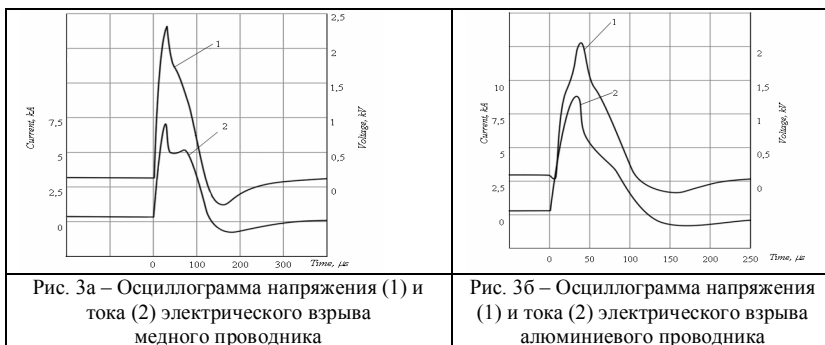


Рисунок 2 - Осциллограмма стратообразования

На рисунке 2 представлена характерная осциллограмма, на которой наглядно показан процесс образования страт. Непосредственно после взрыва наступает процесс паузы тока. Затем могут возникнуть колебания. При некоторых условиях наблюдается рост амплитуды этих волн (магнитогидродинамическая неустойчивость), которая в свою очередь и приводит к образованию страт.



На рисунках представлены сравнительные осциллограммы тока и напряжения для электрического взрыва в медном (рисунок 3а) и алюминиевом (рисунок 3б) проводниках. Взрыв, представленный на осциллограммах относится к классу медленных. Время протекания взрыва составляет порядка 100 микросекунд. На осциллограммах явно видны все 3 стадии : взрыв, пауза тока и последующее развитие дугового разряда. Наиболее отчетливо пауза тока наблюдается на осциллограмме тока медного проводника.

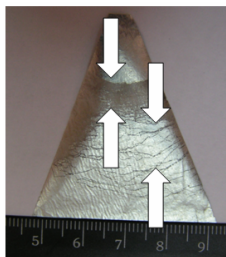


Рисунок 4 - Результат взрыва алюминиевого проводника в виде сегмента

На рисунке 4 представлен образец, получившийся в результате взрыва алюминиевого проводника. В результате можно наблюдать образовавшиеся на проводнике линии и разрывы (на фото показано белыми стрелками). Это однозначно говорит о возникновении после взрыва магнито-гидродинамической перетяжной неустойчивости.

Список литературы:

1. Бурцев В.А., Калинин Н.В., Лучинский А.В. Электрический взрыв проводников и его применение в электрофизических установках. // М: Энергоиздат, 1990. - 217 с.
2. Кривицкий Е.В. Динамика электровзрыва в жидкости. // Киев: Наукова думка, 1986. – 205 с.
3. Орбешкин В.И. Перегревные неустойчивости при электрическом взрыве проводников. // Письма в ЖТФ. 2009. Т. 35. В. 1. С. 76-81.
4. Белько В.О., Емельянов О.А. Исследование наносекундного электрического взрыва тонких алюминиевых пленок. // Письма в ЖТФ. 2009. Т. 35. В. 18. С. 58-64.

ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ

Раут Т.В., Мангушева К.В. (КВТ-092)

Научный руководитель – Юдин Н.Г.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Электронным усилителем называется устройство, позволяющее преобразовывать входные электрические сигналы в сигналы большей мощности на выходе без существенного искажения их формы. Эффект увеличения мощности возможен при наличии в устройстве некоторого внешнего источника, энергия которого используется для создания повышенной мощности на выходе. Этот источник энергии, преобразуемой усилителем в энергию усиленных сигналов, называется источник питания (ИП).

Электронные усилители являются одними из наиболее важных и широко используемых устройств в системах передачи и обработки различной информации, представленной с помощью электрических сигналов! Высокая чувствительность, быстроедействие, компактность, экономичность электронных усилителей обусловили их широкое применение в измерительной технике, электро- и радиосвязи, автоматике, вычислительной технике и т.п.

В зависимости от назначения усилители подразделяются:

- усилители постоянного тока;
- усилители низкой частоты (УНЧ);
- усилители высокой частоты (УВЧ);
- избирательные усилители;
- широкополосные (видеоусилители);
- импульсные;
- операционные.

Наиболее перспективными из электронных усилителей в настоящее время являются операционные усилители (ОУ). Операционные усилители относятся к классу многофункциональных, или универсальных, так как с их помощью можно реализовать практически любой вид усиления электрического сигнала. Операционный усилитель – усилитель постоянного тока с дифференциальным входом и, как правило, единственным выходом, имеющий высокий коэффициент усиления. Операционный усилитель – это микросхема с большим числом нормируемых параметров, среди которых потребляемый ток является, может быть, и не самым важным для многих приложений. В то же время есть области применения, для которых собственный ток потребления усилителя, а значит и рассеиваемая

мая усилителем мощность имеют очень большое значение. В первую очередь, это важно для всевозможных переносных электронных устройств с батарейным питанием или для аппаратуры, в которой есть резервный батарейный источник питания, используемый при отключении или аварии основного источника. К таким устройствам относятся мобильные телефоны, радиостанции, переносные измерительные и медицинские приборы, охранные системы, стационарные системы с беспроводными удаленными датчиками и многие другие изделия электроники.

Снижение энергопотребления электронной аппаратуры – постоянная задача для разработчиков. Особенно важным низкое энергопотребление является для аппаратуры, получающей питание от батарей или других источников питания ограниченной мощности: датчиков охраннопожарной сигнализации, портативных измерительных и медицинских приборов, звукозаписывающих устройств, аппаратуры связи. Одна из возможностей для решения этой задачи – использование электронных компонентов, в том числе операционных усилителей, с низким собственным энергопотреблением и предпочтительно с однополярным питанием.

В производстве операционных усилителей используются различные конструктивно-технологические решения, позволяющие в различных комбинациях получить требуемые характеристики:

- входные каскады на биполярных транзисторах обычно обеспечивают наименьший сдвиг нуля, его минимальный температурный дрейф и наименьшие значения напряжения шумов;
- входные каскады на полевых транзисторах с р-п-переходом и МОП-транзисторах имеют наименьшие входные токи и очень малый шумовой ток;
- выходные каскады на биполярных транзисторах могут обеспечивать большие выходные токи;
- технология линейных КМОП микросхем позволяет изготовить ОУ с минимальным энергопотреблением, но с максимальным напряжением питания не более 12 В.

Как правило, уменьшение собственного энергопотребления ОУ ведет к снижению быстродействия и повышению уровня шума, однако постоянное и непрерывное совершенствование технологии интегральных схем с уменьшением топологических размеров ведет к появлению все новых и новых семейств ОУ с более совершенными параметрами.

Первый микромощный ОУ – это $\mu A776$, известный также под названием 140УД12. Этот ОУ благодаря наличию дополнительного вывода управления позволяет изменением тока через него изменять ток потребления в пределах 20–200 мкА. При этом, естественно, изменяются его характеристики, как по постоянному, так и по переменному току. Обыч-

ная для своего времени схемотехника ограничивает его применение в настоящее время.

Электронные схемы на германиевых транзисторах, поскольку их основная масса имела PNP-структуру, имели в качестве общего провода положительный полюс источника питания. В отрицательный же полюс питания включались стабилизаторы и развязывающие фильтры. Массовое распространение кремниевых транзисторов, для которых NPN-структура оказалась технологичнее, сделало традиционным использование в качестве общего провода (земли) в аппаратуре с одним источником питания его отрицательного полюса. Совершенствование схемотехники и технологии производства операционных усилителей привело к выпуску так называемых «single supply» ОУ, в которых при питании от одного источника входное синфазное напряжение может достигать потенциала земли и даже быть ниже его, а минимальная величина выходного сигнала отличается от потенциала земли всего на несколько десятков милливольт. Первыми такими ОУ стало семейство LM124/224/324/2902 фирмы National Semiconductor. Схемотехника этих усилителей оказалась настолько удачной, что они получили очень широкое распространение и выпускаются многими фирмами под теми же или несколько модифицированными обозначениями. Существуют версии этих усилителей с измененной схемой и уменьшенным энергопотреблением.

Дальнейшее развитие схемотехники ОУ, и в особенности освоение технологии КМОП линейных интегральных схем, привело к появлению так называемых «Rail-to-Rail» усилителей, в которых входное и выходное напряжения либо одно из них могут изменяться вплоть до отрицательного и положительного полюсов питания. При использовании ОУ с однополярным питанием может наблюдаться явление «переворота фазы». Если не предусмотрены встроенные или внешние элементы защиты, при выходе входного напряжения за пределы напряжения источника питания более установленных границ выходной сигнал ОУ меняет фазу на противоположную ожидаемой. Чаще всего после снятия входного сигнала работоспособность схемы восстанавливается. Характерным примером схемы, лишенной такой способности, является схема преобразователя напряжения в ток для двухпроводного датчика с токовым выходом 4–20 мА. При использовании в такой схеме ОУ, страдающего недугом «переворота фазы», без защитных элементов схема защелкивается с возрастанием потребляемого тока и возвращается в исходное состояние только после снятия питания.

Таким образом из всего вышесказанного мы можем отметить, что электронные усилители используются не только в автоматизированных устройствах, но и в коммуникационных, а также в информационных технологиях.

В связи с большим спросом, а также высокой конкурентностью на рынке электроники, производители операционных усилителей стремятся завоевать потребителей своими новыми разработками, что способствует стремительному развитию технологий в этой области.

Список литературы

1. Электронный ресурс: <http://www.kit-e.ru>
2. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. М.: Издательский дом «Додэка-XXI».2005.
3. Штрапенин Г.Л. Быстродействующие операционные усилители фирмы National Semiconductor// Chip News. 2003. №10.

ОБЗОР СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ОТ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Ручников Е.В. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Карпенко О.И.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Воздушные линии в течение всего срока эксплуатации подвержены внешним влияниям естественного происхождения. В первую очередь к ним можно отнести:

- грозовые перенапряжения, вызванные попаданием молнии в линии электропередач,
- вибрации, которые появляются в связи с действием ветров,
- гололедообразование на проводах, вызванные атмосферными осадками.

Рассмотрим каждый из этих факторов и способы борьбы с ними подробнее.

Для защиты линии от грозовых перенапряжений применяют защиту линий с помощью разрядников, которые бывают вентильные и трубчатые, ограничителей перенапряжения, грозозащитные троса.

Вентильные разрядники служат средством ограничения перенапряжений оборудования электроустановок, возникающих при коммутациях электрических цепей, разрядах молнии и т. п.

Защитное действие разрядника обуславливается тем, что при появлении опасного изоляции перенапряжения происходит пробой искрового промежутка разрядника, а протекающий через разрядник импульсный ток вследствие нелинейности рабочего сопротивления не создает опасности для изоляции повышения напряжения.

Трубчатые разрядники служат для защиты от атмосферных перенапряжений изоляции ВЛ и с другими средствами защиты для защиты изоляции электрооборудования станций и подстанций напряжением от 3 кВ до 110 кВ, ослабленных мест на линиях электропередачи и на подходах к подстанциям.

Ограничитель перенапряжения нелинейный (ОПН) — это элемент защиты без искровых промежутков. Активная часть ОПН состоит из легированного металла, при подаче напряжения он ведет себя как множество последовательно соединенных [варисторов](#). Принцип действия ОПН основан на том, что проводимость варисторов нелинейно зависит от приложенного напряжения. При отсутствии перенапряжений ОПН не пропускает ток, но как только на участке сети возникает перенапряжение, сопротивление ОПН резко снижается, чем и обуславливается эффект защиты от перенапряжения.

