

Выводы

1. Полученные результаты о виде случайного процесса, законов распределения и автокорреляционных функций ДСП-25 справедливы, так же как и для печей большей емкости 100 и 200 т.
2. Основные помехи, которые необходимо уменьшить являются колебания и несинусоидальность напряжения.
3. С целью снижения колебания напряжения в короткую сеть, между сетевым и печным трансформаторами, питающими ДСП следует включить конденсаторную батарею, входящую основной составной частью в устройство продольной компенсации. Таким образом, сопротивление линии уменьшится и снизится потеря напряжения в ней.
4. Компенсацию высших гармонических составляющих тока можно осуществить, используя фильтрокомпенсирующие устройства. На шинах устанавливается несколько фильтров, каждый из которых настроен на свою резонансную частоту.

Список использованных источников:

1. И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко. Качество электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях. – 4-е изд., перераб. и доп., М.: Энергоатомиздат, 261с., 2005.
2. Влияние дуговых электропечей на системы электроснабжения / Ю.Л. Рыжнев, Р.В. Минеев, А.П. Михеев, М.Я. Смелянский; под. ред. М.Я. Смелянского и Р.В. Минеева. – М.: Энергия, 1975. – 184 с.
3. Управление качеством электроэнергии / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов и др.; под ред. Ю.В. Шарова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 320 с.
4. И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко, Т.К. Бараненко. Дополнительные потери в элементах электрической сети, обусловленные колебаниями напряжения // Промислова електроенергетика та електротехніка (Промелектро), 2005, №5, с. 28-33.

Рецензент: В.С. Зайцев
д-р тех.наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 26.04.2010

УДК 621.361.925.2.007

Харламова З.В.¹, Троицкая Л.К.²

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОПЛАТЫ ЗА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Показано, что минимизация оплаты за потребленную электроэнергию возможна путем правильного распределения потребления электроэнергии в соответствии с выбранным тарифом. Для предприятий, имеющих стабильный прогнозируемый график потребления электроэнергии, решение вопроса о выборе тарифа является результатом экономического аудита. Для крупных предприятий минимизацию оплаты за потребленную электроэнергию можно достичь путем построения оптимизационных динамических моделей.

Ключевые слова: Потребление электроэнергии, себестоимость продукции, графики нагрузок, зонные тарифы, экономический аудит.

Харламова З.В. Тройцька Л.К. Керування технологічними процесами з метою скорочення витрат з оплати електроенергії. Показано, що мінімізація сплати за спожиту електроенергію може бути досягнута шляхом правильного розподілу споживання електроенергії відповідно до обраного тарифу. Для підприємств із стабільними прогнозованими графіками споживання електроенергії розв'язання питання про тариф може бути вирішено за допомогою економічного аудиту. Для великих підприємств мінімізація плати за спожиту електроенергію може бути досягнута шляхом побудови оптимізаційної динамічної моделі.

¹канд. техн. наук, доцент, Приазовського державного технічного університету, г. Маріуполь
²старший преподаватель, Приазовського державного технічного університету, г. Маріуполь

Ключові слова: Споживання електроенергії, собівартість продукції, графіки навантаження, зонні тарифи, розподіл споживання електроенергії, економічний аудит.

Kharlamova Z.V. Troyitska L.K. Control over technological processes with the aim of reducing expenses on electric power. It was shown that minimization of expenses on consumed electric power could be reached by means of correct distribution of power consumption, according to the selected tariff. Economic audit makes it possible to specify the schedule tariff for enterprises with stable predictable electrical energy consumption. Decreasing costs of consumed electrical energy for big enterprises is possible to obtain by using of optimal dynamical modeling.

Keywords: Electrical energy consumption, production cost, electrical loads, time-zone tariff, distribution of electrical energy consumption, economical audit.

Постановка проблеми. Развитие энергорынка Украины, применение зонных тарифов на электроэнергию позволяют разрабатывать и эффективно применять методы регулирования потребления электрической энергии и снижать оплату за электроэнергию.

Анализ последних исследований и публикаций. Применение зонных тарифов на электроэнергию внедряется в нашей стране медленно, так как мало изучены технологические факторы влияющие на процесс снижения оплаты за электроэнергию. Разработка вопросов связи технологических факторов и оплаты за электроэнергию являются весьма перспективным направлением рационального использования электроэнергии.

