

В работе рассмотрен и проанализирован проект «Реконструкция котельной с установкой котлов на МВТ с механизированной загрузкой топлива в г.п. Коханово Толочинского района». Проектом предусмотрен перевод котельной на сжигание торфа фрезерного вместо природного газа.

В соответствии с разделом «Энергоэффективность проектных решений» [3] срок окупаемости мероприятия составляет 11,2 года. Вместе с тем, в соответствии с разделом «Охрана окружающей среды» [3], ежегодное количество выбрасываемых в атмосферный воздух загрязняющих веществ увеличится более чем в 11,6 раз; в составе выбрасываемых загрязняющих веществ появляются такие вещества 3 класса опасности, как твердые частицы и серы диоксид, суммарные выбросы которых более чем в 4,8 раза превышают весь объем существующих выбросов 2–4 класса опасности; выбросы диоксида азота увеличиваются в 2,3 раза, углерода оксида – более чем в 13 раз. В составе образующихся отходов производства появляется зола от сжигания торфа фрезерного, имеющая 3 класс опасности и подлежащая захоронению на объектах хранения и захоронения отходов производства.

Поскольку выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и отходы производства являются объектами налогообложения, Налоговым кодексом Республики Беларусь [2] установлены ставки налога в рублях за тонну фактического количества выбрасываемых загрязняющих веществ определенного класса и за 1 тонну фактического количества отходов производства определенного класса, подлежащих захоронению.

Произведен расчет ежегодных налоговых платежей за выбросы в атмосферный воздух и захоронение отходов производства до и после внедрения проектных решений. Налоговая нагрузка на предприятие после реконструкции увеличивается более чем в 58,6 раз. Произведен перерасчет сроков окупаемости запроектированных мероприятий. Новый срок окупаемости составляет 20,5 лет, увеличиваясь в 1,8 раз.

Как следует из расчетов, учет ежегодных эксплуатационных затрат, связанных с воздействием на окружающую среду при осуществлении проектных решений, оказывает существенное влияние на технико-экономические показатели проектируемых мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск, 2017.
2. Налоговый кодекс Республики Беларусь (особенная часть) от 29 декабря 2009 г. № 71-3.
3. Строительный проект «Реконструкция котельной с установкой котлов на МВТ с механизированной загрузкой топлива в г.п. Коханово Толочинского района». ОАО «Теплоэнергетик. – Витебск, 2017.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ БЕЛАРУСИ ENERGY EFFICIENCY OF ELECTRIC NETWORKS OF BELARUS

***В. А. Пашинский, А. Н. Баран, Л. А. Липницкий***  
***V. Pashynski, A. Baran, L. Lipnizki***

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Pashynski@mail.ru  
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Представлены результаты исследования влияния потребляемой реактивной мощности на эффективность электрических сетей Беларуси.

The paper presents the results of the study of the influence of the reactive power consumed on the efficiency of the Belarusian electrical networks.

*Ключевые слова:* реактивная мощность, эффективность электрических сетей, тарифы.

*Keywords:* reactive power, efficiency of electrical networks, tariffs.

Под энергетической эффективностью электрических сетей необходимо понимать не только снижение потерь в сетях, но и повышение надежности и качества электроснабжения, а также повышение пропускной способности сетей для обеспечения недискриминационного доступа потребителей к сетям. К ним относятся рост сверхнормативных потерь энергии, тарифов на услуги транспортировки электроэнергии, тарифов на электроэнергию и снижение прибыли электроснабжающей организации. Эти показатели технологически тесно связаны между собой. Наглядным примером наиболее эффективного и универсального мероприятия, одновременно влияющего все четыре показателя, является компенсация реактивной мощности (рис.).



Рисунок – Последствия повышения транспортировки реактивной мощности

Повышение потребления реактивной мощности электроприемниками приводит, с одной стороны, к увеличению потерь активной мощности и перерасходу электроэнергии. С другой стороны, возникновение дефицита реактивной мощности в узлах нагрузки, что приводит к снижению напряжения в сети и снижению запаса статической устойчивости нагрузки по напряжению.

Выработка реактивной мощности не требует непосредственного расхода энергии, но для ее передачи по сети требуются дополнительные затраты на производство энергии, необходимой для покрытия потерь. Кроме того, передача реактивной мощности от генераторов к потребителям вызывает дополнительную загрузку элементов электрической сети, приводящую к снижению их пропускной способности. В связи с этим увеличение выдачи реактивной мощности генераторами с целью доставки ее потребителю нецелесообразно.

Учитывая сравнительно высокую экономическую и энергетическую эффективность компенсации реактивной мощности, большинство промышленно развитых стран уделяют ей большое внимание. В частности, в США и Японии мощность конденсаторов составляет около 70 % от активной пиковой мощности. В отдельных энергокомпаниях США мощность установленных конденсаторов уже составляет 100 % от мощности генераторов. При этом во многих странах наблюдается тенденция уменьшения выдачи генераторами электростанций реактивной мощности за счет увеличения доли, вырабатываемой конденсаторами у потребителя.