Изолятор-разрядник мультикамерный (ИРМК) сочетает в себе свойства изолятора и разрядника одновременно. При использовании ИРМК возможно обеспечить грозозащиту ВЛ любого класса напряжения, так как с увеличением класса напряжения увеличивается число изоляторов в гирлянде и соответственно увеличивается номинальное напряжение и дугогасящая способность гирлянды. Основу ИРМК составляют обычные массово выпускаемые изоляторы, на которых специальным образом установлена МКС. Причём установка МКС не приводит к ухудшению изоляционных свойств изолятора, но благодаря ей он приобретает свойства разрядника. Поэтому в случае применения ИРМК на ВЛ не требуется применения грозозащитного троса.

Гололед обуславливает дополнительные механические нагрузки на все элементы ВЛ. При значительных гололедных отложениях возможны обрывы проводов, тросов, разрушения арматуры, изоляторов и даже опор ВЛ. На небольших участках ВЛ производится, как правило, механическое удаление гололеда. Для этой цели используются шесты, веревки и другие подручные средства. Основным методом борьбы с гололедом при эксплуатации протяженных ВЛ является его плавка за счет нагревания проводов протекающим по ним током. ВЛ одним концом подключается к источнику питания, которым, как правило, служат шины 6 - 10 кВ подстанций или отдельный трансформатор, провода на другом конце ВЛ замыкаются. Напряжение и мощность источника выбираются таким образом, чтобы обеспечить протекание по проводам ВЛ тока в 1,5...2 раза превышающего длительно допустимый ток. Такое превышение допустимого длительного тока оправдано кратковременностью процесса плавки (~1 ч), а также более интенсивным охлаждением провода в зимний период. Для ВЛ напряжением 220 кВ и выше с проводами сечений 240 мм и более плавка гололеда переменным током требует очень больших мощ-

ностей источника питания (десятки МВ*А). На таких ВЛ плавка гололеда осуществляется выпрямленным током.

Защита от наледи на дорогах, линиях ЛЭП и обшивке самолетов может быть всего в несколько нанометров толщиной. Международная группа исследователей, возглавленная учеными из Питтсбургского университета, опубликовала на страницах ноябрьского выпуска журнала Американского химического общества *Langmuir* описание нового нанопокрытия. Оно было разработано в лаборатории Гао Ди (Di Gao), профессора химии и нефтяных технологий, работающего в Суонсоновском технологическом колледже (Swanson School of Engineering) при Питтсбургском университете. Это легко наносимое на любую твердую поверхность покрытие эффективно препятствует образованию льда. Это исследование— первое применение на практике свойств такого бурно развивающегося ныне класса водоотталкивающих веществ, как сверхгидрофобные покрытия. Эти тончайшие пленки по структуре поверхности напоминают бороздчатые листья лотоса; благодаря массе микроскопических бороздок уменьшается площадь поверхности, к которой могут пристать молекулы воды. Авторы статьи [1] подчеркивают, что, поскольку свойства льда отличаются от свойств воды, способность отталкивать воду не может легко быть примененной к торможению обледенения. Группа обнаружила, что сверхгидрофобные покрытия можно составить таким образом, чтобы они предотвращали обледенение. Гао и его группа создали серии покрытия из кремнийорганической смолы с наночастицами кремния размером от 20 нанометров до 20 микрометров максимум. Они наносились на алюминиевые пластинки; затем эти конструкции обливались сильно переохлажденной водой (-20 градусов Цельсия), имитирующей дождь с гололедом.

Ученые пишут, что, хотя все покрытия с частицами кремния размером менее 10 микрометров отталкивали воду, лишь покрытия с частицами менее 50 нанометров в диаметре полностью предотвращали оледенение. Столь малые размеры частиц означают и минимальный контакт с водой — вода соприкасается лишь с воздушной прослойкой между частицами и соскальзывает с поверхности, не замерзая. Хотя и не все сверхгидрофобные поверхности соответствуют тому составу, который исследовали в Питтсбургском университете, исследователи заключили, что любой тип покрытий с частицами того или иного размера будет отталкивать лед еще лучше, чем воду. [1, с1]

Вибрация проводов возникает при скоростях ветра 0,6—0,8 м/с; при увеличении скорости ветра увеличиваются частота вибрации и число волн в пролете, при скорости ветра свыше 5—8 м/с амплитуды вибрации настолько малы, что не опасны для провода.

Опасность вибрации заключается в обрывах отдельных проволок на участках их выхода из зажимов. Эти обрывы происходят вследствие того, что переменные напряжения от периодических изгибов проволок в результате вибрации накладываются на основные растягивающие напряжения в подвешенном проводе. Если последние напряжения невелики, то суммарные напряжения не достигают предела, при котором происходит разрушение проволок от усталости.

Согласно [ПУЭ](#) одиночные алюминиевые и сталеалюминиевые провода сечением до 95 мм² в пролетах длиной более 80 м, сечением 120 - 240 мм² в пролетах более 100 м, сечением 300 мм² и более в пролетах более 120 м, стальные провода и тросы всех сечений в пролетах более 120 м должны быть защищены от вибрации, если напряжение при среднегодовой температуре превышает: 3,5 даН/мм² (кгс/мм²) в алюминиевых проводах, 4,0 даН/мм² в сталеалюминиевых проводах, 18,0 даН/мм² в стальных проводах и тросах. В пролетах меньше указанных выше защита от вибрации не требуется.

Как правило, снижение напряжений в проводах линий до значений, при которых не требуется защиты от вибрации, экономически невыгодно. Поэтому на линиях напряжением 35 - 330 кВ обычно устанавливаются виброгасители, выполненные в виде двух грузов, подвешенных на стальном тросе. Виброгасители поглощают энергию вибрирующих проводов и уменьшают амплитуду вибрации около зажимов. Виброгасители должны быть установлены на определенных расстояниях от зажимов, определяемых в зависимости от марки и напряжения провода.

Пляска проводов, так же как и вибрация, возбуждается ветром, но отличается от вибрации большой амплитудой, достигающей 12 - 14 м, и большой длиной волны. Как правило, пляска проводов наблюдается при гололеде.

Опасность пляски заключается в том, что колебания проводов отдельных фаз, а также проводов и тросов происходят несинхронно; часто наблюдаются случаи, когда провода перемещаются в противоположных направлениях и сближаются или даже схлестываются. При этом происходят электрические разряды, вызывающие оплавление отдельных проволок, а иногда и обрывы проводов. Удовлетворительные результаты эксплуатации опытных линий с гасителями пляски пока недостаточны для уменьшения расстояний между проводами.

Список литературы:

1. Журнал Langmuir статья: "Anti-Icing Superhydrophobic Coatings" 26.09.2009 г.
2. Басманов В.Г. Земление и молниезащита: Учебное пособие Часть 2 Молниезащита: ВятГУ, кафедра Электроснабжения, Киров 2010г. , 215 стр.
3. Андриевский В.Н. Эксплуатация воздушных линий электропередачи: Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1976. 616 с. с ил.

ПЕРСПЕКТИВЫ КАБЕЛЬНОГО РЫНКА

Саломаткин Р.А. (КЭЛС-101)

Научный руководитель – Копейкина Т.В.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

По некоторым прогнозам рынок кабельной продукции будет ежегодно прирастать на треть. Особенно активно будет расти высоковольтный сегмент. Главная причина – уплотнение городской застройки.

В 2000-2007г. объемы производства кабеля в России увеличивались в среднем до 37%. Вероятно уже в текущем году начнется действительно форсированный рост потребления кабельной продукции. Об этом в частности говорит то, что на развитие электросетевого хозяйства страны в этом году планируется потратить 601,8 млрд.руб., что на 40% больше прошлогодних вливаний. Любопытно так же выводы РБК, согласно которым ежегодный потенциал роста российского рынка кабельно-проводниковой продукции составляет около 35% (с учетом сегмента кабелей управления и шнуров связи).

Перспективы кабеля растут: строительство кабельной линии электропередач обходится в 1,5 а иногда в 3-4 раза дороже воздушной ЛЭП. Тем не менее, кабельные линии получают все большее распространение. Быстрая урбанизация, развитие городов способствуют увеличению числа прокладки подземных высоковольтных кабельных систем. Прокладка воздушных линий (ВЛ) становится все более затруднительной. По мере развития технологий, в частности, технологии высоковольтных кабельных систем, подземные системы становятся все более конкурентоспособными и все более распространенным видом коммуникаций. Наиболее часто кабельные линии применяют (в последние время) на территории крупных энергообъектов. Это связано с высокой плотностью линий электропередач на площадках. Часто возникают ситуации, при которых единственным выходом является строительство кабельных линий. Также большое распространение получили кабельные линии в местах жилой застройки. Покупатели жилья (как в городах, так и в местах малоэтажной застройки) не желают жить рядом с воздушными высоковольтными линиями электропередач. О вредном воздействии электромагнитного поля задумываются все больше граждан.

В развитии кабельной продукции для электроэнергетики явно прослеживается пять направлений перспективного развития:

- силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ);
- высоковольтные и сверхвысоковольтные кабели (преимущественно

из СПЭ);

- пожаробезопасные кабели;
- самонесущие изолированные провода (СИП);
- арматура для кабельных линий и СИП.

Практически каждый из крупных производителей кабельной продукции (36 предприятий в РФ) ведет работы хотя бы в одном из перечисленных направлений. А большинство – в нескольких. Кроме того, активно развивается рынок услуг по проектированию и монтажу кабельных линий.

Удорожание земли в крупных городах вполне логично приводит к замене воздушных ЛЭП подземными. Ну а увеличение энергопотребления в условиях плотной застройки заставляет создавать подземные высоковольтные кабельные системы. Сегодня вокруг многих крупных городов смонтировано или монтируется энергетическое кольцо – высоковольтные кабельные линии с заходом на крупнейшие подстанции города. Сейчас такие линии выполняются как правило, напряжением 110, 220, 300 кВ. Но еще в начале XXI века было ясно, что это напряжение не предел. Уже существует проект глубокого кабельного ввода на 550 кВ на Юго-востоке Москвы. Аналогичный проект рассматривается в Санкт-Петербурге.

Производители готовы удовлетворить потребности потребителей в этих кабелях. Широкое применение кабеля 220 кВ сдерживается малым спросом со стороны потребителей и традиционным «трепетным» отношением к продукции западных производителей. А ведь еще совсем недавно – до 2005 года в России производился кабель класса напряжения до 500 кВ во вполне товарных количествах. Но это был маслonaполненный кабель. Сейчас этот кабель не производится. Современный высоковольтный кабель это почти исключительно кабель с изоляцией и сшитого полиэтилена (СПЭ). Эта изоляция обладает ощутимо лучшими диэлектрическими свойствами (в т.ч. – стабильностью параметров), к тому же допускает эксплуатацию линии при нагреве изоляции до 90°C, что позволяет увеличить токовую нагрузку на 15-20%. К тому же эксплуатация линий с кабелем СПЭ обходится значительно дешевле, чем линии с маслonaполненным кабелем. Благодаря всем этим свойствам кабель СПЭ безраздельно царствует на рынке высоковольтных и сверхвысоковольтных кабелей.

Но в сегменте средне- и низковольтном ситуация не столь однозначна. Во-первых, определенную его долю занимают огнестойкие и пожаробезопасные кабели (в основном, с изоляцией из поливинилхлорида). И их доля будет увеличиваться. Во-вторых, в России достаточно неохотно сдают свои позиции маслonaполненные кабели с бумажной изоляцией.

