

2. Crawford N. et al. A numerical investigation of the flow structures and losses for turbulent flow in 90° elbow bends // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering. 2009. Vol. 223. № 1. P. 27–44.
3. Шулекина, Е.И. Расчет поля скорости в полости, из которой отсасывается воздух / Е.И. Шулекина, В.Н. Посохин, А.М. Зиганшин // Изв. ВУЗов. Строительство. 2001. № 4. С. 81-84.
4. Zmrhal V., Schwarzer J. Numerical simulation of local loss coefficients of ventilation duct fittings // Eleventh International IBPSA Conference July 27-30, 2009. Glasgow, Scotland, 2009. Vol. i. P. 1761–1766.
5. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. / под ред. М.О. Штейнберга. 3-е изд. М.: Машиностроение, 1992. 672 с.
6. ANSYS FLUENT 6.3 Documentation [Электронный ресурс]. URL: [http://hpce.iitm.ac.in/website/Manuals/Fluent\\_6.3/fluent6.3/help/html/ug/node518.htm#sec-guidelines-wf](http://hpce.iitm.ac.in/website/Manuals/Fluent_6.3/fluent6.3/help/html/ug/node518.htm#sec-guidelines-wf) (дата обращения: 04.12.2012).

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ НУЖД ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

*Самойленко В.О., Паздерин А.В., Кокин С.Е.  
УрФУ, vvsamoylenko@yandex.ru, pav@daes.ustu.ru, kokinser@list.ru*

Высокие темпы роста электропотребления мегаполиса за последние годы приводят к необходимости масштабной реконструкции существующих электрических сетей питания. Особенно серьезное положение сложилось в центральных районах города, где удельная плотность электрических нагрузок очень высока и где существует большое число ограничений по ремонтно-строительным работам и по наличию свободных участков земли.

Другой проблемой городского освещения является несинусоидальный характер потребляемой мощности, а также наведенного напряжения, наличие помех [1]. Это связано со следующими технологиями:

1. Светодиодные лампы используют постоянный ток, и в каждую такую лампу встраивается выпрямитель, преобразующий переменный ток в постоянный, что существенно удорожает светодиодные светильники, снижает их надежность и энергоэффективность.

2. Современная компьютерная и офисно-бытовая техника использует постоянный ток, и для его получения используются блоки питания, осуществляющие выпрямление переменного тока.

3. Солнечные батареи вырабатывают энергию на постоянном токе и затем через инверторы преобразуют ее в переменный ток.

4. Аккумуляторные батареи находят все более широкое применение в быту и электротранспорте, и для их зарядки используются выпрямители.

Проблемой является применение большого числа выпрямителей, преобразующих переменный ток в постоянный, инверторов, осуществляющих обратное преобразование, а также импульсных блоков питания.

Эффективным решением является проектирование и внедрение в систему городского электроснабжения электрических сетей постоянного тока. Сети постоянного тока включают в себя совокупность электроустановок постоянного тока, линий электропередачи для питания освещения, накопителей постоянного

тока (аккумуляторов), полупроводниковой преобразовательной техники для связи с сетью переменного тока, коммутационной и управляющей аппаратуры. Результат внедрения является воплощением концепции Smart Grid, соответствует требованиям ISO/IEC и отечественным нормативным документам, в том числе на освещение [2].

Создание сетей постоянного тока для нужд непосредственного питания освещения, офисной техники и перевод существующих на постоянный ток является эффективным решением:

- отсутствие недешевых блоков питания и потерь в них;
- отсутствие реактивной мощности на постоянном токе в принципе;
- отсутствие проблем с высшими гармониками – ресурсом изоляции проводки и оборудования, электромагнитной совместимостью;
- возможность использовать низкие уровни напряжения  $\pm(12-48)$  В – улучшение пожаробезопасности и электробезопасности в целом;
- поддержка непосредственной интеграции возобновляемых и альтернативных источников энергии (солнечные батареи и ветрогенераторы), подавляющее большинство которых вырабатывает электроэнергию на постоянном токе и далее инвертирует ее.

Принципиально важной особенностью является установка в сеть накопителей постоянного тока. Аккумуляторные батареи заряжаются по дешевому ночному тарифу и питают освещение утром и вечером в пиковые и полупиковые часы, когда цена электроэнергии максимальна, что способствует значительной экономии. Кроме того, аккумуляторные батареи питают освещение при авариях и погашениях в питающей сети переменного тока. Полупроводниковые преобразователи (конвертеры) выполняют выпрямление тока для питания сети и зарядки батареи, а при необходимости выдачу накопленной электроэнергии обратно на сторону переменного тока.

Для современной бытовой нагрузки можно оценить масштаб экономии от использования накопителей совместно с возможностями, предоставляемыми введением учета по тарифам с дифференцированными ставками. Цены ставок (на примере Свердловской области, 2 полугодие 2012 г.) приведены в таблице.

