

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра строительства,
энергетики и транспорта**

Методические указания
к самостоятельной работе для студентов

по дисциплине:

Электроэнергетика

для направления подготовки (специальности)

13.03.02

код направления подготовки

«Электроэнергетика и электротехника». Профиль – «Электроснабжение»

наименование направления подготовки

Для всех форм обучения

код и наименование специальности, форма обучения

Мурманск
2021

Составил: Васильева Елена Витальевна, доцент кафедры строительства, электроэнергетики и транспорта Мурманского государственного технического университета

Методические указания к самостоятельной работе студентов рассмотрены и одобрены на заседании кафедры СЭиТ 01.07. 2021 г., протокол № 05

Методические указания составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки РФ 03.09.2015 № 955, учебного плана в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение».

Процесс изучения дисциплины «Электроэнергетика» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО: ОПК-2. Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

ПК-5. Готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: способы производства электроэнергии; методы расчета электрических нагрузок;

общие сведения об электрических станциях, подстанциях и ЛЭП; показатели качества электроэнергии и способы его обеспечения; компенсацию реактивной мощности.

Уметь: выполнять выбор основного электрооборудования РУ предприятий и подстанций и обосновывать его; производить расчет электрических нагрузок предприятия; выполнять расчет режимов работы электрических сетей предприятия; выполнять чертежи принципиальных электрических схем объектов профессиональной деятельности.

Владеть: методиками расчета электрических нагрузок предприятия; навыками построения схем и чертежей объектов профессиональной деятельности; анализом результатов, получаемых в результате расчета режимов работы предприятия

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 .ВВЕДЕНИЕ	4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ	5
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	18

Введение

Под самостоятельной работой понимается планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Целью самостоятельной работы является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Задачи самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

- развитие познавательных способностей и активности студентов творческой

- инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию,

- самосовершенствованию и самореализации;

- развитие исследовательских умений;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий

на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем

Методические указания к самостоятельной работе по изучению дисциплины

Тема 1. ПОТРЕБИТЕЛИ И ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Характеристики электроприемников: установленная мощность, род тока, напряжение, частота тока, режим работы, степень бесперебойности, удельный расход электроэнергии, стабильность расположения оборудования.

Характерные приемники электрической энергии промышленных предприятий: силовые общепромышленные установки - компрессоры, насосы, вентиляторы и подъемно-транспортные устройства; осветительные установки; преобразовательные установки; электродвигатели производственных механизмов; электротехнологические установки-электротермические, электросварочные и электролизные.

Электроприемники основных отраслей промышленности: горнодобывающей, металлургической, машиностроительной.

Методические указания

Следует усвоить общие характеристики электроприемников и их классификацию, характерные группы приемников электрической энергии в промышленности и их конкретные характеристики, затем перейти к изучению электроприемников основных отраслей промышленности.

Вопросы для самопроверки

1. Какая разница между электроприемником и потребителем электрической энергии?
2. Перечислите показатели, являющиеся основными характеристиками электроприемников.
3. Как классифицируются электроприемники по роду тока? Приведите примеры электроприемников, работающих на постоянном токе.
4. Как классифицируются электроприемники по напряжению, частоте, а также по требованиям бесперебойности электроснабжения?
5. Охарактеризуйте как приемники электроэнергии силовые общепромышленные установки и электрические осветительные установки.

Тема 2. ГРАФИКИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Режимы электропотребления и графики нагрузок промышленных потребителей электрической энергии.

Расчетные электрические нагрузки для выбора трансформаторов, преобразователей и сечений проводников, для расчета потерь и отклонений напряжения, колебаний напряжения, для выбора защиты и компенсирующих устройств.

Современные методы определения расчетных нагрузок.

Средние и максимальные нагрузки; определение нагрузок по установленной мощности при помощи расчетных коэффициентов использования, максимума и спроса.

Определение расхода электроэнергии.

Вспомогательные методы определения нагрузок: по удельному расходу энергии на единицу продукции; по удельной плотности нагрузки на 1 м^2 площади помещений.

Расчетные нагрузки однофазных электроприемников.

Учет разновременности максимумов отдельных групп электроприемников.

Определение пиковых нагрузок и вероятности совпадения пиков нагрузки.

Вероятностные методы определения расчетных нагрузок.