Полгода назад прошли испытания первой в России сверхпроводящей кабельной системы. Ее характеристики: три фазы; длина – 200 м; на-

пряжение - 20 кВ; номинальный рабочий ток - 1500 А; номинальная передаваемая мощность - 50 МВА. После проведения цикла испытаний эта линия будет смонтирована для опытной эксплуатации на подстанции Динамо в Москве. Кстати, в США, Японии, Голландии, Китае в опытно промышленной эксплуатации находятся 15 силовых кабелей длиной от 30 до 600 м. Изюминка российской системы – использование в качестве рабочего (охлаждающего) тела – газа неон (в сжиженном, разумеется, виде). Это более дешевое и технологичное решение, чем использование гелия, но уступающее по ряду параметров криосистемам с жидким азотом. Сверхпроводящие материалы при рабочей температуре примерно - 200°С практически не имеют электрического сопротивления. Но разработчиков кабельных линий больше интересует не избавление от потерь, а то, что сверхпроводящий кабель может проводить больший ток при меньшем сечении жилы, а его применение способно повысить количество передачи энергии в 3 раза по сравнению с обычной системой. Впрочем, еще более перспективно выглядит схема, когда по сверхпроводящим кабелям передается примерно то же количество энергии, но при меньшем напряжении (ведь практически нулевые потери позволяют отказаться от трансформации генераторного напряжения в высоковольтное состояние и обратно). В результате отпадает необходимость в повышающей и понижающей трансформаторных подстанциях. К тому же сверхпроводящие кабельные системы не создают электромагнитных полей и не выделяют тепло. Значит можно размещать кабели рядом друг с другом, прокладывать их под тротуарами, рядом с домами. Все это позволяет намного более эффективно использовать как наземное, так и подземное пространство городов. Что весьма и весьма хорошо для условий мегаполисов, с их плотной застройкой и дорогой землей.

Наиболее перспективные варианты повышения эффективности передачи электроэнергии – повышение рабочего напряжения сети и широкое внедрение высокотемпературных сверхпроводящих кабельных систем. Кроме того, в Стратегии развития Единой национальной электрической сети на десятилетний период так же фигурируют сверхпроводящие технологии в качестве основного вектора развития кабельных сетей. Однако, сегодня категорическая ориентация на единственное направление – использование явления сверхпроводимости – представляется по меньшей мере преждевременной. За рубежом работают относительно короткие высоковольтные кабельные линии двух других категорий: линии с принудительным водяным охлаждением, а так же газоизолированные линии, где изолятором служит элегаз под давлением.

Итак: рынок кабельно-проводниковой продукции достаточно динамичен в настоящее время. Можно выделить достаточно активно растущие сегменты – это силовые кабели гибкие (среднегодовые темпы роста на

уровне около 27%) и силовые кабели высоковольтные (темпы роста около 32%). Столь интенсивное увеличение потребления объясняется несколькими причинами. Во-первых, происходит переход российской электроэнергетики к силовым кабелям с изоляцией из сшитого полиэтилена. Во-вторых, сегодня активно ведется реконструкция и расширение существующих сетей по передаче электроэнергии, что является стимулом к росту потребления более мощных кабелей. В-третьих, увеличиваются темпы строительства распределительных сетей и рост потребностей в проводах для линий электропередач (при этом планируется переход к изолированным проводам).

Список литературы:

И.Б. Пешков. Кабели и провода. Основы кабельной техники, 2009 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ВЛ

Семашко И.А. (КЭЛ-072)

Научный руководитель – Шевченко Н.Ю.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Воздушные линии (ВЛ) электропередачи – центральный элемент системы передачи и распределения электроэнергии. Выбор конструктивного исполнения ВЛ определяется ее назначением, местом расположения, номинальным напряжением, передаваемой мощностью, дальностью электропередачи, площадью занимаемой территории, климатическими условиями, требованиями электробезопасности и технической эстетики, экономической целесообразностью передачи электроэнергии.

Материалы и конструкции линий должны удовлетворять ряду требований: экономически приемлемая стоимость, хорошая электропроводность и достаточная механическая прочность материалов и тросов, стойкость их к коррозии, химическим воздействиям; линии должны быть электрически и экологически безопасны, занимать минимальную территорию.

Основными конструктивными элементами ВЛ являются опоры, провода, грозозащитные тросы, изоляторы и линейная арматура. Конструктивная часть ВЛ характеризуется типом опор, длинами пролетов, габаритными размерами, конструкцией фаз и количеством изоляторов.

Задача исследования: выбрать оптимальный вариант конструкции ВЛ с целью повышения их эффективности по многокритериальной модели.

Решение задач оптимизации по многокритериальным моделям возможно на основе теории принятия решений. Общей методологической основой принятия решений служит системный анализ [1].

Существует несколько способов решения многокритериальных задач: свертка критериев в единый оценочный функционал; приоритет важнейшего критерия, метод уступок, задания уровня притязания.

При свертке нескольких критериев в единый оценочный функционал применяют традиционные виды свертки: аддитивную, мультипликативную и минимаксную.

Для снятия неопределенности исходных данных рассмотрим варианты с заранее заданными техническими параметрами: номинальное напряжение ВЛ 220 кВ, длина линии -12 км, линия расположена в IV районе по гололеду и III-по ветру, линия проходит по ненаселенной равнинной местности, габарит линии –7 метров, габаритный пролет 300 метров.

К рассмотрению предложено 9 вариантов конструктивного исполнения ВЛ (табл. 1).

Таблица 1 - Разработка вариантов конструкций ВЛЭП

№	Тип опоры	Высота опоры	Характеристика проводов		
			Марка	Д, мм	М, кг/км
ЖБ опора, 1 цепная линия, горизонтальная подвеска проводов					
1	ПБ220-12	26,9	АС240/39	21,6	937
2	ПБ220-12	26,9	АС400/51	26,6	1501
3	ПБ220-12	26,9	Аеро-z 366-2z	23,1	958
МРО, 1 цепная линия, провода расположены по вершинам равнобедренного треугольника					
4	П220-3	36	АС240/39	21,6	937
5	П220-3	36	АС400/51	26,6	1501
6	П220-3	36	Аеро-z 366-2z	23,1	958
ЖБ опора, 1 цепная линия, провода расположены по вершинам равнобедренного треугольника					
7	ПБ220-1	26	АС240/39	21,6	937
8	ПБ220-1	26	АС400/51	26,6	1501
9	ПБ220-1	26	Аеро-z 366-2z	23,1	958
Железобетонная опора, 1 цепная линия с расцепленной фазой, горизонтальная подвеска проводов					
10	ПБ220-12	26,9	2 АС240/39	21,6	2*937

Во всех вариантах предусмотрены полимерные изоляторы.

Выбор критериев оценки вариантов производится на основе анализа целей функционирования системы. Можно выделить две основные цели ВЛ: минимальная себестоимость передачи электроэнергии; передача максимальной мощности с минимальными потерями [2].

Степень достижения каждой цели можно количественно охарактеризовать следующими критериями оптимальности: экономичностью $f_{эж}$ и технической эффективностью $f_{тех-эф}$. Критерием экономичности могут

служить минимальные капитальные вложения. Тогда критерий экономичности примет вид:

$$f_{\text{эк}} = K_i \rightarrow \min. \quad (3)$$

Так как линии электропередачи напряжением 220 кВ и выше являются основными, то важным показателем будет пропускная способность линии. Локальный критерий технической эффективности:

$$f_{\text{тех.эф}} = P_{\text{нат}} \rightarrow \max. \quad (4)$$

Свертка локальных критериев в единый оценочный функционал производится аддитивным способом. Но так как один критерий максимизированный, а другой минимизированный, то необходимо провести нормализацию критериев по формулам:

$$\bar{f}_1 = \overline{P_{\text{нат}}} = \frac{P_i}{P_{\text{нат. max}}}; \quad \bar{f}_2 = \overline{K} = \frac{K_{\text{min}}}{K_i}. \quad (5)$$

Целевая функция оптимизации приведена к виду:

$$F_{\text{opt}} = \sum_{i=1}^n \bar{f}_i \cdot \alpha_i \rightarrow \max; \quad \text{при } \sum \alpha_i = 1, \quad (6)$$

где α – коэффициент важности.

Нормированные значения локальных критериев приведены в табл.2

Таблица 2 - Матрица локальных критериев

Критерии, о.е.	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\overline{P_{\text{нат}}}$	0,73	0,75	0,74	0,73	0,79	0,77	0,79	0,82	0,8	1
\overline{K}_i	0,95	0,84	0,39	0,62	0,57	0,32	1	0,87	0,39	0,76

Сравнительный анализ показал, что наибольшей пропускной способностью обладает вариант с горизонтальной подвеской проводов АС 240/39 на ЖБ опорах с расцепленной фазой (вариант 10). Самым экономичным становится седьмой вариант с ЖБ опорами, с подвеской провода по вершинам равнобедренного треугольника. Следовательно, оптимальное решение лежит в зоне компромисса.

Рассмотрены три случая:

$\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5$ – локальные критерии равнозначны (оптимальный 7 вариант);

$\alpha_1 = 0,2; \alpha_2 = 0,8$ – главный критерий – экономичность (оптимальный 7 вариант);

$\alpha_1 = 0,87; \alpha_2 = 0,2$ – главный критерий пропускная способность (оптимальный 10 вариант).

Выводы. В зависимости от приоритета целей оптимальными вариантами становятся №10 (если наиболее важным критерием является пропускная способность) и вариант №7 – если наиболее важным станет критерий экономичности. Самый экономичный вариант – седьмой.

Список литературы:

- 1 Шевченко, Н.Ю. Некоторые аспекты многокритериального моделирования реконструкции воздушной линии электропередачи / Н.Ю. Шевченко, Ю.В. Лебедева, Г.Г. Угаров, А.Г.Сошинов // Инновационные технологии в обучении и производстве: матер. VI Всерос. науч.-практ. конф.: в 3 т. / КТИ (филиал) ВолгГТУ. – Камышин, 2009. – Т. 2. – С. 110-114.
2. Шевченко, Н.Ю., Многокритериальная оптимизация вариантов реконструкции ВЛЭП, работающих в экстремальных метеоусловиях / Н.Ю.Шевченко, Ю.В. Лебедева, А.Г Сошинов. //Современные проблемы науки и образования. – 2010. – №6 – С.102–105.

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Солодовников А.А. (КТМ-081)

Научный руководитель – Давыдова В.А.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Повсеместное применение компьютеров побуждает обратиться к описанию системы управления во временной области.

В моей работе представлена структурная схема автономной системы электроснабжения. Электротехнический комплекс - стационарная система управления, которая имеет множество параметров, которые являются функциями времени. Описание системы во временной области лежит в основе современной теории управления и методов оптимизации. Одним из направлений повышения эффективности автономных систем электроснабжения является переход к адаптивным схемам на базе генераторов переменного тока. Для минимизации затрат на топливо количество генераторов варьируется, оно зависит от параметров нагрузки.

Система управления электроагрегатами адаптивной СЭС должна выполнять следующие функции:

- включение в работу необходимого количества m генераторов;
- стабилизацию напряжения на шине постоянного тока при любом количестве одновременно работающих электрогенераторов;
- заданное распределение нагрузки между одновременно работающими электрогенераторами.

Возможны различные варианты построения схем работы указанных генераторов. Наиболее рациональной является схема, основой которой является электрическая машина переменного тока, оснащенная полупроводниковым выпрямителем.

