[Главная](http://market.elec.ru/) / [№1-2 (31-32) январь-апрель 2010](http://market.elec.ru/nomer/29/) / Есть мнение

**Осторожно — «энергосберегатели»!**

**На электротехническом рынке стали появляться странные изделия. При малых габаритах и сравнительно небольшой цене они, по заверениям продавцов, имеют гигантскую эффективность: с их помощью можно якобы снижать электропотребление от 5 до 60 процентов.**

В рекламных материалах описаны принцип действия, схемы подключения, методика подтверждения работоспособности, приводятся таблицы эффективности. Указаны объекты, где они используются, с указанием экономии по каждому из них. Изделия имеют сертификаты соответствия различных стран, в том числе России, Украины, Казахстана, Турции. На рынке циркулирует ряд торговых марок таких изделий, в том числе: EkoEnerji (Турция), SmartBoy, Electricity-Saving Box, Electricity Energy Electric Power Saver, «Эконометр» — все производства КНР, а также другие. Желающие могут ознакомиться, в частности, с обширным списком предложений по адресу: http://www.tradekey.com/ks-electricpower saver.

Независимо от особенностей внешнего вида, торгового наименования, страны происхождения и некоторых различий в описании принципа работы все изделия имеют общие признаки. Во-первых, это указанная эффективность. Во-вторых, схема подключения: параллельно нагрузке после электросчетчика в непосредственной близости от него.

В-третьих, «честно» указывается, что приборы эффективны только на объектах с большой индуктивной нагрузкой. Что должно сразу насторожить потенциального покупателя?



Прежде всего — огромный процент обещаемой экономии. Есть еще одно настораживающее обстоятельство. Не секрет, что в настоящее время в каждой наукоемкой подотрасли есть несколько известных мировых лидеров с мощными исследовательскими и конструкторскими подразделениями, которые разрабатывают новинки, сразу идущие на испытания, в опытную эксплуатацию и затем на рынок. Если вне этих структур и появляется действительно эффективная разработка, она тут же скупается теми же фирмами, причем за такие деньги, от которых невозможно отказаться. Поэтому все принципиально новые наукоемкие продукты могут появиться только у них, и если о прорывной новинке заявляет некая фирма, не входящая в число мировых лидеров, это должно сразу вызвать вопросы. Настороженность должна вызывать и схема продаж через эксклюзивных дистрибьюторов. Авторитетные зарубежные производители электротехнической продукции предпочитают использовать более выгодную для себя и эффективную схему — через свои представительства, которые напрямую работают с региональными дилерами и крупными потребителями, обеспечивают необходимую информационную, научно техническую и инженерно методическую поддержку продвижения продукции, работают, в первую очередь, с проектными организациями, бесплатно снабжая их каталогами и методиками проектирования объектов с применением предлагаемых изделий.

Для понимания других обстоятельств нужны специальные знания. Например, если судить по материалам сайтов, эффективность прибора продавцы подтверждают замерами тока в сети (без прибора и после его подключения), а не потребляемой электроэнергии или активной мощности. Но специалист знает, что при изменении коэффициента мощности полный ток в сети может уменьшаться, а электропотребление — нет.

Иные продавцы утверждают, что приборы якобы преобразуют реактивную энергию, за которую потребитель, как известно, не платит, в активную. А поскольку это происходит после счетчика, то все «абсолютно легально». Но специалист знает, что, в отличие от активной энергии, которая, в конечном итоге, расходуется, превращаясь в другие виды энергии, реактивная энергия необходима для создания электромагнитных полей в индуктивностях и емкостях и в других превращениях не участвует. Поэтому нельзя преобразовать то, чего нет, в то, что есть. Есть и подмены понятий: так, в рекламных таблицах эффективности активная мощность иногда подменяется полной. А при попытке задать хотя бы один вопрос по устройству и принципу работы следует либо глухое молчание, либо ответ, что они «наукой не занимаются», либо ссылка на «ноу-хау», либо некий набор слов, абсурдный с точки зрения специалиста.

Есть и просто небылицы. Так, одни продавцы утверждают, что предлагаемые изделия реагируют на фазовый сдвиг между током и напряжением сети, но конструкция прибора и способ его подключения таковы, что ток сети просто не может в него попасть, не говоря о полном отсутствии в приборе датчиков тока, без которых фазовый сдвиг в принципе не может быть определен. Другие убеждают покупателей, что в их изделии работают управляемые электронные ключи, которые переключают реактивную мощность между фазами нагрузки, и она циркулирует внутри, не выходя в сеть. Их не смущает, что реактивный ток чисто физически не может «переключаться» между фазами симметричной нагрузки, что имеет место в подавляющем большинстве трехфазных электроприемников. Третьи заявляют, что их товар предотвращает осаждение на проводниках оксида углерода, то есть угарного газа, который якобы образуется при скачках нагрузки в сети, хотя ученым-химикам такое явление неизвестно.