Методические указания

При изучении этого раздела особое значение имеет правильное определение нагрузок и графиков их изменения, так как величинами нагрузок и характером их изменения определяются как экономически целесообразные параметры элементов системы электроснабжения, так и выбор этих параметров по условиям надежности работы при всех расчетных эксплуатационных режимах. Необходимо помнить, что изменение электрических нагрузок во времени является случайным процессом и определяется вероятностно-статистическими методами.

В процессе изучения материала студент должен понять, для чего надо знать электрические нагрузки (средние, максимальные, пиковые) и научиться правильно их определять.

Выбор метода расчета электрических нагрузок зависит от наличия исходных данных и целей расчета.

В настоящее время методом, дающим наиболее точные результаты, является метод упорядоченных диаграмм. Однако он является наиболее трудоемким и требует знания назначения каждого электроприемника, его режима работы и установленной мощности. Поэтому большое практическое значение имеют вспомогательные методы, позволяющие быстро проанализировать большое число возможных вариантов схем электроснабжения и выбрать небольшое число тех вариантов, сопоставление которых целесообразно провести уже на основе более точных значений расчетных нагрузок.

Следует усвоить зависимость выбора метода расчета от указанных выше условий и изучить особенности определения нагрузок для отдельного электроприемника, группы приемников, цеха и промышленного предприятия в целом.

Вопросы для самопроверки

1. Какая смена называется максимально загруженной?
2. Что такое средняя активная нагрузка за максимально загруженную смену и как она определяется?
3. Что такое годовой коэффициент сменности по энергоиспользованию? Как он используется в расчетах?

4. Как определяется средняя реактивная нагрузка за наиболее загруженную смену?
5. Перечислите способы, применяемые для расчета годового расхода активной электроэнергии.
6. Что такое получасовой максимум нагрузки?
7. Как определяется коэффициент максимума активной нагрузки?
8. Укажите характерную особенность зависимости коэффициента максимума от коэффициента использования.
9. Что такое "эффективное число электроприемников", способы его определения?
10. Как зависит коэффициент максимума от "эффективного числа электроприемников"?
11. Как определяются пиковые значения нагрузок электроустановок потребителей?
12. Почему при расчете пикового тока необходимо знать наибольший из пусковых токов двигателей в группе?
13. Для чего необходимо знание пикового тока?
14. В чем состоит особенность получасового максимума на высших ступенях электроснабжения?
15. Как определяется расчетная нагрузка однофазных приемников?
16. Как производится расчет нагрузок с помощью ЭВМ?

Тема 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА НАПРЯЖЕНИИ ДО 1000 В

Выбор рода тока и напряжения цеховых сетей. Влияние отраслей промышленности на выбор напряжения.

Схемы цеховых сетей напряжением до 1000В - радиальные, магистральные, блок трансформатор - магистраль. Обеспечение бесперебойности питания потребителей первой категории. Питание силовых и осветительных приемников от общих и отдельных трансформаторов. Схемы сетей электрического освещения. Питание установок с резкопеременной нагрузкой.

Классификация помещений по окружающей среде. Марки проводов и кабелей и область их применения. Шинные токопроводы. Распределительные устройства напряжением до 1000 В: силовые шкафы, осветительные щитки, комплектные устройства. Цеховые сети в помещениях, не опасных по взрыву и пожару. Сети пожароопасных помещений. Электрооборудование и сети взрывоопасных установок.

Сети для передвижных токоприемников. Сети для сварочных установок. Сети для многоамперных установок переменного и постоянного токов.

Выбор сечения проводников в сетях напряжением до 1000 В. Токи короткого замыкания. Защита сетей напряжением до 1000 В.

Методические указания

Изучение данного раздела начинают с выбора рода тока и величины напряжения и влияния отрасли промышленности на выбор

напряжения.

Затем изучают применяемые схемы сетей напряжением до 1000 В, их достоинства, недостатки и области их предпочтительного использования. Необходимо обратить внимание на выбор способа осветительной нагрузки: от отдельных трансформаторов или от общих трансформаторов совместно с силовой нагрузкой. Здесь при проектировании приходится решать сложную технико-экономическую задачу, поскольку для силовой нагрузки нижняя граница целесообразных напряжений 380 В, в то время как электрические лампы имеют напряжение 127 и 220 В.

Необходимо внимательно изучить конструкции сетей и цеховых распределительных устройств напряжением до 1000 В, способы прокладки сетей в помещениях с различной средой.

Следует усвоить особенности выбора сечения проводников в сетях напряжением до 1000 В.