Была поставлена задача исследовать схему с тремя параллельно работающими генераторами. Мы рассмотрели ее в пакете MATLAB Simulink. Решение любой задачи в системе Simulink должно начинаться с постановки задачи. Чем глубже продумана постановка задачи, тем больше ве-

роятность ее успешного решения. В ходе постановки задачи нужно оценить, насколько решение задачи отвечает возможностям пакета и какие компоненты последнего могут использоваться для решения задачи. Мы использовали этот именно пакет потому что он позволяет в динамике рассмотреть работу нашей схемы.

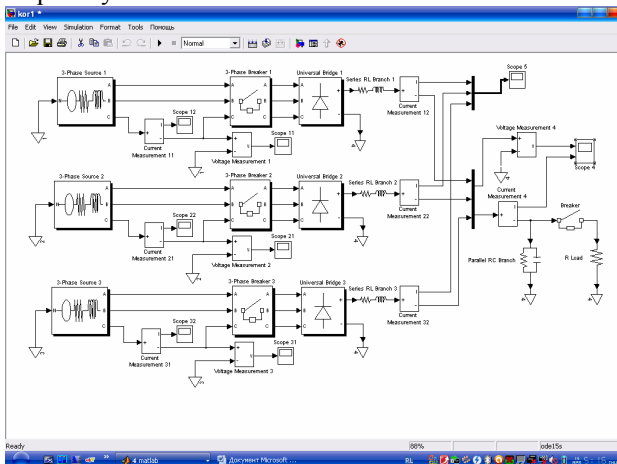


Рисунок 1

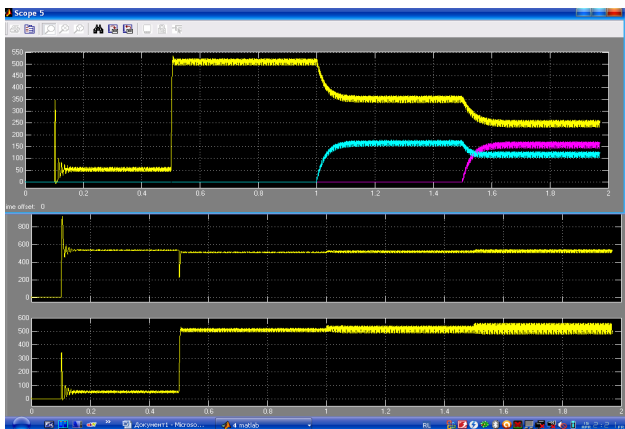


Рисунок 2

Из схемы с тремя генераторами видно, что при включении второго и третьего генераторов имеется переходный процесс и его время очень велико. Это неблагоприятно влияет на работу как генератора, так и потребителей.

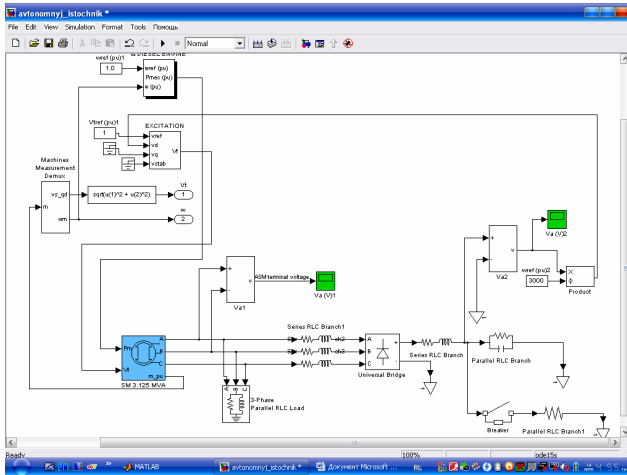


Рисунок 3

Исследуем ее на устойчивость по критерию Михайлова, зная в первом приближении передаточные функции всей системы. Далее рассмотрим и проанализируем работу генератора с ПИ и ПИД регуляторами и выбираем нужный тип регулятора.

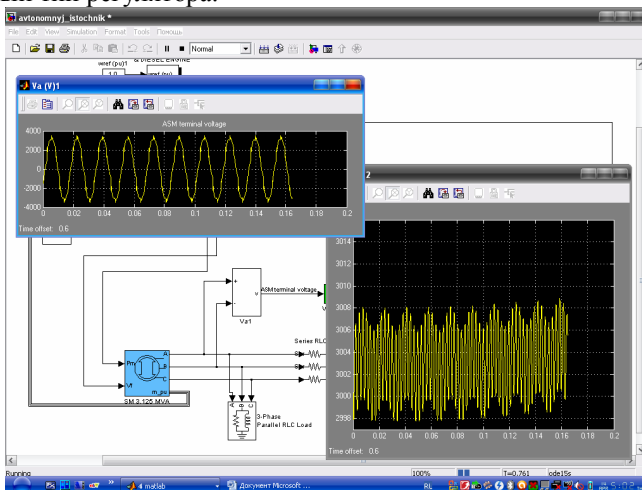


Рисунок 4

Теперь рассмотрим схему с двумя генераторами. Проверим ее на устойчивость, затем рассчитаем весовую и переходную функции.

Решением этой задачи может являться изменение напряжения на обмотке возбуждения генератора. Для этого необходимо найти корректирующее звено (включенное параллельно, последовательно либо смеша-

но), или включение различного типа регуляторов (П,ПИ,ПИД и т.д.) Задача стабилизации трех генераторов довольно сложная. Для упрощения задачи рассмотрим работу схемы с одним генератором. Используя этот метод расчет можно рассмотреть и рассчитать работу n количества параллельно работающих генераторов с любым изменением нагрузки.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВАКУУМНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ «ВВ/TEL»

Стрелкина И. А. (КЭЛ-071)

Научный руководитель – Рыбкина И.Ю.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

«Таврида Электрик» представляет вакуумный выключатель серии ВВ/TEL нового поколения, воплотивший в себе самые передовые технологии, являющиеся собственными разработками компании, и созданный, чтобы превосходить ожидания потребителей в сравнении с традиционными выключателями - как своими техническими характеристиками и удобством эксплуатации, так и эргономикой.



Рисунок 1 - Вакуумный выключатель серии ВВ/TEL

Выключатель нового поколения позволяет применить высококачественную продукцию марки TEL в КРУ с номинальными параметрами до 31,5кА и 2000А, приступить к замене отслуживших масляных выключателей.

С Шелл открываются возможности применить полностью однотипное оборудование на подстанции и получить широко известные во всем мире преимущества применения ВВ/TEL на новом уровне.

Необслуживаемость.

«Сердцем» выключателя ВВ/TEL новой конструкции является вакуумная дугогасительная камера четвертого поколения. Эти камеры отличает высокая эксплуатационная надежность, низкое переходное сопротивление, высокая стойкость к свариванию при протекании сквозных токов короткого замыкания, а также повышенная коммутационная способность, обеспе-

чивающая надежную работу аппарата при токах до 31,5 кА. Собственные передовые разработки позволяют «Тавриде Электрик» гарантировать высокий коммутационный и механический ресурс, и вместе с ними высокую надежность эксплуатации коммутационной техники TEL. Применение ВВ/TEL позволяет полностью отказаться от затрат на поддержание работоспособности выключателя, так как на протяжении всего срока службы не требует проведения ремонтных работ любой сложности.

Адаптивность.

Возможность применения одного и того же исполнения выключателя на всем существующем диапазоне напряжений оперативного питания позволяет применить его как на постоянном так и переменном питании, без ущерба техническим и эксплуатационным характеристикам. Такая возможность позволяет не формировать широкую номенклатуру ЗИП и практически полностью от нее отказаться.

Энергосбережение.

Конструкция ВВ/TEL последнего поколения позволяет беспрепятственно применять его с любым типом релейных защит, как при замене масляных выключателей, так и при проектировании новых КРУ в существующих схемах. Передача сигналов от выключателя через блок управления может быть организована любым способом, в том числе и дистанционно с помощью телемеханических систем. Блоки управления БУ/TEL позволяют существенно сократить энергопотребление по цепи оперативного питания, так как не потребляют мощность из сети при включении или выключении выключателя, при этом обеспечивают стабильно минимальное время на операцию, а так же передачу информации в схему РЗиА. Даже в отсутствии оперативного питания блоки управления серии TEL длительно сохраняют возможность оперативного отключения ВВ/TEL или его включения с использованием блока механического включения БМВ/TEL. Все это дает широкие возможности по применению ВВ/TEL.

Самый компактный выключатель в своем классе.

Минимальные габариты дают возможность адаптировать выключатель в любое существующее КРУ, и сделать распределительное устройство легче и дешевле. Эксплуатация по достоинству оценила возможности нового аппарата и с его помощью получила возможность продлить сроки службы существующих распределительных устройств с высоким экономическим эффектом.

Надежная работа в любых условиях.

Тяговые изоляторы лабиринтного типа выключателей ВВ/TEL нового поколения отличаются меньшими (на 30%) по сравнению с традиционными размерами, и высокой стойкостью на разрыв. Они полностью защищают внутренние элементы конструкции от загрязнений в виде пыли и капель влаги и препятствует возникновению пробоя по поверхности даже при на-

пряжении свыше 60 кВ в таких условиях. Опорная изоляция ВВ/ТЕL выполнена из терморезистивного композита, обладающей высокой термостойкостью, дополнительно защищает выключатель от механических повреждений, выполняет роль несущей конструкции и осуществляет дополнительную направленную вентиляцию каждого полюса в отдельности.

Простота и легкость ошиновки.

Никогда еще «ошиновка» выключателя не была такой простой и удобной. Конструкция терминалов ВВ/ТЕL обеспечивает свободу по месту установки шин без потери качества самого соединения - расстояние между шинами одной фазы может варьироваться от 280 до 310мм. Каждый терминал покрыт серебром, что заметно снижает переходное сопротивление контактного соединения и увеличивает его пропускную способность. Терминалы выполнены в форме, обеспечивающей эффективный теплоотвод от контактных соединений за счет естественной конвекции, что обеспечивает работоспособность аппарата в жестких температурных условиях.

Безопасность при эксплуатации.

Для удобства, все ВВ/ТЕL нового поколения имеют гибкий выносной указатель положения главных цепей аппарата, который, жестко связан с валом выключателя и может устанавливаться в любом удобном месте для визуального контроля.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКТНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ С ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ (КРУЭ) НАПРЯЖЕНИЕМ 110 – 220 КВ

Стрельников А.И. (КЭЛ-071)

Научный руководитель – Хавроничев С.В.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

В настоящее время все большее применение получает современное элегазовое коммутационное оборудование напряжением 110 кВ и выше взамен морально и физически устаревших аппаратов. Оборудование на основе элегаза используются как при модернизации подстанций, так и при непосредственном проектировании новых.

Отметим характерные особенности конструкций КРУЭ. Собирают КРУЭ из стандартных электрических элементов (выключателей, разъединителей, заземлителей, трансформаторов тока и напряжения, сборных и соединительных шин). Каждый элемент оборудования заключают в герметизированную

металлическую заземленную оболочку, необходимую для сохранения изолирующей среды (элегаза) под определенным избыточным давлением. Оболочки изготавливают из немагнитного металла (сплав алюминия, конструкционная сталь) во избежание нагрева их переменным магнитным потоком. Оболочки отдельных элементов соединяют между собой при помощи фланцев с уплотнениями из синтетического каучука, этиленпропилена и других материалов. Внутренние объемы оболочек нескольких таких элементов, работающих под одинаковым избыточным давлением, объединяют в секции. В целом КРУЭ секционированы по газу. Каждая секция имеет свою контрольно-измерительную газовую аппаратуру [1, с.550].