Зона	Цена ставки, руб./кВт·ч	
Пик (07:00-10:00, 17:00-21:00)	$c_1$	2,06
Полупик (10:00-17:00, 21:00-23:00)	$c_2$	1,41
Ночная (23:00-17:00)	$c_3$	0,84

Наиболее эффективно использование накопителей для питания электроприборов и освещения, используемых в пиковые часы. В расчете на один киловатт ( $P = 1$  кВт) нагрузки шесть пиковых ( $T_1 = 6$ ) и три полупиковых ( $T_2 = 3$ ) часа в сутки 336 рабочих дней в году ( $N = 336$ ), и КПД батареи с проводкой 85 % ( $n = 85$  %) удельная экономия потребителя составит:

$$E = P \cdot N \cdot n \cdot (T_1 \cdot (c_1 - c_3) + T_2 \cdot (c_2 - c_3)) =$$

$$= 1 \cdot 336 \cdot 0,85 \cdot (6 \cdot (2,06 - 0,84) + 3 \cdot (1,41 - 0,84)) = 2580 \text{ руб} / \text{кВт}.$$

Подключение осветительной сети постоянного тока к питающей сети переменного тока через конвертер возможно следующими способами:

- радиальная схема осветительной сети постоянного тока с установкой конвертера и батареи в помещении трансформаторной подстанции;
- кольцевая схема с подключением одной стороны к первой ТП и установкой только выпрямителя, другой стороны ко второй ТП с установкой батареи и конвертера, при этом конвертер может выполнять функции секционирующей и коммутационной аппаратуры.

В качестве пилотного проекта рассматривается внедрение сетей постоянного тока в систему городского освещения. Традиционные люминесцентные ДРЛ и натриевые ДНаТ лампы в осветительных сетях из-за малого срока службы требуют постоянной замены. Подобные лампы чувствительны к режиму осветительной сети, потребляют большой объем реактивной мощности, портят качество электроэнергии, требуют наличия пускорегулирующей и фильтрокомпенсирующей аппаратуры. В условиях постоянного роста цен на электроэнергию сети освещения с традиционными люминесцентными и натриевыми лампами неэкономичны и неэффективны.

Современные светодиодные элементы обладают сроком службы примерно в 5 раз больше, чем у традиционных ламп, и электропотреблением в 2-3 раза меньше при аналогичных световых характеристиках. С учетом развития и распространения в последние годы светодиоды являются наиболее эффективной осветительной технологией на сегодняшний день. Существуют значительные резервы по снижению стоимости светодиодного освещения.

Светодиодные лампы используют постоянный ток. В каждую такую лампу встраивается выпрямитель, преобразующий переменный ток в постоянный, либо используется блок питания на группу светодиодов (ленту). Такие выпрямители и блоки питания существенно удорожают светодиодные светильники, снижают их надежность и энергоэффективность. Необходимо питание лампы непосредственно постоянным током.

Экономический эффект от внедрения возникает от отсутствия необходимости в блоках питания и пускорегулирующей аппаратуре, отсутствия потерь в данных элементах, снижения электропотребления, отсутствия реактивной мощности, высших гармоник и необходимости применения фильтрокомпенсирующей аппаратуры. Осуществляется экономия на разнице в цене накопленной дешевой и сетевой дорогой электроэнергии. Также отсутствует ущерб в результате перерывов городского освещения при авариях и обрывах проводов питающей сети переменного тока.

Основные показатели:

- срок окупаемости проекта составляет 1,5 года при внедрении взамен осветительной сети с люминесцентными ламп ДРЛ и 2 года и 10 мес. при внедрении взамен осветительной сети с натриевыми лампами ДНаТ;
- экономия от использования светодиодной осветительной сети постоянного тока по сравнению с сетью переменного тока составляет 32 %;

– экономический эффект может быть значительно усилен за счет включения в проект светодиодных наружной рекламы и подсветки зданий, а в перспективе – за счет интеграции альтернативных источников энергии.

#### *Библиографический список*

1. Самойленко В.О., Шелюг С.Н., Паздерин А.В. Опыт проведения энергоаудита корпусов и зданий учреждений образования, конструкторских бюро, проектных и исследовательских институтов // Энергетика и электротехника – 2012: Сборник докладов XI Международной научно-практической конференции в рамках выставки. Екатеринбург: ЗАО «Уральские выставки», 2012. 175 с.
2. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. М.: Стандартинформ, 2011.

## **ОБ ЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ**

*Серебряков Д.В., Щелоков Я.М.  
УрФУ, СРО НП «Союз «Энергоэффективность»  
director@npse.ru*

Нам в наследство достался совершенно недоступный другим странам уровень правового статуса монопольных структур, владеющих рынками сетевых энергоресурсов (электроэнергия, тепловая энергия, природный газ и др.). Здесь мы, по-прежнему, не имеем себе равных. Как когда-то в области балета. Но, опять в СМИ поток путей по выводу из очередного кризиса энергетики России. У каждого автора свой «путь». Чем мы хуже других?

К слову, своеобразие российской энергетической системы в том, что чем выше уровень участия в ней частного капитала, тем выше и монопольная составляющая. Но истоки этой темы кратко не изложишь.

*О мировых тенденциях.* Согласно [1], из-за глобального расточительного использования невозобновляемых энергоресурсов, а также из-за относительно неэффективного управления энергоресурсами в индустриально развитых странах, современные энергосистемы также не удовлетворяют принципу долгосрочного эффективного использования природных ТЭР. Для успешной реорганизации немецкой энергосистемы и образования структур, способных к длительному использованию, необходимо применение различных подходов в их эффективном сочетании. Так в ФРГ создан «Центр исследования Энергии Нижней Саксонии» (EFZN). Цель его – оптимальное решение возникающих в энергетическом секторе экономики задач и проблем путем создания прочного сотрудничества различных технических и нетехнических научных дисциплин. Основные направления этих исследований следующие.

*Децентрализованные источники.* Они позволяют осуществлять более эффективную выработку энергии по сравнению с традиционными электростанциями благодаря сокращению потерь на транспортировку. Кроме того, технологии, обеспечивающие комбинированную выработку тепловой и электрической энергий, позволят в будущем производить и холод. Это повысит коэффициент полезного действия более чем до 80 %. Таким образом, стимулирование развития децентрализованных установок, направленных на объединенную вы-