Вопросы для самопроверки

1. Какие системы тока и величины напряжений применяются при различных технологических процессах?
2. Каковы наиболее употребительные номинальные напряжения постоянного и переменного токов для питания электроустановок промышленных предприятий?
3. Укажите основные преимущества напряжения 660 В по сравнению с 380 В.
4. Как проявляется влияние отрасли промышленности на выбор напряжений для питания электроустановок? В каких отраслях промышленности перспективно применение напряжения 660 В?
5. Как решается задача выбора отдельного или совместного питания осветительных и силовых установок?
6. Каковы особенности питания электроустановок с резкопеременными режимами работы?
7. Каковы наиболее характерные схемы сетей промышленных предприятий напряжением до 1000 В? Укажите их преимущества и недостатки.
8. Перечислите достоинства и недостатки схемы блока трансформатор-магистраль.
9. Какие схемы используются при напряжении до 1000 В для электроснабжения потребителей I категории?
10. Как классифицируются помещения по окружающей среде?
11. Какие виды цеховых распределительных устройств напряжением до 1000 В знаете и какова их конструкция?
12. Как выполняются сети в помещениях с постоянным и изменяемым расположением технологического оборудования?
13. Как выполняются сети в нормальных, пожароопасных, взрывоопасных помещениях?
14. Как выполняются сети для передвижных электроприемников - кранов, тельферов и т.п.?
15. Как выполняются многоамперные сети постоянного тока?

16. Каковы особенности выбора сечения проводников в сетях напряжением до 1000 В?

Тема 4. ЦЕХОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПОДСТАНЦИИ.

Картограмма нагрузок для выбора цеховых подстанций. Технико-экономическое обоснование для выбора месторасположения подстанций. Выбор типа подстанций. Выбор числа, мощности и исполнения трансформаторов цеховых ТП с учетом народнохозяйственного ущерба от недоотпуска электроэнергии и необходимой степени резервирования.

Типовые компоновки цеховых ТП: отдельно стоящих, пристроенных и встроенных для нормальных и взрывоопасных помещений, крышевых, антресольных, с наружной установкой трансформаторов и электропечных. Комплектные трансформаторные подстанции. Схемы цеховых подстанций.

Основные характеристики современных преобразователей тока. Выбор типа, числа и мощности преобразовательных агрегатов; выбор месторасположения преобразовательных подстанций. Комплектные преобразовательные подстанции (КПП). Компоновки преобразовательных подстанций крупных электролизных установок.

Современные преобразователи частоты. Высокочастотные подстанции (ВЧП).

Методические указания

В данной теме необходимо изучить основные положения по выбору местоположения, типа, числа и мощности цеховых подстанций, использование для этого картограммы нагрузок.

Затем изучают материал о выборе числа и мощности трансформаторов на подстанции, обращая внимание на зависимость числа и мощности трансформаторов от принятого способа резервирования.

При изучении схем и компоновок цеховых ТП особое внимание следует уделять комплектным трансформаторным подстанциям.

Преобразовательные и высокочастотные подстанции являются важными элементами системы электроснабжения многих современных промышленных предприятий. При изучении этого раздела получают представление о развитии способов преобразования рода тока и частоты и о наиболее применяемых в настоящее время преобразователях, их достоинствах и недостатках. Предлагаемый материал достаточно обширен, поэтому изучают только основные положения в соответствии с программой.

Вопросы для самопроверки

1. Как производится выбор месторасположения, числа, типа, мощности цеховых подстанций?
2. Каковы особенности размещения цеховых подстанций?
3. Чем определяется число трансформаторов на подстанции?
4. В чем отличие выбора мощности трансформаторов на одно- и

двухтрансформаторных подстанциях?

5. Опишите компоновки цеховых трансформаторных подстанций.

6. В чем преимущество комплектных подстанций (КПП)?

7. При какой схеме питания подстанции трансформатор подключается только через разъединитель, без предохранителя или выключателя?

8. В каких случаях применяются схемы с выключателем нагрузки? Когда выключатель нагрузки применяют с предохранителем и когда без него?

9. Укажите достоинства и недостатки преобразователей тока различных типов.

10. Каковы основные характеристики ртутных и полупроводниковых преобразователей?

11. Укажите области применения различных преобразователей тока в настоящее время и в перспективе.

12. Как производится выбор типа, числа и мощности преобразовательных агрегатов?

13. Опишите компоновки крупных преобразовательных подстанций.

14. В чем особенности компоновки подстанций крупных электролизных установок?

15. Какие преобразователи частоты существуют и области их применения?

16. Каковы основные характеристики различных преобразователей частоты?