Компактность КРУЭ позволяет сократить занимаемую открытым РУ площадь в 10-100 раз, а в комплекте с жесткой ошиновкой – еще на 20 %. Все детали КРУЭ, находящиеся под напряжением, заключены в заземленный кожух, что обеспечивает повышенную безопасность персонала и окружающей среды. КРУЭ позволяет осуществлять замену контактных групп без отключения линии. Оборудование полностью интегрируется с сетью, управляемой из единого центра. Более высокая первоначальная стоимость КРУЭ компенсируется быстрой окупаемостью за счет сниженной стоимости проектирования и уменьшения эксплуатационных расходов (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнение КРУЭ с традиционными РУ

Составляющие затрат	Затраты, %	
	110-220 кВ	
	Традиционные РУ	КРУЭ
Первоначальные затраты	100,0	113,7
электрооборудование	37,9	67,9
устройства защиты, контроля и управления	12,5	9,0
транспорт, монтаж, пусконаладочные работы, испытания	15,7	11,4
грузоподъемные и земляные работы, фундаменты	25,8	3,9
здания и сооружения	3,2	18,9
прочие	4,9	2,6
Приведенные за 30 лет производственные издержки	29,6	4,0
Итого	129,6	117,7

Российский пионер внедрения КРУЭ – «Мосэнерго». В 1979 году элегазовые комплектные распредустройства (одно – отечественного производства, другое – фирмы ВВС) установили на подстанциях Елоховская и Свиблово. Но темпы производства и внедрения КРУЭ в СССР, а затем и в России – всегда были на порядок меньше, чем в индустриально развитых странах. В 1980-2006 гг. в России введено в эксплуатацию всего 350 ячеек КРУЭ на

напряжение от 110 до 220 кВ. За тот же самый период, например, Япония, произвела около 7 тыс. ячеек КРУЭ на напряжение от 77 до 800 кВ.

В России КРУЭ выпускает «Энергомеханический завод» (г. С.-Петербург), также на рынке представлено оборудование целого ряда зарубежных производителей: ABB, Areva, Siemens, Hyundai Heavy Industries и других.

По оценкам «Эйч Ди Энерго», (официальный дистрибьютор Hyundai Heavy Industries/Electro Electric Systems) современный российский рынок КРУЭ выглядит следующим образом (рисунок 1).

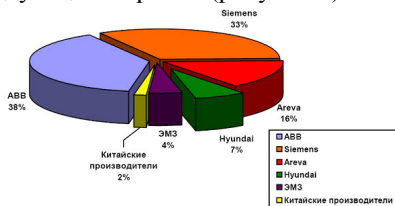


Рисунок 1 - Российский рынок КРУЭ в 2005-2009 гг.

До 2012 года КРУЭ будут введены на 4 подстанциях МЭС Северо-Запада. Первой КРУЭ 330 кВ оснастят строящая подстанция 330 кВ «Центральная» – здесь установят КРУЭ 330 и 110 кВ. КРУЭ также будет внедрены на реконструируемых подстанциях 220 кВ «Волхов-Северная», 220 кВ «Завод Ильича» и 330 кВ «Южная».

Основные тенденции развития мирового КРУЭ-строения:

- типизация модулей КРУЭ;
- эксплуатация при использовании дистанционного контроля и управления;
- увеличение номиналов токов отключения;
- адаптируемость к любым климатическим условиям;
- эстетическая сочетаемость с окружающей средой и др.

Вывод:

Сравнительный анализ КРУЭ и РУ с традиционной изоляцией свидетельствует о заметном превосходстве с позиций надежности первых из них. По ряду показателей, таких как параметр потока отказов, периодичность капитальных ремонтов, среднегодовая продолжительность нахождения оборудования в аварийно-восстановительных и плановых ремонтах, КРУЭ обеспечивают более благоприятные (различающиеся до 10 раз и даже более) характеристики.

Список литературы:

1. Макаров Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ / М.: Папирус Про, 2005. – 640 с.

ВЕЛОСЕТКА

Титов Д. Е. (КЭЛ-061), Копейкина Т.В.

Научные руководители – Сошинов А.Г., Галушак В.С.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Усложнение транспортных проблем современных городов ставит на новый уровень отношение их жителей к велосипеду. Мы наблюдаем в больших мегаполисах возникновение транспортных коллапсов, вызванных, прежде всего появлением большого количества автомобилей на улицах. Все это сопровождается выбросами огромных объемов вредных выхлопных газов, значительно ухудшающих экологию воздушного бассейна города. Одним из решений этих городских проблем является организация перевозок в городе с помощью велосипеда.

Мы предлагаем строительство в городе Адлере велоинфраструктуры и предлагаем использовать разработанный нами солнечный пассажирско-грузовой трехколесный велосипед. Гелиовелосипед имеет электропривод с аккумуляторной системой, позволяющей ему совершать поездки на расстояние до 100 км без подзарядки аккумуляторов (рисунок 1).

В тоже время солнечные фотобатареи, размещенные на кузове гелиовелосипеда, обеспечивают в течении светового дня полную зарядку аккумуляторов без подключения его к внешней электрической сети. На наш взгляд на первом этапе внедрения гелиовелосипеда в транспортную систему городов необходимо предложить горожанам три типа экипажей, а именно:

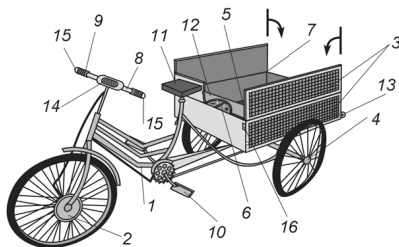


Рисунок 1 - Конструкция гелиовелосипеда:

- 1 – рама; 2 – ведущее колесо с электроприводом; 3 – панели солнечных батарей;
- 4 – два задних колеса с pedalным приводом; 5 – кузов; 6 – тяговый аккумулятор;
- 7 – продольные оси; 8 – руль; 9 – ручка управления; 10 – pedalный привод задних колёс;
- 11 – сиденье; 12 – крышка-сиденье для пассажира; 13 – светодиодный «стоп-сигнал»;
- 14 – светодиодная фара; 15 – светодиодные указатели поворотов;
- 16 – механические фиксаторы

- солнечный велосипед «Турист» с дальностью хода 100 км и грузоподъемностью 50 кг. Велосипед «Турист» идеально подходит для пассажира- и мелких грузоперевозок в пределах Адлерского района, по туристическим маршрутам.

- солнечный велосипед «Я и мамочка» повышенной комфортности и красочного эстетического исполнения с дальностью хода 75 км и грузоподъемностью 30 кг для перевозки детей в детсады, школы.

- солнечный велосипед «Бизнес машина» для частных предпринимателей малого бизнеса с дальностью хода 80 км и грузоподъемностью 100 кг, имеющий дополнительные опции для подключения электроприемников (электроинструмент, кассовый аппарат, телефон, ноутбук и др.). Он будет покрывать нужды уличных торговцев.

Скорость движения таких экипажей будет находиться в пределах 15-25 км/час.

Город Адлер идеально подходит для применения велотранспорта. Благоприятно влияют климатические, рекреационные, финансовые факторы.

Город Адлер протянулся вдоль побережья Черного моря между местами впадения в море рек Кудепсты и Псоу. Максимальная ширина жилой зоны не превышает 2х километров. Длина береговой линии: 17,4 км. Большая часть береговой линии является пляжем. Основные транспортные магистрали (улицы Ленина, Молокова, Просвещения) располагаются параллельно берегу моря. Их пересекают более узкие улицы, ведущие к морю.

В соответствии с такой планировкой города предлагается строительство сетки велосипедных дорожек следующей конфигурации:

1) «Пляжная велодорожка» – для мобилизации перемещения по пляжу, перевозки малогабаритного груза по берегу (обслуживание кафе). Ширина – до 3 м. Протяженность – 10 км.

Начиная от ж/д станции «Кудепста», дорожка в нескольких метрах от береговой линии проходит до реки Мзымта. Потом поворачивает и протягивается на 350 метров вдоль реки до пешеходного моста. Потом через мост прокладывается до морского пляжа по улице Цветочной. Строительство Пляжной дорожки подразумевает сооружение металлического моста через реку Херота, длиной в 6 метров.

2) «Демократическая». Позволит сократить поток машин по улице Кирова. Начинается на пересечении Демократической и Черниговской, проходит на всем протяжении Демократической, соединяется с Пляжной. Ширина – до 1,5 м. Протяженность – 1,6 км.

3) «Ромашек». Соединяет улицу Молокова и пляж. Проходит по улице Ромашек. Соединяется с Пляжной. Ширина – до 1,5 м. Протяженность – 0,82 км.



Рисунок 2 - Расположение велодорожек в городе Адлере

4) «Добрые известия». Начало – улица Добрых надежд. Далее по улице Ленина сворачивает на улицу Аллейную, затем Чкалова, спускается к морю через территорию высотных отелей и доходит до ж/д станции «Известия». Соединяется с Пляжной. Ширина - до 1.5м. Протяженность – 2,42 км.

5) «Гастелло». Начало – переулок Прибыльный. Далее по Петрозаводской и Гастелло сворачивает на улицу Ленина, затем по Белорусской спускается к морю. Соединяется с Пляжной. Ширина - до 1.5м. Протяженность – 4.25 км.

6) «Мира». Начало – улица Лесная. Далее по Ивановской, Костромской и Мира сворачивает на улицу Насыпную, доходит до Белорусской. Соединяется с Гастелло. Ширина - до 1.5м. Протяженность – 7,7 км.

Общий объем финансовых средств по внедрению в г. Адлере велотранспорта, включая его стоимость и стоимость строительных и дорожных работ оценивается в 4 млрд. руб., из них около 1 млрд – изменение городской инфраструктуры, в том числе 0,5 млрд. руб. на строительство велодорожек, и 3 млрд. руб. – средства населения, юридических и физических лиц на приобретение велотранспорта. Для сравнения: на покупку автомобилей население г. Адлера израсходовало около 10 млрд. руб. и ежегодно затраты населения на моторное топливо составляют 1,95 млрд. руб. Применение велотранспорта позволит снизить эту цифру на 15 % впервые года, т.е. 12,4 млн. литров, особенно за счет вытеснения маломассовых перевозок.

В настоящее время среди множества различных вариантов альтернативных средств передвижения лучшие шансы завоевать доверие имеет солнечный велосипед – прежде всего в силу своей низкой себестоимости, востребованности и значительных достоинств в технических характеристиках.

Список литературы:

1. Газета: Энергетика и промышленность России Н. Кириллов к.т.н., с.н.с., Военный инженерно-космический университет (Санкт-Петербург), №3 март 2002 г.
2. Пополов А.С. Солнечный транспорт – М.: Транспорт, 1996 г. – 166 с.
3. Журнал "Экология и жизнь". Статья А.С. Пополова, кандидат технических наук, 2009 г.

РАЗРАБОТКА ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЭ ДЛЯ БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ КТИ

Титов Д.Е. (КЭЛ-061), Бахтиаров К.Н.

Научные руководители – Сошинов А.Г., Галушак В.С.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru

Повышение энергетической эффективности объектов муниципальной и государственной собственности является одной из важных задач, определенных законом РФ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» от 23 ноября 2009 года. Пунктами 5 и 7 статьи 14 прямо указывается на необходимость использования возобновляемых источников энергии.

Во исполнение указанных заданий мы предлагаем разработать пилотный технический проект энергосберегающего энергетического учебно-производственного комплекса с использованием возобновляемых источников энергии для бюджетных организаций на примере Камышинского технологического института.

Энергетический комплекс на объектах КТИ будет выполнять функции вытеснения покупной электроэнергии с коэффициентом интеграции более 20%. Также он выполняет роль учебного комплекса для ознакомления студентов электроэнергетических специальностей с практическими режимами работы оборудованием на электростанции.