**Что же в действительности могут представлять собой предлагаемые изделия?**

Большинство продавцов не приводят в промо-материалах схемы устройств, и, кроме того, нет полной гарантии, что приведенные схемы, как и публикуемые продавцами результаты применения их товара, соответствуют действительности. На одно изделие — Electricity Saving Box — схему удалось найти (http:// www. siliconchip.com .au/cms/A \_ 109592/article.html). Судя по ней, это не более чем пассивное фильтрокомпенсирующее устройство на базе двух конденсаторов, один из которых включен в сеть через простейший неуправляемый выпрямитель. Судя по представленной информации, компенсирующая мощность модели мощностью 15 кВт составляет 94 ВАР. В то же время, в описании этого устройства приведена осциллограмма тока, из которой следует, что в устройстве присутствует и некий источник высших гармоник, но на принципиальной схеме его обнаружить не удалось.

Для более полного выяснения истинного положения дел была произведена контрольная закупка двух изделий EkoEnerji — однофазных моделей 25 кВт (рис. 1) и 40 кВт (рис. 2) — с целью проведения комплексных испытаний. В измерениях использовались мультиметры MY 65 и RapportII, вольтметры M838 и MS8211, осциллограф С1 49, лабораторный электродинамический ваттметр Д5104 класса точности 0,1 с токовым шунтом. Во время измерений напряжение питающей сети изменялось в пределах 227–234 В, что обусловило соответственные изменения измеренных значений токов.

В первую очередь, были измерены токи включенных в сеть испытуемых устройств, которые составили: 25 кВт — 0,64...0,66 А, 40 кВт — 1,78... 1,81 А. Затем была собрана испытательная схема, в которой параллельно испытуемому изделию подключалась активная или активно индуктивная нагрузка. Измерялись: общий ток в схеме (I1), ток испытуемого устройства (I2) и ток нагрузки (I3). На основании измерений, с учетом погрешностей, были построены векторные диаграммы токов для каждого варианта испытательной схемы (рис. 3 а-д). На основе векторных диаграмм с чисто активной нагрузкой был сделан вывод, что первые гармоники токов обоих устройств сдвинуты по фазе на 90° относительно напряжения сети, а векторные диаграммы с активно-индуктивной нагрузкой дополнительно показали, что эти токи имеют емкостный характер. Кроме того, измерения с различными нагрузками подтвердили, что при неизменном напряжении на зажимах устройств нагрузка сети не влияет ни на величину, ни на характер их тока. Таким образом, был сделан первый существенный вывод: исследуемые устройства могут выполнять функцию нерегулируемых статических устройств компенсации реактивной мощности, но их фактическая компенсирующая мощность весьма далека от паспортной: для устройства 25 кВт она составила 140 ВАр, а для устройства 40 кВт — 400 ВАр.



Затем была исследована форма кривой тока устройств. Было установлено, что она практически не зависит от величины и характера нагрузки, подключенной паралельно устройству; характерный вид ее представлен на рис. 4. На осциллограммах явственно видны импульсные модуляции тока: более сильные большой скважности — частотой около 300 Гц и с меньшей амплитудой, но в течение всего периода основной частоты — на частоте около 5 кГц. Характер модуляций позволяет полагать, что их источник — процессы коммутации тока полупроводниковыми элементами, входящими в состав устройств.

Математический анализ гармонического состава кривой тока показал, что по эмиссии высших гармоник испытуемые устройства отвечают требованиям ГОСТ Р 51317.3.2 2006 для технических средств класса D, но генерация высших гармоник на частоте, близкой к 5 кГц, достаточно заметна и составляет 10—20% первой гармоники тока устройства. Также в экспериментах не было выявлено заметного влияния испытуемых устройств на подавление высших гармоник, генерируемых в сеть другими нагрузками: газоразрядными лампами и коллекторными электродвигателями.

Следующий этап испытаний — определение влияния исследуемых устройств на потребление активной мощности параллельно включенной нагрузкой. Измерения проводились с помощью ваттметра для активных и активно индуктивных нагрузок различного состава и номинальной мощности: вначале — без испытуемых устройств затем — с поочередно включаемыми указанными устройствами. Результаты измерений, приведенные к напряжению на входе испытательной схемы 230 В, сведены в таблицу.