17. Как устроены высокочастотные подстанции?

Тема 5. КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Понятие качества электроснабжения. Основные факторы, определяющие качество электроснабжения: надежность электроснабжения и качества электроэнергии у электроприемников потребителя.

Факторы, определяющие надежность электроснабжения, бесперебойность (непрерывность) электроснабжения и живучесть системы электроснабжения и питаемого объекта. Связь между бесперебойностью электроснабжения и надежностью системы электроснабжения.

Определение надежности как свойства технических изделий. Показатели, характеризующие надежность (ПУЭ).

Повреждаемость элементов систем электроснабжения. Продолжительность аварийных и плановых ремонтов.

Понятие о применении теории вероятности для определения показателей надежности систем электроснабжения: вероятного числа перерывов электроснабжения за год, их средней продолжительности и вероятности безотказной работы.

Последствия перерывов электроснабжения промышленных предприятий. Время фактического простоя потребителей, вызванного перерывом в электроснабжении. Прямой и дополнительный ущерб от

перерывов. Учет надежности систем электроснабжения в технико-экономических расчетах. Основные факторы, обеспечивающие надежное электроснабжение.

ГОСТ I3109-87. Показатели качества электрической энергии. Показатели, характеризующие качество частоты и качество напряжения. Влияние качества электрической энергии на технологические процессы и работу электроприемников. Допустимые значения показателей качества электрической энергии. Ущерб от понижения качества напряжения. Критерии качества напряжения. Определение показателей качества напряжения в действующих электроустановках.

Основные требования к системам электроснабжения.

Методические указания

Потребительная стоимость, а, следовательно качество электроснабжения определяется в общем случае надежностью электроснабжения и качеством электроэнергии у электроприемников потребителя.

Надежность электроснабжения характеризуется степенью бесперебойности (непрерывности) электроснабжения и живучестью системы электроснабжения и питаемого объекта. Бесперебойность электроснабжения - это обеспечение электроэнергией потребителя в любой момент времени в соответствии с режимом его нагрузки;

живучесть - это способность системы электроснабжения не допускать аварий и продолжать работу после повреждений, а также не допускать катастрофических последствий и расстройств сложных технологических процессов у потребителя при нарушениях электроснабжения.

Одним из основных условий, оказывающих решающее влияние на выбор рациональной системы электроснабжения, является правильное определение необходимой степени бесперебойности питания предприятия в целом и отдельных его цехов и электроприемников. Бесперебойность электроснабжения существенно зависит от надежности системы электроснабжения.

В соответствии с ПУЭ надежность - это свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки (по ПУЭ) изделие - это любая техническая система и ее элементы). Надежность изделия обуславливается его безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью и долговечностью частей.

Безотказность изделия - это сохранение работоспособности в течение некоторой наработки без вынужденных перерывов. Для ремонтируемых изделий (системы электроснабжения в целом и большинство элементов) показателями безотказности могут быть, например, наработка на отказ, параметр потока отказов, вероятность безотказной работы. В специальной литературе по надежности систем электроснабжения вместо "наработка на отказ" и "параметр потока отказов" могут встречаться соответственно "среднее время безотказной работы" и "удельная повреждаемость" элементов системы.

Ремонтопригодность изделия - это приспособленность изделия к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов;

устранение отказов означает восстановление работоспособности. Показателем ремонтпригодности является, например, среднее время восстановления.

Под сохраняемостью понимают свойство изделия сохранять обусловленные эксплуатационные показатели, установленные в технической документации, в течение срока хранения и после транспортирования. Показателем сохраняемости может быть, например, средний срок сохранности.

Долговечность изделия - это его свойство сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов, причем отдельное состояние изделия определяется невозможностью его дальнейшей эксплуатации, обусловленной снижением эффективности или требованиями безопасности, и оговаривается в технической документации.

Надежность системы электроснабжения характеризуется повреждаемостью (математическим ожиданием числа перерывов в год), средним временем безотказной работы, вероятностью безотказной работы и т.п. Для резервных элементов системы электроснабжения (например, трансформаторов, находящихся в складском или передвижном резервах, или нормально ненагруженных резервных переключателей) важным показателем является средний срок сохранности.

Вопросы о последствиях перерывов электроснабжения и учете их в технико-экономических расчетах являются достаточно сложными и до сих пор окончательно не решены.