В состав разрабатываемого комплекса входит крышная солнечная электростанция установленной мощностью 20 кВт, ветроустановка установленной мощностью 30 кВт и система аккумулирования электрической энергии емкостью 3000 А·ч.

Для мощности 20кВт на СЭС требуется установка 35 солнечных панелей, размещенных на крышах корпусов. Принимается в качестве основного модуля солнечной батареи фотоэлектрический модуль, изготовленный с использованием двух новых технологий: гетерозлектрического фотоэлемента, преобразующего видимый и инфракрасный свет в электричество; и голографической солнечной панели.

У гетерозлектрического фотоэлемента наблюдается высокая эффективность преобразования энергии светового потока видимого спектра (54%), и есть возможность получения электроэнергии ночью и в облачную погоду за счет высокой эффективности преобразования инфракрасного света в электроэнергию (31%).

Голографическая солнечная панель позволяет повысить концентрацию солнечного света на активных фотоэлементах до 10 раз за счет се-

лекции света по частотам («тепловая» часть спектра на фотоячейки не попадает), что приводит к высокой отдаче фотоэлектрических преобразователей без их перегрева и без использования вентиляей.

По сравнению с солнечными батареями без концентраторов, здесь для получения одного ватта требуется на 50-85% меньше кремния, что является одним из условий необычайно низкой цены голографических панелей. Да к тому же и сами голографические плёнки также намного дешевле больших зеркал или линз.

Применённая в панели голограмма – мультиплексная. Фактически – это огромное количество голограмм, наложенных одна на другую и «работающих» при падении на них солнечного света под своим, индивидуальным углом.

Такое решение позволяет получить высокую отдачу панели без поворота её вслед за Солнцем – просто при каждом его положении на небе, в пределах какого-то угла, задачу сбора и направления света на фотоэлектрические ячейки решает одна из этих голограмм. А отсутствие механизма слежения за солнцем – коренным образом меняет стоимость СЭС и упрощает эксплуатацию. К тому же, такую панель можно монтировать непосредственно на крыше.

Мы сможем вырабатывать с одной панели до 578.34 Вт электроэнергии благодаря применению гетероструктурных фотоэлементов и уменьшить активную площадь фотоэлементов до 10 раз благодаря голографическим пленкам. Что позволит существенно снизить себестоимость вырабатываемой на СЭС электроэнергии.

ВЭУ представляет собой конструкцию в виде мачты высотой 17 метров. На мачте с двух сторон размещены каркасы, состоящие из правильных шестиугольников. Эта конструкция напоминает соты, что и обуславливает её название. Мачта вращается вокруг своей оси для улавливания воздушного потока ветроагрегатами со всех направлений. Сотовая конструкция позволяет гибко менять установленную мощность изменением числа работающих ветрогенераторов. Для обеспечения профилактического обслуживания ВЭУ применена ломающаяся конструкция мачты с шарниром.

При коэффициенте использования мощности 0,85 выработка электроэнергии за год составит 76500 кВт.ч на ВЭУ и 37400 кВт.ч на СЭС, т.е. полная генерация комплекса составляет 113900 кВт-часов, что покрывает пятую часть годовой потребности инфраструктуры КТИ в электроэнергии.

Реализацию данного проекта можно разделить на 3 этапа:

Цена подготовки полного комплекта конструкторской и технической документации данного комплекса для последующей передачи на заводы изготовители составляет 300000 рублей. Документация будет готова за 4 месяца.

Подбор подходящих заводов изготовителей и размещение на их производственных мощностях заказов на изготовление деталей комплекса будет происходить 6 месяцев и обойдется в 3060000 рублей.

Конечный сборочный монтаж установки и пуско-наладочные работы непосредственно на объекте строительства. Будут стоить 540000 рублей, будут закончены в течение двух месяцев.

Общий объем необходимых на реализацию проекта инвестиций 3,9 млн. руб.

Из расчета стоимости электроэнергии сегодня срок окупаемости энергетического комплекса составляет 4.5 года, это при условии того, что тарифы не будут расти, надо учесть, что для различных организаций тарифный план разный. Например, офисные здания платят больше чем физические лица и для них срок окупаемости выше и строительство такой электростанции более рентабельно.

Помимо этого возможна продажа комплектов проектной документации с привязкой к конкретному объекту бюджетной организации для вытеснения покупной электроэнергии цене 200тыс.руб за один комплект. Продажа двух проектов окупит стоимость инвестиций на подготовку полного комплекта конструкторской и технической документации.

Все это свидетельствует о значительной актуальности и рентабельности данного проекта.

Построив этот комплекс, мы выполним задание федерального закона по снижению затрат на электроэнергию по 3% в год в бюджетной организации.

Список литературы:

1. Б.Ю. Липкин. Электроснабжение промышленных предприятий и установок // М., Высшая школа, 1990, 363 с.
2. С.И Удалов. Возобновляемые источники энергии // Новосибирск, 2007 г., 431 с.
3. Электронный ресурс: www.kryotherm.ru

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УТИЛИЗАТОРА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА

Титов Д.Е. (КЭЛ-061), Пасменко О.А. (КЭЛ-092)

Научные руководители – Сошинов А.Г., Галушак В.С.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

В последние годы в связи с разработкой новых полупроводниковых материалов, применением термоэлектрических пар с более высоким коэффициентом эффективности чаще стали использовать в промышленно-

сти получение постоянного электрического тока с помощью эффекта Зеебека и охлаждение элементов конструкций с помощью эффекта Пельтье. В данной статье описывается возможность соединения обоих эффектов в одной установке для утилизации сбросного тепла с жидких или газовых теплоносителей. Принцип работы установки основан на феноменологических эффектах Зеебека и Пельтье.

Нашей целью была разработка установки, способной утилизировать низкопотенциальное тепло текучих сред, повысив его потенциал в нагреваемом потоке путём использования термоэлектрических эффектов в твёрдых телах. Это достигается увеличением теплообмена между двумя потоками-теплоносителями, имеющими на входе в установку различные температуры, и преобразованием части потока тепла, проходящего через установку, в работу по перемещению тепловой энергии вследствие холодопроизводительности модуля Пельтье.

Работа установки, способной охлаждать один поток и нагревать другой (в случае, если потоки имеют одинаковые температуры на входе), требует затрат электроэнергии. Для начала работы на модуль Пельтье через выпрямительное устройство подаётся электроэнергия из промышленной сети. После возникновения теплового потока и вследствие холодопроизводительности запущенного модуля Пельтье включаются в работу модули Зеебека, в которых наводится термоЭДС.

Опишем принципиальную схему установки. Установка состоит из модулей Зеебека и модуля Пельтье, в основе работы которого (термоэлектрического модуля) лежит одноименный эффект: это процесс выделения или поглощения тепла при прохождении электрического тока через контакт двух разнородных проводников, при этом количество выделяемого тепла пропорционально количеству прошедшего через контакт заряда.

Единичным элементом модуля является термопара, состоящая из одного проводника (ветки) р-типа и одного проводника n-типа.

При последовательном соединении нескольких таких термопар теплота Q_c , поглощаемая на контакте типа n-p, выделяется как Q_h на контакте типа p-n. Модуль Пельтье представляет собой совокупность таких термопар, соединённых между собой последовательно по току и параллельно по потоку тепла. Термопары помещаются меж двух керамических пластин. Ветки спаиваются на медные проводящие площадки (шинки), которые крепятся к специальной теплопроводящей керамике. Токи по модулю Пельтье текут в таком направлении, чтобы тепло перекачивалось с внешней стороны установки в центральное отверстие, по которому протекает нагреваемый теплоноситель. Примыкающая к поверхности отверстия сторона модуля Пельтье имеет большую температуру, чем сторона, примыкающая к модулю Зеебека, поэтому существует обратный поток тепла сквозь модуль Пельтье.

В основе работы модуля Зеебека лежит обратный эффект – эффект Зеебека. Это явление возникновения электродвижущей силы в электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых разнородных проводников, контакты между которыми находятся при различных температурах.

Конструкция этих модулей схожа с конструкцией модулей Пельтье, но есть различия. Отдельные термоэлектрические элементы длиннее и уже. Форма изменена, чтобы снизить теплопроводность модуля и тем самым повысить его коэффициент полезного действия. Термоэлектрические пары припаиваются к медным проводникам, которые одновременно являются и проводниками электроэнергии и тепла.

На один метр длины установки модули Зеебека состоят из 72192 термоэлектрических пар.

Пространство между модулями заполнено специальной керамикой с высокой теплопроводностью (автор предлагает использовать керамику из нитрида алюминия, теплопроводность $AlN=180$ Вт/м·К). В центре установки имеется треугольное отверстие. По нему течёт нагреваемый поток-носитель. Он охлаждает поверхность отверстия, при этом нагревается.

Физически этот процесс становится понятен, если учесть, что при включении указанных модулей входная температура на модуле Пельтье снизится и, значит, увеличится перепад температур на всех модулях Зеебека. При этом выходная температура модуля Пельтье поднимется и, значит, вырастет температурный напор от модуля Пельтье к нагреваемому потоку. Что приводит к увеличению перегоняемой через установку энергии.

На этом принципе работает предлагаемая авторами установка, поперечное сечение которой изображена на (рис. 1).

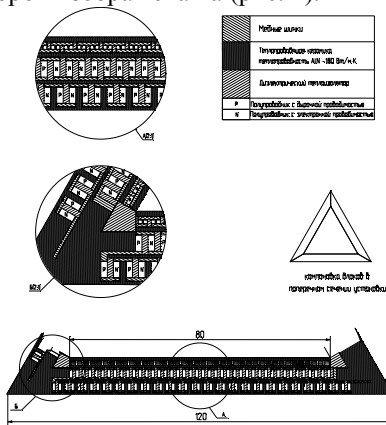


Рисунок 1 - Поперечное сечение утилизатора низкопотенциального тепла

Термоэлектрический утилизатор тепла имеет форму правильной треугольной призмы, образующие грани которой состоят из параллельно

соединённых по потоку тепла и последовательно соединённых по току модуля Пельтье и двух модулей Зеебека. Внутренняя часть призмы представляет собой полый канал треугольного сечения с линейными размерами 80 мм. Стенки полого канала являются горячей обкладкой модуля Пельтье. К холодной обкладке модуля Пельтье припаиваются два модуля Зеебека, разделённых между собой пластиной из нитрида алюминия. Поверх медных шин внешнего модуля Зеебека располагается ещё одна пластина из нитрида алюминия, которая является внешней поверхностью установки. Внешние линейные размеры призмы составляют: ширина $s = 120$ мм, длина $l = 100$ мм.

Выводы:

1. Предложенное устройство в отличие от общеизвестных схем тепловых насосов не содержит перекачивающих насосов, дросселей, контуров хладагентов, теплообменников, что значительно повышает надёжность работы и существенно упрощает эксплуатацию системы утилизации тепла.

2. Отдельные элементы конструкции имеют постоянную температуру в установившемся режиме работы, т. е. отсутствуют термокáчки и, как следствие, установка будет иметь длительный срок службы.

3. Подобный расчёт для установки показывает, что при работе в описанном выше режиме она способна на 7,76 % увеличивать теплообмен между двумя потоками, не потребляя при этом электроэнергии.

Если потоки имеют одинаковые температуры на входе, то установка длиной 1 м потребляет до 55,72 кВт, утилизирует до 34,4 кВт, на горячей стороне модуля Пельтье выделяется до 78 кВт.