Цель статьи – на основе анализа реальных графиков нагрузки разработать систему потребления электроэнергии, позволяющую снизить оплату за электроэнергию.

Изложение основного материала. Идея управления технологическими процессами для снижения оплаты за потребленную электроэнергию не нова, но рыночные отношения между потребителем и поставщиком электроэнергии открыли в этом вопросе новую страницу. Стоимость потребленной электроэнергии, как стоимость энергоносителя, входит в себестоимость выпускаемой продукции, и долевое участие этой величины колеблется в широких пределах от 10% до 70 % в зависимости от вида производства. Современные отношения между потребителем и поставщиком электроэнергии в условиях экономической самостоятельности предприятий открывает новые перспективы в этом вопросе. Серьезный энергоаудит, к которому прибегают все больше предприятий, позволяет определить потенциальные возможности по энергосбережению и как следствие, разработке, оценке и осуществлению мероприятий по снижению платы за электроэнергию. Экономическая эффективность таких мероприятий оценивается увеличением прибыли предприятия, весомым вкладом в которую является минимизация оплаты за потребленную электроэнергию.

Все больше предприятий от рассуждений об энергосбережении переходят к разработке энергосберегающих мероприятий и их осуществлению. На одних предприятиях энергосбережение становится частью антикризисной программы, на других – способом получения дополнительного конкурентного преимущества. Как правило, программа энергосбережения предприятий является результатом серьезного обследования производства, позволяющего разработать систему энергосберегающих мероприятий и оценить их экономическую эффективность. Одним из пунктов экономической эффективности можно считать минимизацию оплаты за электроэнергию. Главное условие минимизации оплаты за электроэнергию для организации – потребителя – это возможность выбора тарифа на электроэнергию. В соответствии с постановлением Национальной Комиссии Регулирования Электроэнергетики (НКРЭ) № 1241 от 20.12.2001 с учетом изменений № 529 от 01.08.05. для определения уровня ставок тарифов, дифференцированных по периодам времени, для каждого периода и их длительности и всех сезонов устанавливаются следующие тарифные коэффициенты и длительность периодов:

- одностарифный – при общем счетчике на обогрев и остальное потребление предприятия, тарифный коэффициент 1;

- двухзонный тариф: ночной период – 0,35; дневной период – 1,8. Продолжительность периодов времени: ночной – 8 часов, остальное – дневной период. В результате правильного выбора тарифа и оснащения предприятия новыми счетчиками оно может экономить до десятков тысяч гривен в год.

Однако подход к регулированию нагрузки и соответственно оплаты для различных предприятий имеет свои особенности.

Малые предприятия, работающие в одну, две смены, выбрав двуставочный тариф, могут часть технологической нагрузки переводить на ночное время. Например, рыбоконсервный завод, здесь в технологическом процессе участвуют нагревательные элементы, работа которых предшествует работе основного конвейера. Перевод такой нагрузки на ночное время не только уменьшит оплату за электроэнергию, но и упорядочит сам технологический процесс. Даже приближенные расчеты показывают, что можно экономить от 10 до 35 % от ежемесячной суммы оплаты за электроэнергию. Для такого предприятия простой анализ нагрузки даст желаемый результат.

Предприятия, работающие сезонно, например, Мариупольский морской торговый порт (ММТП) в летний период потребляет электроэнергию таким образом, что его естественный график нагрузки достаточно равномерный. Для такого предприятия больше подходит трехзонный тариф: ночной период – 0,25; полупиковый – 1,02; пиковый – 1,8. Продолжительность периодов времени: ночной – 7 часов; полупиковый – 11 часов; пиковый – 6 часов.

Ставки тарифов, дифференцированных по периодам времени, определяются путем умножения величины розничного тарифа, на тарифный коэффициент для соответствующего периода времени. Коэффициенты трехзонного тарифа зависят от месяца года и от времени суток и приведены в табл. 1.

Анализ реальных графиков потребления электрической энергии в «ММТП» позволил выделить три зоны, в отличие от принятого однозонного распределения, в которых целесообразно производить изменения графика нагрузки. Это объясняется, в основном, режимом работы предприятия в современных условиях. Расчет проводился для трёх базовых вариантов, отличающихся условиями распределения затрат – тарифов. В качестве примера рассмотрены режимные сутки зимнего и летнего графика работы.