Из таблицы видно, что снижение потребляемой мощности при включенных устройствах имело место только для электроинструмента. Наибольшее снижение — чуть более 4 процентов — наблюдалось при совместной работе устройства 40 кВт и электроперфоратора 1100 Вт. Однако это нельзя считать подлинной экономией электроэнергии, так как оно вызвано снижением не потерь в электродвигателе, а полезной мощности на его валу вследствие, как будет показано ниже, уменьшения рабочего магнитного потока из-за расширения рабочей петли гистерезиса под действием импульсных модуляций тока. Потери же в обмотках и в магнитной системе электродвигателя вследствие действия высших гармоник тока, напротив, возрастают, то есть его к.п.д. снижается.



Во всех остальных вариантах испытательной схемы при подключении «энергосберегателей» фиксировалось увеличение потребляемой мощности. Наибольшее — почти на 30 процентов(!) — наблюдалось при совместной работе устройства 40 кВт и маломощного асинхронного электродвигателя с экранированными полюсами (настольный вентилятор). Почти столь же существенный рост — почти 20 процентов — наблюдался при совместной работе устройства 40 кВт и светильника с люминесцентной лампой 11 Вт и балластным дросселем. Это говорит о том, что высшие гармоники тока, генерируемые «энергосберегателями», растекаясь по другим нагрузкам, существенно увеличивают потери активной мощности в магнитопроводах. Таким образом, никакого реального энергосберегающего эффекта от применения «энергосберегателей», как и предполагалось, не обнаружено.

Однако, оставалось непонятным: почему в целом ряде случаев применение «энергосберегателей» действительно приводит к уменьшению учета электропотребления и почему это явление наблюдается отнюдь не всегда даже в «рекомендованных» продавцами этих устройств случаях? Для поиска ответа на этот вопрос обратимся к теории процессов в магнитных цепях на переменном токе.

Как известно, в ферромагнетиках, находящихся в переменном магнитном поле, имеет место магнитный гистерезис, приводящий, в частности, к отставанию изменения магнитного потока от соответствующего изменения порождающего его тока; при этом для конкретного магнитопровода каждому значению амплитуды напряженности внешнего переменного магнитного поля соответствует своя петля гистерезиса и, соответственно, свой фазовый угол, на который первая гармоника магнитного потока отстает от первой гармоники тока.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№пп** | **Используемая нагрузка** | **Вариант испытательной схемы** | **Потребляемая мощность** |
| **Вт** | **разница в %** |
| 1.1 | Лампа накаливания 60 Вт  | без устройств | 61,0 | 0 |
| 1.2 | с устройством 25 кВт | 61,0 | 0 |
| 1.3 | с устройством 40 кВт | 66,3 | +8,6 |
| 2.1 | Электрокамин 500 Вт  | без устройств | 496,5 | 0 |
| 2.2 | с устройством 25 кВт | 498,0 | +0,3 |
| 2.3 | с устройством 40 кВт | 503,8 | +1,5 |
| 3.1 | Светильник с люминесцентной лампой 11 Вт | без устройств | 17,7 | 0 |
| 3.2 | с устройством 25 кВт | 19,4 | +9,6 |
| 3.3 | с устройством 40 кВт | 21,2 | +19,8 |
| 4.1 | Вентилятор настольный  | без устройств | 24,6 | 0 |
| 4.2 | с устройством 25 кВт | 29,9 | +21,5 |
| 4.3 | с устройством 40 кВт | 31,7 | +28,9 |
| 5.1 | Электроперфоратор 1100 Вт на холостом ходу  | без устройств | 556,1 | 0 |
| 5.2 | с устройством 25 кВт | 541,2 | -2,7 |
| 5.3 | с устройством 40 кВт | 532,4 | -4,3 |
| 6.1 | Электроперфоратор 1100 Вт и углошлифовальная машина1000 Вт на холостом ходу | без устройств | 1006,4 | 0 |
| 6.2 | с устройством 25 кВт | 983,7 | -2,3 |
| 6.3 | с устройством 40 кВт | 970,3 | -3,6 |
| 7.1 | Электроперфоратор 1100 Вт и углошлифовальная машина 1000 Вт на холостом ходу +электрокамин 500 Вт | без устройств | 1544,7 | 0 |
| 7.2 | с устройством 25 кВт | 1537,9 | -0,4 |
| 7.3 | с устройством 40 кВт | 1514,0 | -2,0 |
| 8.1 | Без нагрузки | с устройством 25 кВт | 0 |  |
| 8.2 | с устройством 40 кВт | 0 |  |

В большинстве счетчиков электроэнергии, находящихся в настоящее время в эксплуатации — как электромеханических, так и электронных — применяются индуктивные датчики тока, которые формируют магнитный поток, пропорциональный учитываемому току. Эти счетчики сконструированы и отрегулированы так, что их погрешность находится в пределах класса точности, если ширина петли гистерезиса и, соответственно, угол сдвига магнитного потока токового датчика относительно учитываемого тока не выходит за пределы некоторого диапазона, диктуемого номинальными параметрами счетчика и особенностями его конструкции.