4. Предлагаемую установку можно применить в любой отрасли промышленности, например, для утилизации тепла сточных вод, молока, сбросных горячих газов в металлургическом производстве, других жидкостей.

5. Утилизатор тепла позволяет снизить тепловые выбросы производств в окружающую среду и вернуть их в производственный цикл. Он напрямую направлен на повышение энергоэффективности производственных процессов, что является стратегическим направлением модернизации России.

Список литературы:

1. Ахмедова О.О., Титов Д.Е. Разработка теоретического обоснования возможности создания бестопливного термоэлектрического генератора / Энергоэффективность и энергобезопасность производственных процессов: сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов, аспирантов (город, 10-12 ноября 2009). Т. 1. Тольяттинский Государственный Университет, 2009г., С. 225.

2. Титов Д.Е., Сошинов А.Г., Ахмедова О.О. Разработка электротехнического устройства для утилизации низкопотенциального тепла на основе эффектов Пельтье и Зеебека / Матер. докл. V междунар. молодежной науч.конф. "Гинчуринские чтения" (Казань, 28-29 апреля 2010г.). Т. 2. – Казань: КГЭУ, 2010. (260 с.) С. 138.

3. Электронный ресурс: www.kryotherm.ru

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ГОЛОЛЕДНО-ВЕТРОВЫХ АВАРИЙ

Хмелевский Д.А. (КЭЛ-061)

Научный руководитель – Панасенко М.В.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Тел.: (84457) 9-54-29; факс 9-43-62; E-mail: kti@kti.ru

В условиях рыночной экономики наряду с экономической эффективностью следует учитывать и коммерческую эффективность, т.е. финансовые интересы всех участников инвестиционного проекта.

Однако в данной работе в качестве основных рассматриваются показатели и критерии экономической эффективности.

Наиболее общий показатель экономической эффективности - это чистый дисконтированный доход (ЧДД).

Показатель ЧДД используется для оценки экономической эффективности инвестиций в мероприятия по одному из двух *критериев*:

1. критерий сравнительной эффективности (оптимальности) — мероприятие является наиболее эффективным (оптимальным), если обеспечивает максимальное значение ЧДД среди n сравниваемых вариантов;
2. критерий приемлемости («абсолютной» эффективности) — мероприятие удовлетворяет минимальным экономическим требованиям, т.е. оно приемлемо, если ЧДД положителен ($\text{ЧДД} > 0$).

В качестве предпочтительного рекомендуется критерий сравнительной эффективности, который согласуется с традиционно используемым в энергетике критерием *минимума приведенных затрат* [1].

Для сравнительной экономической оценки вариантов технических решений в качестве одного из *показателей* используются суммарные дисконтированные затраты, представляющие собой сумму капиталовложений и издержек за расчетный период, приведенную к началу расчетного периода.

Критерием для выбора наиболее эффективного мероприятия является *минимум суммарных дисконтированных приведенных затрат*.

В качестве *критерия приемлемости*, вместо $\text{ЧДД} > 0$, можно принимать срок окупаемости капитальных вложений с учетом дисконтирования, т.е. продолжительность периода в годах от начального момента, до «момента окупаемости с учетом дисконтирования» — наиболее раннего момента времени в расчетном периоде, после которого текущий ЧДД становится и в дальнейшем остается положительным.

В отсутствие рекомендаций государственных регулирующих органов срок окупаемости капитальных вложений в мероприятия можно принимать равным 8 годам.

При оценке эффективности срок окупаемости, как правило, выступает только в качестве ограничителя.

Системный эффект в год от внедрения мероприятий и дисконтированный системный эффект, оцениваются снижением ущерба из-за гололедно-ветровых аварий.

Ущерб состоит из:

- 1) затрат на восстановление поврежденных воздушных линий, далее ВЛ (системный ущерб);
- 2) затрат на компенсацию ущерба от аварийных ограничений потребителей электроэнергии;
- 3) упущенной прибыли генерирующих и сетевых компаний от реализации электроэнергии.

Возможный ущерб рассчитывается по статистическим данным при отсутствии борьбы с гололедными отложениями.

При внедрении мероприятий возможный ущерб снижается не до нуля из-за:

- вероятностного характера гололедообразования;
- ограниченных возможностей внедренной системы мероприятий;
- человеческого фактора.

Таким образом при принятии комплексной системы мероприятий по предотвращению и ликвидации гололедных аварий следует руководствоваться:

- 1) критерием надежности информационно-измерительной системы (ИИС);
- 2) критерием эффективности ИИС.

Выводы

Для повышения надежности эксплуатируемых ВЛ, не соответствующих требованиям ПУЭ-7 [2], возможно:

- 1) усиление механической прочности элементов ВЛЭП путем ее реконструкции;
- 2) применение системы плавки гололеда.

При проектировании ответственных ВЛ в IV и выше районах по гололеду требуемая вероятность неревышения расчетных климатических нагрузок может быть больше 0,96 (повторяемость 1 раз в 25 лет), которая предусмотрена в ПУЭ-7.

В этом случае обеспечить требуемую надежность можно также двумя вариантами:

- 1) увеличением расчетных климатических нагрузок и соответственно капиталовложений в сооружение ВЛ;

2) применением системы плавки гололеда, требующей определенных капиталовложений и издержек (эксплуатационных расходов).

Технико-экономическое обоснование применения ИИС как автоматической информационной системы контроля гололедообразования, [1] может быть выполнено сравнением приведенных затрат:

- 1) на установку и эксплуатацию ИИС;
- 2) на обеспечение наблюдения за гололедом линейным персоналом.

Список литературы:

1. Левченко И.И., Засыпкин А.С., Аллилуев А.А., Сацук И.Е. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 448 с.
2. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. М.: Изд-во Омега-Л, 2007.

НАДЁЖНОСТЬ КОНФИГУРАЦИИ ПОДСТАНЦИЙ

Шмальц Ю.С. (КЭЛ-062)

Научные руководитель – Карпенко О.И.

*Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ
Тел. (84457) 9-45-67; факс (84457) 9-43-62. E-mail: kti@kti.ru*

Одним из опорных пунктов в сети энергоснабжения является электрическая подстанция. Тем не менее, в ней всё равно содержатся так называемые слабые места или критические точки, где есть риск потери нагрузки. Умея рассчитать надёжность различных конфигураций подстанции, можно воспользоваться полученной информацией при разработке сети с наивысшей общей надёжностью. Но определение надёжности подстанции также может оказаться важным и для уже установленных сетей, поскольку оно позволяет обнаружить слабые места, вносящие свою долю в общую ненадёжность сети.

Перед тем, как определять показатели надёжности подстанции, полезно ознакомиться с некоторыми распространёнными конфигурациями подстанций и их названиями. Для разных задач могут оказаться больше подходящими разные конфигурации, поэтому оборудование в каждом типе подстанции различное, но, за исключением переключающих подстанций, в него обычно входит трансформатор, прерыватели и обесточивающие переключатели.

Таблица 1 - Типичные конфигурации шин

Название	Достоинства	Недостатки
1	2	3
<i>Одиночная шина</i>	<ul style="list-style-type: none"> • минимум затрат • малая занимаемая площадь • легко расширяема • относительно проста при применении релейной защиты 	<ul style="list-style-type: none"> • компоновка обладает самой низкой надёжностью • отказ разъединителя или короткое замыкание на шине приведёт к отключению всей подстанции • обесточивание для обслуживания может усложнить и сделать непригодными некоторые схемы защиты и общую координацию реле.
<i>Секционная шина</i>	<ul style="list-style-type: none"> • гибкость в действии • изоляция секций шины для обслуживания • отключение только части подстанции 	<ul style="list-style-type: none"> • для разделения на секции нужны дополнительные разъединители, тем самым увеличивается стоимость • разделение на секции может вызвать отключение исправных цепей
<i>Главная и обходная шины</i>	<ul style="list-style-type: none"> • обеспечивают рабочее состояние и защиту на время обслуживания разъединителя • приемлемая стоимость • относительно малая занимаемая площадь • легко расширяемы 	<ul style="list-style-type: none"> • на стыке шин нужен дополнительный разъединитель • защита и установка реле могут усложниться • отказ шины приведёт к отключению всей подстанции
<i>Кольцевая шина</i>	<ul style="list-style-type: none"> • гибкость в работе • высокая надёжность • двойное питание к каждому контуру • нет главных шин • изоляция секций шины и прерывателей для обслуживания не требует разрыва контура 	<ul style="list-style-type: none"> • разрыв кольца при отказе может привести к нежелательным соединениям контуров • каждый контур должен иметь собственный источник напряжения для релейной защиты

Продолжение таблицы 1

1	2	3
<p><i>Полуторная конфигурация</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • гибкость в работе и высокая надёжность • изоляция любой шины без прекращения работы • изоляция любого разъединителя для обслуживания без прекращения работы • двойное питание к каждому контуру • короткое замыкание на шине не ведёт к отключению какого-либо контура • все переключения выполняются с помощью разъединителя 	<ul style="list-style-type: none"> • усложняется релейная защита, так как центральный разъединитель должен срабатывать на замыкания в любом из двух контуров, с которыми он связан • каждый контур должен иметь собственный источник напряжения для релейной защиты
<p><i>Двойная конфигурация</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • гибкость в работе и очень высокая надёжность • изоляция любой шины и любого разъединителя без прекращения работы • двойное питание к каждому контуру • замыкание на шине не ведёт к прекращению работы какого-либо контура • выход из строя разъединитель отключает только один контур • все переключения с помощью разъединителя 	<ul style="list-style-type: none"> • очень высокая стоимость

В таблице 2 сопоставлены относительные затраты различных конфигураций подстанций, рассмотренных выше [2].

Таблица 2 - Относительные затраты различных конфигураций подстанций

Конфигурации подстанций	Относительные затраты
Одиночная шина	100%
Секционная шина	122%
Главная и обходная шины	143%
Кольцевая шина	114%
Полуторная схема	158%
Двойная схема	214%

Для каждой конфигурации определяются средняя частота отказов, средняя длительность простоя и годовая длительность простоя. В примере используются модели трансформаторов, шин и разъединителей [1].

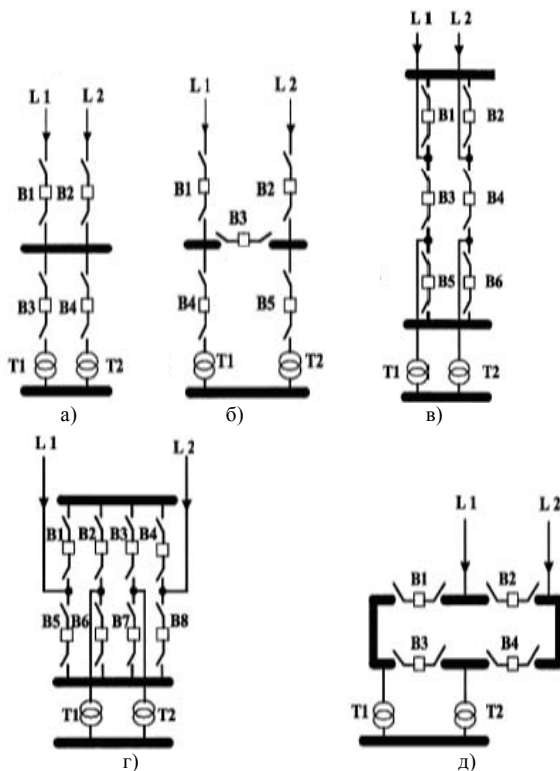


Рисунок 1 - Конфигурации подстанций

Несмотря на то, что в первоначальном варианте примера рассматривалась сеть с распределёнными показателями, в данном случае рассчитываются только показатели подстанции.