Таблица 1

Коэффициенты трёхзонного тарифа

Зоны	Временные зоны			Тарифный коэффициент
	январь, февраль, ноябрь, декабрь	март, апрель, сентябрь, октябрь	май-август	
Пик	с 8-00 до 10-00 с 17-00 до 21-00	с 8-00 до 10-00 с 18-00 до 22-00	с 8-00 до 11-00 с 20-00 до 23-00	1,8
Полупик	с 6-00 до 8-00 с 10-00 до 17-00 с 21-00 до 23-00	с 6-00 до 8-00 с 10-00 до 18-00 с 22-00 до 23-00	с 7-00 до 8-00 с 11-00 до 20-00 с 23-00 до 24-00	1,02
Ночь	с 23-00 до 6-00	с 23-00 до 6-00	с 0-00 до 7-00	0,25

Стоимость электроэнергии по основным тарифам рассчитывается по формуле:

$$C = T \cdot W \cdot k_T, \text{ грн} \quad (1)$$

где T – величины розничного тарифа (грн/кВт·час.);

W – количество потребленной электроэнергии (кВт·час);

k_T – тарифный коэффициент для соответствующего периода времени.

Расчеты в первом приближении производились без учета оплаты за реактивную мощность, потребляемую предприятием.

Результаты расчетов стоимости электроэнергии на основании ведомости режимного замера в гривневом эквиваленте по одноставочному (ОСТ), двуставочному тарифу (ДСТ) и тарифу, дифференцированному по зонам суток трехставочному (ТСТ), для Мариупольского морского торгового порта приведены в табл. 2

По результатам приведенных расчетов следует, что простой переход на новый трехставочный тариф, без проведения каких либо изменений в режиме потребления энергии, может дать экономию в 3453 грн. на суточном интервале в летнее время, за месяц это порядка сто тысяч гривен.

Таблица 2

Стоимость потребленной электроэнергии по основным тарифам
в характерное зимнее и летнее время в грн.

Тариф	Зимнее время	Летнее время
одноставочный	56625,36	37169,09
двуставочный	75850,08	46386,28
трехставочный	56478,46	33715,77
Снижение платы за электроэнергию	146,90	3453,31

Уменьшать оплату за электроэнергию можно также выводя нагрузки из часов пик, то есть создавать прогнозируемый график потребления электроэнергии. Однако, реализация новых графиков нагрузок связана с дополнительными затратами и с трудностями согласования графиков движения автотранспорта и подачи железнодорожных составов. Как коммерческое предприятие порт может регулировать нагрузку только на внутренних перегрузках второй линии. Линия разгрузки и погрузки судов работает в режиме максимально быстрого проведения работ. В этом случае штрафные санкции за простой судов могут превысить экономию оплаты за электроэнергию.

На промышленных предприятиях металлургического комплекса регулирование расходов на электроэнергию становится особенно актуальным при режиме работы по заказам ограниченными партиями.

На предприятиях металлургического производства уже несколько лет внедряются системы компьютерного контроля расхода электроэнергии. Так на ОАО МК «Азовсталь» внедряются АСКУЭ (Автоматизированная Система Коммерческого Учета Электроэнергии) и АСТУЭ (Автоматизированная Система Технического Учета Электроэнергии) – две SCADA – системы взаимодополняющие друг друга. По АСКУЭ можно контролировать потоки мощности и энергии на комбинат, а по АСТУЭ – их распределение по подстанциям комбината и цехам.

Внедрение системы коммерческого учета электроэнергии позволяет осуществить следующие энергосберегающие мероприятия: переход на расчет по более выгодному тарифу; увеличение точности учета и снижение риска штрафов; изменение режима работы производства.

Однако для такого предприятия наиболее эффективным способом снижения платы за электроэнергию является создание специальных графиков нагрузки как для отдельных цехов, так и для блоков цехов, объединенных общей технологией. Для анализа графиков нагрузки, а также создания управляемых графиков нагрузки цехов необходимо создавать оптимизационные модели потребления электроэнергии этими объектами. По предварительным расчетам цена ошибки по оптимизации может составлять до 0,5 млн. грн. в год.

В настоящее время заводы используют методику смещения технологического процесса на ± 12 часов, при этом изменение оплаты за потребленную электроэнергию происходит без изменения структуры технологического процесса, без ущерба качеству продукции. Однако такое смещение не всегда соответствует полному использованию методики снижения платы за электроэнергию.