Если в токе нагрузки, протекающем через счетчик, присутствуют достаточно мощные импульсы, несимметричные относительно кривой первой гармоники тока и совпадающие по знаку с ее соответствующей полуволной, то магнитопровод воспринимает их как подмагничивающие и переходит на более широкую петлю гистерезиса, что приводит к увеличению угла отставания первой гармоники магнитного потока датчика от первой же гармоники протекающего по нему тока. Дальнейшая измерительная схема счетчика воспринимает это как увеличение отставания тока нагрузки от напряжения сети, то есть — как уменьшение активной составляющей этого тока и, соответственно, учитываемой активной мощности. Таким образом, в учет электроэнергии вносится дополнительная отрицательная погрешность, конкретная величина которой зависит от ряда параметров.

Так, из математики известно, что при одном и том же изменении угла изменение его косинуса тем больше, чем ближе значение угла к величине, кратной 90°. Поэтому искажение учета электропотребления сильнее проявляется при малокосинусных нагрузках. Более того, при нагрузке, носящей почти чисто индуктивный характер, могут сложиться условия, при которых сдвиг первой гармоники магнитного потока токового датчика относительно напряжения сети превысит некое критическое значение, и измерительная часть счетчика перейдет в режим «сматывания».

Кроме того, ширина петли гистерезиса зависит, при прочих равных условиях, от амплитуды тока, протекающего по катушке. Поэтому существует некий диапазон значений тока нагрузки, в котором увеличение амплитуды тока за счет вышеуказанных импульсов приводит к наиболее заметному увеличению вышеуказанного отставания магнитного потока от тока нагрузки и, соответственно, к наибольшей погрешности учета. Именно поэтому некоторые продавцы «энергосберегателей» рекомендуют использовать их в определенном диапазоне нагрузок. И, наконец, степень искажения учета электроэнергии может существенно зависеть от особенностей конструкции счетчика.

Учитывая вышесказанное, становится понятно, что экспериментальное установление фактического влияния «энергосберегателей» на учет электропотребления потребовало бы проведения слишком большого объема измерений с использованием значительного количества нагрузочного оборудования и моделей приборов учета. Вообще говоря, исходя из общепринятой практики, а также с учетом аналогии права и обычаев делового оборота, всестороннее исследование любых новых изделий на предмет полезности и безопасности с последующим правдивым информированием потенциальных потребителей — это забота, в первую очередь, производителей и добросовестных продавцов, нежели покупателей и независимых исследователей.

К счастью, в нашей ситуации это не столь актуально, ибо современные приборы учета электроэнергии, отвечающие требованиям ГОСТ Р 52322 2005, в силу своих конструктивных особенностей нечувствительны к вредному влиянию не только «энергосберегателей», но и многих других электротехнических устройств. В России и ряде других стран такие счетчики стали применяться сравнительно недавно, в отличие от передовых стран, где их применение уже давно стало незыблемой нормой. Именно поэтому «энергосберегатели» мутным потоком хлынули в страны «третьего мира» и бывшего СССР. Но век «электротехнического гербалайфа» столь же недолог, как и гербалайфа растительного.

По личному мнению автора (не только как инженера, но и как юриста-практика с более чем десятилетним опытом), с правовой точки зрения «энергосберегатели» заслуживают признания их вредоносными и исключения из легального гражданского оборота наряду, например, с курительными смесями. Но и без столь радикальных мер в рассматриваемой ситуации имеются признаки, по меньшей мере, двух правонарушений: предоставления потребителю неполной или недостоверной информации о товаре, а также недобросовестной рекламы. Установление же таких фактов по заявлению любого заинтересованного лица может явиться формальным основанием для соответствующего реагирования Федеральной антимонопольной службы.

Однако, не испытывая, ввиду возраста и отвечающего ему жизненного опыта, иллюзий по поводу законопослушности известной части социума, автор как специалист по электроснабжению потребителей считает долгом уведомить потенциальных покупателей этих изделий о следующем.