- а) одиночная шина
- б) секционная одиночная шина
- в) полуторная схема
- г) двойная схема
- д) кольцевая шина

Каждую схему питают две линии, каждая из которых может обеспечить достаточное питание для станции. Надёжность станций рассчитывается как без учёта, так и с учётом отказов линий. Надёжность каждой конфигурации рассчитывается с применением метода минимального сечения, основанном на критерии непрерывности работы. Минимальным сечением является набор компонентов, при отказе которого (целиком) дальнейшая работа невозможна, но если хотя бы один компонент остаётся действующим, работа не прекращается [3].

Сечения распределяются согласно типу отказа, после чего делятся на активные и пассивные отказы. Ниже приведены рассматриваемые в данном примере типы отказов.

- полный отказ первого порядка (активные и пассивные отказы)
- активный отказ первого порядка
- активный отказ первого порядка с зависанием прерывателя
- совмещённый отказ второго порядка с вовлечением двух компонентов

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы, что частоты отказов повышаются на 0,9%-35%, а время годового простоя повышается на 2,8%-53%. Отсюда видно, какой эффект могут оказать отказы питающих линий на показатели подстанции. Относительные показатели конфигураций, однако, не меняются. Результаты можно применить для совмещённой системы и в конечном итоге рассчитать показатели точек подключений нагрузки.

Список литературы:

1. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро / Под ред. Д.Л. Файбисовича. 2-е изд., перераб и доп. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. - 352 с.: ил.
2. "Design Guide for Rural Substations Design Guide for Rural Substations," Rural Utilities Service, United States Department of Agriculture, June 2001.
3. T. Tsao and H. Chang, "Composite Reliability Evaluation Model for Different Types of Distribution Systems," IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 18, No. 2, May 2003.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В

Юрьев А.В. (КЭЛ-072)

Научный руководитель - Сошинов А.Г.

Камышинский технологический институт (филиал) ВолгГТУ

Телю: (84457) 9-45-67; факс 9-43-62; E-mail: kti@kti.ru

Электрические цепи, содержат комбинированные сопротивления (нагрузку), в частности, активную (когда ток и напряжение совпадают по фазе) и индуктивную (когда ток отстает по фазе от напряжения) составляющие.

Отставание тока по фазе от напряжения в индуктивных элементах обуславливает интервалы времени, когда напряжение и ток имеют противоположные знаки: напряжение положительно, а ток отрицателен и наоборот. В эти моменты мощность не потребляется нагрузкой, а подается обратно по сети в сторону генератора. При этом электроэнергия, запасаемая в каждом индуктивном элементе, распространяется по сети, не рассеиваясь в активных элементах, а совершая колебательные движения (от нагрузки к генератору и обратно). Соответствующую мощность называют реактивной.

Потребление реактивной мощности от энергоснабжающей организации нецелесообразно, так как приводит к увеличению мощности генераторов, трансформаторов, сечения подводящих кабелей (снижение пропускной способности), а так же повышению активных потерь и падению напряжения (из-за увеличения реактивной составляющей тока питающей сети). Поэтому реактивную мощность необходимо компенсировать.

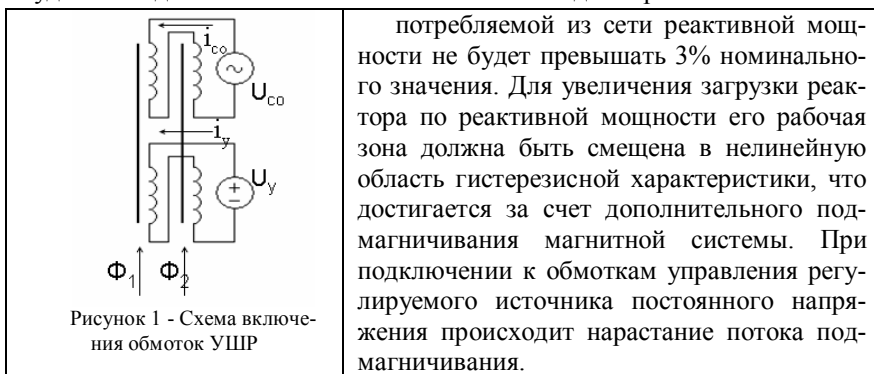
Установки КРМ – электроприемники с емкостным током, которые при работе формируют опережающую реактивную мощность (ток по фазе опережает напряжение) для компенсации отстающей реактивной мощности, генерируемой индуктивной нагрузкой.

В настоящее время в энергосистемах всего мира широкое распространение получают устройства FACTS – управляемое оборудование для электрических сетей переменного тока. Применение устройств FACTS позволяет быстро и оперативно управлять и перераспределять потоки активной и реактивной мощности.

Управляемый шунтирующий реактор (УШР) представляет собой новый тип устройств FACTS, который начиная с 90-х годов широко используется для стабилизации напряжения и управления перетоками реактивной мощности как в магистральных и распределительных сетях, так и на уровне крупных промышленных потребителей.

Для эксплуатации управляемого реактора не требуется специальная подготовка обслуживающего персонала и создание дополнительных рабочих условий на подстанциях, как например, применение водяного охлаждения или размещение оборудования в закрытых помещениях. Дополнительным достоинством УШР является возможность его подключения непосредственно на шины высокого напряжения и отсутствие необходимости использования повышающих трансформаторов. Это позволяет обеспечить весь регулировочный диапазон реактора именно на том классе напряжения, где это необходимо по режиму работы электрических сетей.

Управляемый шунтирующий реактор представляет собой трансформаторное устройство, дополнительно выполняющее функции полупроводникового ключевого прибора, что достигается за счет работы магнитной системы реактора в области глубокого насыщения. Магнитная система одной фазы УШР содержит два стержня с обмотками, вертикальные и горизонтальные ярма. На каждом стержне размещены обмотки управления, соединенные встречно, и сетевые (силовые) обмотки, соединенные согласно. В стержнях магнитной системы УШР отсутствуют немагнитные промежутки, вследствие чего при подключении реактора к сети он будет находиться в состоянии холостого хода. При этом величина



потребляемой из сети реактивной мощности не будет превышать 3% номинального значения. Для увеличения загрузки реактора по реактивной мощности его рабочая зона должна быть смещена в нелинейную область гистерезисной характеристики, что достигается за счет дополнительного подмагничивания магнитной системы. При подключении к обмоткам управления регулируемого источника постоянного напряжения происходит нарастание потока подмагничивания.

Так как на поток подмагничивания накладывается переменный поток сетевой обмотки, то результирующий поток смещается в область насыщения стержней магнитопровода. В свою очередь, насыщение стержней приводит к появлению тока в сетевой обмотке. При вводе или выводе энергии из контура управления возникает переходный процесс увеличения или уменьшения сетевого тока и соответственно потребляемой реактором реактивной мощности.

Конструктивно, может быть обеспечена любая требуемая скорость изменения мощности реактора. Однако в результате практического ис-

пользования УШР был определен оптимальный баланс между быстродействием реактора и мощностью системы подмагничивания: скорость набора/сброса мощности за 0,3-1 с, мощность системы подмагничивания – 1-2% номинальной мощности реактора. В зависимости от предъявляемых требований, УШР настраивается таким образом, чтобы осуществлять либо стабилизацию уровней напряжения, либо величины потребляемой реактивной мощности, либо величины потребляемого тока.

Управляемые реакторы, как и их неуправляемые аналоги, подразделяются на шинные и линейные. В зависимости от этого, в конструкцию УШР вводится дополнительный элемент, обеспечивающий предварительное подмагничивание электромагнитной части и последующее безынерционное включение реактора (со временем набора мощности менее одного периода промышленной частоты). Как и любое трансформаторное оборудование, УШР допускает длительную перегрузку по току до 120-130%, а также имеет возможность кратковременной перегрузки до 200%. Кроме того, УШР выполняет все функции неуправляемого шунтирующего реактора, включая возможность работы в паузе ОАПВ.

Реакторы предназначены для автоматической стабилизации напряжения в узлах нагрузки, компенсации избыточной зарядной мощности и снижения потерь электроэнергии в электрической сети, автоматического управления потоками реактивной мощности и стабилизации уровней напряжения, что позволяет:

- нормализовать уровни напряжений и до 1-2%, ограничить колебания напряжения в электрической сети;
- на 15-20% снизить потери при транспортировке и распределении электроэнергии потребителям;
- повысить качество электрической энергии;
- оптимизировать и автоматизировать режимы работы электрической сети;
- повысить устойчивость энергосистемы;
- в десятки раз улучшить условия эксплуатации и повысить работы эксплуатации электротехнического оборудования за счет резкого сокращения числа коммутаций нерегулируемых устройств компенсации реактивной мощности и ограничения использования менее надежных в эксплуатации устройств РПН трансформаторов и автотрансформаторов;
- увеличить пропускную способность линий электропередачи и обеспечить надежное автоматическое управление уровнями напряжения при перетоках мощности, близких к предельным по статической устойчивости;

- избежать эффекта «лавины напряжения» при возникновении аварийных ситуаций в электрической сети (например, аварийное отключение нагрузки, генератора, линии электропередачи и прочее);

- обеспечить условия для работы генераторов электростанций в таком диапазоне генерации реактивной мощности, который способствует наиболее благоприятным эксплуатационным режимам.

Преимущества УШР перед аналогичными устройствами

- Регулировочный диапазон составляет 100% номинальной мощности УШР.

- Плавное регулирование с неограниченным ресурсом возможных изменений.

- Отсутствие устройств РПН.

- Возможность нормированной перегрузки УШР до 130% и кратковременной перегрузки до 200%

- Регулирование напряжения и реактивной мощности непосредственно в точке подключения.

- Использование маломощных вентильных устройств с меньшими потерями и отсутствием необходимости в водяном охлаждении.

- Традиционные требования к квалификации обслуживающего персонала на подстанции.

- Более низкий уровень потерь: в 1,5 – 3 раза.

- Наружная установка.

- Срок окупаемости от 2 недель до 5 лет;

- Стоимость до 2,5 раз ниже альтернативных проектов.

Опыт эксплуатации управляемых шунтирующих реакторов полностью подтвердил высокие потребительские качества устройств данного типа. Установка даже одного из них обеспечивает непрерывное автоматическое управление оптимальными уровнями напряжения на целом ряде распределительных подстанций крупного района электрических сетей. При этом резко снижаются затраты на эксплуатационное обслуживание и ремонт трансформаторного и коммутационного оборудования, принимающего интенсивное участие в процессе регулирования напряжений.

Список литературы:

1. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. - М.: ЭНАС, 2009

2. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989

3. Кондратенко Д.В., Долгополов А.Г. Статический компенсатор реактивной мощности на базе УШР как необходимое средство повышения энергоэффективности в электроэнергетике / ЭЛЕКТРО. 2010. №2

4. <http://www.nucon.ru/reactive-power>

5. <http://www.elur.ru>

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ГОРОДУ КАМЫШИНУ – ТВОРЧЕСКУЮ МОЛОДЕЖЬ

Материалы V региональной
научно-практической студенческой конференции
г. Камышин 14–15 апреля 2011 г.

В 6-ти томах.

Том 4

Ответственный за выпуск Романов В.Ю.

Верстка и дизайн Романов В.Ю.

Под редакцией авторов

Темплан 2011 г., поз. № 9К.

Подписано в печать 27.06.2011 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.

Бумага листовая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 6,74. Уч.-изд. л. 7,97.

Тираж 30 экз. Заказ №

Волгоградский государственный технический университет
400131, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в КТИ

403874, г. Камышин, ул. Ленина, 5, каб. 4.5