На рис. 1 и рис. 2 приведены в качестве примера графики потребления электроэнергии рельсобалочным цехом.

Рассмотрение приведенных графиков энергопотребления объекта дает возможность определения объема потребленной электроэнергии по зонам суток. Объем энергопотребления определяется по формулам:

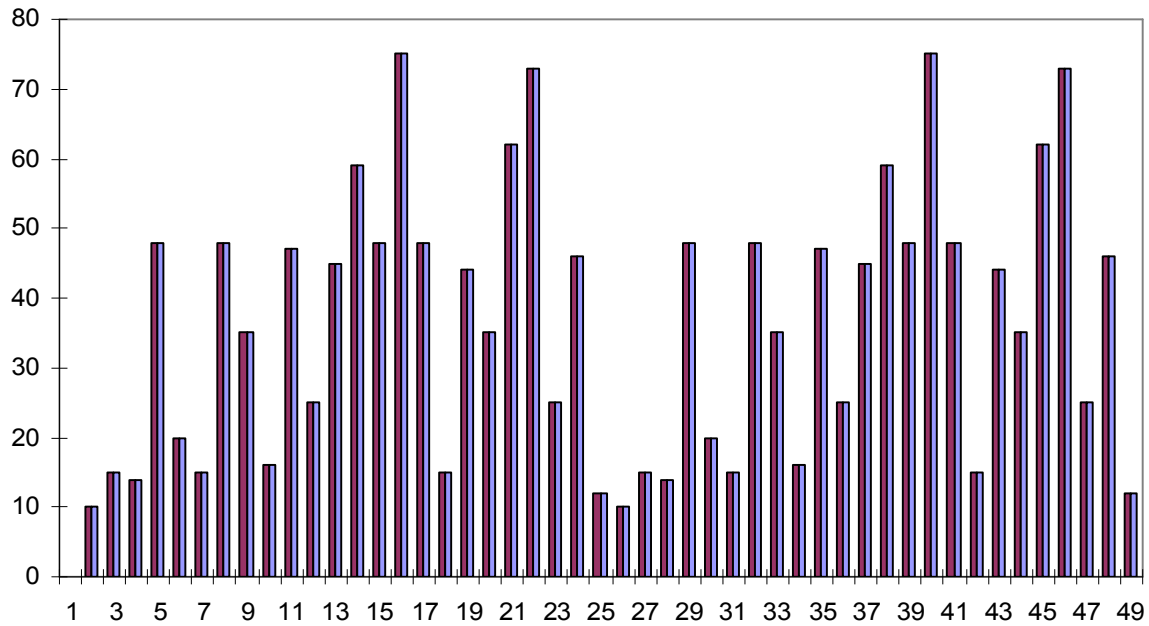


Рис. 1 – График потребления электроэнергии рельсобалочного цеха.

График со смещением на 8 часов

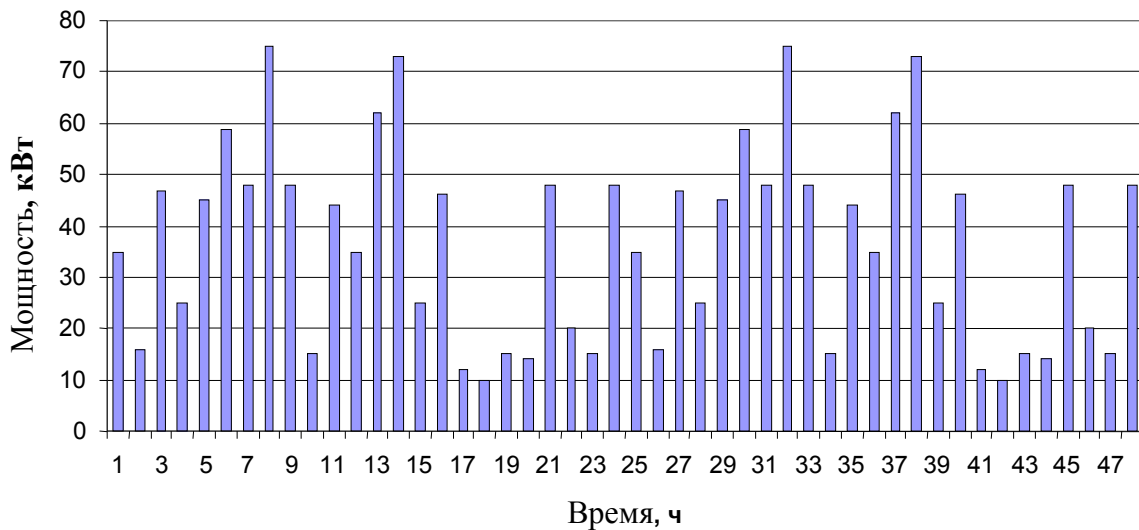


Рис. 2 – График потребления электрической энергии рельсобалочного цеха со смещением на 8 часов