Что касается коэффициента реактивной мощности  $\text{tg}\varphi$  в режиме максимальных нагрузок, то в США, Японии, большинстве европейских стран его оптимальное значение в зависимости от номинального напряжения сети должно поддерживаться на уровне  $\text{tg}\varphi = 0,2-0,4$ , что соответствует  $\cos\varphi = 0,98-0,92$ .

В ряде стран, в системе за электроэнергию с целью стимулирования установки компенсирующих устройств введены поправочные коэффициенты, зависящие от коэффициента мощности нагрузки. В частности, в Индии, при  $\cos\varphi > 0,995$  вводится скидка 7 %, при  $\cos\varphi < 0,9$  вводится штраф 2 %. Кроме этого существуют две составляющие тарифа – за активную и полную потребленную энергию. Чем ближе  $\cos\varphi$  к единице, тем меньше полная потребляемая мощность при той же активной мощности и, соответственно, плата за нее (табл.) [1].

Таблица – Тарифы за потребление реактивной энергии в Великобритании

$\cos\varphi$	Больше 0,9	Меньше 0,9
$\text{tg}\varphi$ или Q/P	Меньше 0,5	Больше 0,5
<b>Тариф за потребление реактивной энергии (фунт / (кВАр · ч))</b>		
Низкое напряжение	0	0,0056
Среднее напряжение	0	0,0036

В бывшем СССР в течение длительного времени (с 30-х годов прошлого века и до 2000 г.) взаимоотношения энергоснабжающих организаций и потребителей электроэнергии в части реактивной мощности также регулировались скидками (надбавками) к тарифам на электроэнергию.

Энергоназором велся ежегодный учет и анализ уровня компенсации реактивной мощности по предприятиям и стране в целом. Уровень компенсации определялся как отношение суммарной установленной мощности конденсаторных батарей, синхронных компенсаторов и 30 % мощности синхронных двигателей к максимальной (расчетной) активной нагрузке предприятия, региона и страны в целом.

С 1976 по 1985 г. этот уровень увеличился в СССР с 19,54 до 27,6 %. Ставилась задача к 1990 г. довести его до 60 %, но началась перестройка, и намеченные планы так и не удалось реализовать.

В постперестроечный период внимание к этой важнейшей проблеме существенно упало. За это время по ряду объективных причин значительно выросли реактивные нагрузки при существенном отставании ввода генерирующих активных мощностей и электросетевого строительства. Появилось большое количество энергорайонов Беларуси, характеризующихся дефицитами реактивной мощности и, как следствие, работой с пониженными уровнями напряжения в нормальных режимах. В этих районах все чаще стали возникать трудности с выводом оборудования в ремонт и его аварийными отключениями, а при выводе оборудования в ремонт часто было невозможно обеспечить допустимые уровни напряжения в сети 110 кВ и выше без ввода графиков ограничения потребителей.

Таким образом, решение проблемы компенсации реактивной мощности позволяет решать проблемы нормализации и стабилизации напряжения в электрических сетях, что является одной из основных задач, стоящих сегодня перед белорусской электроэнергетикой. Нестабильность напряжения сети – это не только ограничение пропускной способности, повышенные потери, ускоренный износ как коммутирующего оборудования, так и всех электроприемников. Без ее решения бессмысленно говорить, например, о широком применении энергосберегающих мероприятий, поскольку работа электроприемников весьма чувствительна к отклонению напряжения, созданию «умных» домов и т. п.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Воротницкий, В. Э.* Энергетическая эффективность и компенсация реактивной мощности в электрических сетях. Проблемы и пути решения / В. Э. Воротницкий // Энергосвет. – 2017. – № 47. – С. 44–53.

## МЕТАЛЛЫ С ОСОБЫМИ МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

## METALS WITH SPECIAL MECHANICAL PROPERTIES IN ATOMIC ENERGY

*Т. С. Чукова*

*T. Chikova*

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
chikova.tamara@iseu.by*

*Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Прогресс в атомной энергетике связан с созданием новых материалов, обладающих повышенной прочностью, пластичностью, радиационной и коррозионной стойкостью. Механические свойства большинства металлов и сплавов, используемых в строительстве атомных реакторов, обусловлены взаимодействием двух видов пластической деформации протекающих одновременно – трансляционного скольжения и механического двойникования. В то время как закономерности скольжения надежно установлены, механическое двойникование изучено слабо. Для разработки теории механического двойникования, позволяющей прогнозировать поведение двойникующихся металлов и сплавов при различных силовых, термических и радиационных воздействиях необходимо его дальнейшее экспериментальное изучение.

Progress in nuclear power is connected with creation of the new materials having the increased durability, plasticity, radiation and corrosion firmness. Mechanical properties of the majority of the metals and alloys used in construction of nuclear reactors are caused by interaction of two types of plastic deformation proceeding at the same time – transmitting sliding and a mechanical twinning. While consistent patterns of sliding are reliably determined, the mechanical twinning is studied poorly. Development of the theory of a mechanical twinning allowing to predict behavior of twin formations in metals and alloys at various power, thermal and radiation effects requires their further experimental studying.

*Ключевые слова:* атомная энергетика, металлы, сплавы, механические свойства, пластическая деформация, трансляционное скольжение, механическое двойникование.

*Keywords:* nuclear power, metals, alloys, mechanical properties, plastic deformation, transmitting sliding, mechanical twinning.