Во-первых, их реальная компенсирующая способность мизерна по сравнению с их паспортной мощностью, поэтому сколь нибудь заметного эффекта компенсации реактивной мощности тогда, когда это действительно нужно, то есть в часы максимума нагрузок, от них не дождетесь.

Во-вторых, рекомендуемая продавцами схема подключения этих изделий к сети такова, что вся — даже сколь угодно мизерная — экономия от их применения достанется энергоснабжающей организации, а вовсе не тому, кто его приобрел и применил, что кое для кого наиболее обидно.В-третьих, реального снижения уровня высших гармоник «энергосберегатели» вряд ли дадут, поскольку для такого применения, как правило, требуется соответствующее устройство с индивидуальной настройкой. Но, в то же время, опасность локальных резонансов «энергосберегатели» увеличивают, особенно на объектах с большой долей газоразрядных источников света (офисы, магазины и т.п.). В реальности такие резонансы проявляются, большей частью, повышенным выходом из строя популярных ныне энергосберегающих ламп.

В-четвертых, если — гипотетически — степень технического грехопадения дойдет до того, что «энергосберегатели» станут применяться в массовом масштабе, то в период минимума нагрузок (как правило, в ночные часы) теоретически они могут спровоцировать статическую неустойчивость узлов нагрузки. Это означает, что в отдельных участках электрически связанной сети могут возникнуть генерализованные колебательные процессы с массовыми нарушениями электроснабжения или множественным повреждением потребительских электроприемников, особенно — с электронными компонентами: например, бытовой электронной техники в ждущем режиме.

И, наконец, в-пятых — самое «главное». Будучи подключенными к сети в период минимума нагрузок, «энергосберегатели» способствуют дополнительному, хотя и небольшому, повышению и без того завышенного в это время напряжения на вводе у потребителя. И если учесть, что испускаемые ими вредоносные импульсы частично поглощаются включенной ночью нагрузкой (как правило — холодильниками) и тем самым утяжеляют их электрический режим, да еще и в часы завышенного напряжения сети, то «счастливый» обладатель такого прибора рискует одним «прекрасным» утром обнаружить свой холодильник с безнадежно сгоревшим агрегатом и протухшим содержимым. Наибольшая вероятность такого исхода существует в период годового минимума нагрузок, то есть в жаркие летние месяцы, и особенно — в выходные дни, когда хозяева предаются отдыху на даче, а их квартирные кондиционеры не работают.

Как социальное явление, массированное появление на рынке сомнительных технических изделий ставит перед инженерным корпусом проблему социально нравственной ответственности за вверенную его заботам и, если угодно — защите — часть общественных интересов и потребностей. Ведь с самого возникновения инженерной деятельности как средства, с одной стороны, использования законов природы в интересах людей, а с другой стороны — их защиты от разрушительных природных сил она фактически была приравнена к военной службе. Практически все выдающиеся инженеры XVIII и XIX веков имели воинские звания или соответствующие им высокие чины государственной службы. Из знаменитых соотечественников достаточно вспомнить генерал лейтенантов А. Бетанкура и А. И. Дельвига, адмирала А. Н. Крылова. Поэтому сейчас, когда общество столкнулось с новым вызовом, оно вправе ожидать, что инженерные сообщества найдут на это адекватный ответ. Людям нужны действительно энергоэффективные технические решения, а не «электротехнический гербалайф».

**Литература**

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи — М.: Высшая школа, 1978.
2. Вольдек А. И. Электрические машины. — Л.: Энергия, 1978.
3. Мукосеев Ю. Л. Электроснабжение промышленных предприятий. — М.: Энергия, 1973.
4. Электрические измерения / Под ред. А. В. Фремке и Е. М. Душина. — Л.: Энергия, 1980.

**Автор выражает искреннюю благодарность коллегам, оказавшим научно-методическую помощь и содействие в подготовке материала: кандидатам технических наук Н. Г. Воробьеву (НПП «Полет»), Е.А. Копеловичу (ИПФ РАН), И. Г. Крахмалину (ЗАО «Промэнерго»), М.Р. Скобло (НОУВПО НКИ), инженерам Ю. Д. Губанову (ФГУП «Нижегородский за: вод им. Фрунзе») и В. В. Драгунову (ОАО «Сибур:Нефтехим»), а также коллективу ООО «СМАРТСИСТЕМС» (Москва) — за организацию и проведение испытаний.**

**Л. ЛЕРМАН
инженер электрик
Нижний Новгород**