$$W_{\text{пик}} = \sum_1^{12} W_i \tag{1}$$

где W_i – электропотребление в i -том получасе пиковой зоны суток.

$$W_{\text{полупик}} = \sum_1^{22} W_i \tag{2}$$

где W_i – электропотребление в i -том получасе полупиковой зоны суток.

$$W_{\text{ночь}} = \sum_1^{14} W_i \tag{3}$$

где W_i – электропотребление в i -том получасе ночной зоны суток;

Определяем стоимость оплаты по «зонному тарифу»:

$$C_A = \sum_1^n (W_i \cdot T_i) \quad (4)$$

где W_j – электропотребление в j -той зоне суток;
 T_i – тариф на потребленную электроэнергию в i -той зоне суток (пиковой, полупиковой, ночной).

Изменение стоимости электроэнергии при смещении времени начала техпроцесса для РБЦ показано на рис. 3.

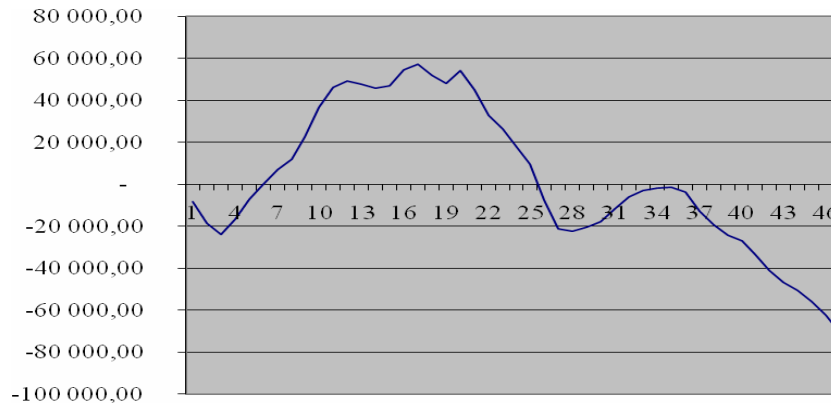


Рис. 3 – Изменение стоимости электроэнергии (в гривнах) при смещении времени начала техпроцесса РБЦ.

Анализ этих графиков свидетельствует о том, что простое смещение не всегда даст уменьшение потребления электроэнергии, в этом случае также не даст желаемого результата применение зонных тарифов. Следовательно необходимо решение оптимизационной задачи.

Построение оптимизационной модели дает возможность не только снижать плату за электроэнергию, но и рационально использовать основное технологическое оборудование. Лучшим вариантом построения оптимизационной модели является структура ступенчатой модели, где модели цехов рассматриваются как составляющие общезаводской оптимизации энергопотребления. Особое внимание в такой модели должно быть уделено режимам работы предприятия на рассматриваемый период.

Выводы

1. Минимизация оплаты за потребленную электроэнергию возможна путем правильного распределения потребления электроэнергии в соответствии с выбранным тарифом.
2. Для предприятий имеющих стабильный прогнозируемый график потребления электроэнергии решение вопроса о выборе тарифа является результатом экономического аудита.
3. Для крупных предприятий минимизация оплаты за потребленную электроэнергию можно достичь путем построения оптимизационных динамических моделей потребления электроэнергии.

Список использованных источников:

1. Дерузский В.Г. Энергорынок. Обзор законопроектов и анализ эффективности / В.Г. Дерузский // Энергетика и электрификация. – 1999. – №8. – С. 4-9.
2. Клевцов А.В. Средства оптимизации потребления электроэнергии / А.В. Клевцов.- М.: Солон-Пресс, 2005.-240 с.

Рецензент Саенко Ю.Л.
д.т.н., профессор ПГТУ

Статья поступила 26.11.2009