Основные показатели качества электрической энергии для сетей общего назначения и их допустимые значения регламентируются ГОСТ ГОСТ 13109-87. Процесс изменения этих показателей во времени является случайным и показатели качества электроэнергии можно рассматривать как случайные функции, для их изучения можно применять теорию вероятности. В действующих электроустановках качество электрической энергии оценивают по специальным статистическим приборам.

Все показатели качества электроэнергии в сетях переменного тока характеризуют частоту или напряжение, поэтому данные показатели делятся на показатели качества частоты и показатели качества напряжения. Регулирование частоты, т.е. изменение ее качества производится в энергосистеме; величина частоты и характер ее изменения в каждый момент времени для всех потребителей энергосистемы одинаковы. В связи с этим в данном курсе рассматривают вопросы только улучшения качества напряжения.

Вопросы для самопроверки

1. Чем обуславливается надежность?
2. Что иное безотказность и ремонтпригодность?
3. Какими показателями характеризуется надежность системы

электроснабжения?

4. Какие основные положения теории вероятности применяют в расчетах надежности?

5. К каким последствиям приводят перерывы в электроснабжении?

6. Какие составляющие ущерба от перерывов электроснабжения?

7. От чего зависит время фактического простоя потребителя при перерывах электроснабжения?

8. Какие мероприятия проводятся для обеспечения необходимой надежности электроснабжения?

9. Как определяются отклонения и колебания напряжения в ГОСТ 13109-87?

10. Каковы предельно допустимые значения отклонений и колебаний напряжения на зажимах различных электроприемников по ГОСТ 13109-87?

11. Как влияют отклонения напряжения на работу асинхронных электродвигателей?

12. Какие приборы для измерения показателей качества напряжения известны?

Тема 6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И НАПРЯЖЕНИИ ВЫШЕ 1000 В.

Выбор места и мощности распределительных пунктов (РП) и главных понизительных подстанций (ГПП) с учетом экономического режима аварийных перегрузок и необходимого резервирования.

Конструкции и компоновки РП и ГПП промышленного типа по упрощенным схемам, а также для отраслей промышленности с нормальной и загрязненной атмосферой: химической, металлургической и др. Комплектные устройства КСО, КРУ, КРУН и др.

Общие принципы построения радиальных и магистральных схем распределения электроэнергии на высоком напряжении. Глубокий ввод высокого напряжения. Резервирование питания от разных источников питания. Применение третьего источника питания для обеспечения потребителей особой группы.

Электроснабжение при наличии ГПП и ТЭЦ.

Схемы присоединения электроприемников высокого напряжения : электродвигателей, преобразователей, электропечей в цеховых трансформаторных подстанциях (ТП).

Выбор схемы и напряжения высоковольтной сети с учетом характеристик высоковольтных характеристик потребителей напряжения и типа источника питания (ТЭЦ или районная подстанция энергосистемы). Технико-экономическое сравнение вариантов схем с учетом необходимой степени резервирования и анализом ущерба от нарушения электроснабжения. Применение аварийных блок-станций для бесперебойного электроснабжения потребителей первой категории.

Канализация электроэнергии на промышленных предприятиях при напряжении выше 1000 В; кабельные сети в траншеях, блоках, тоннелях

и на эстакадах; токопроводы напряжением 6-35 кВ; открытые и закрытые токопроводы; шинные и гибкие токопроводы; токопроводы в тоннелях., на эстакадах и опорах. Выбор конструкции токопроводов и их электрический расчет.

Электрическая защита подземных сооружений. Виды коррозии. Катодная защита, защита гальваническими анодами, электрический дренаж блуждающих токов.

Методические указания

Необходимо изучить принципы построения схем электроснабжения промышленных предприятий при напряжении выше 1000 В и условия их использования.

Обратить внимание на то, что в сетях напряжением выше 1000 В электроприемники присоединяться непосредственно на напряжение сети могут лишь частично. Это объясняется тем, что во всех отраслях промышленности имеется большое число электроприемников, для которых требуется понижение напряжения ниже 1000 В, а для ряда электроприемников дополнительно преобразование рода тока или частоты. В силу этой особенности схемы электрических сетей напряжением выше 1000 В являются достаточно сложными.

Следует подчеркнуть, что в некоторых случаях для электроснабжения предприятия требуется сооружение собственной ТЭЦ, что также приводит к усложнению схемы электроснабжения.

Особое внимание надо уделить резервированию электроснабжения в различных случаях с учетом категории потребителей, а также при совместном питании потребителей различных категорий.

В настоящее время широкое применение находят схемы глубокого ввода высокого напряжения на территорию промышленного предприятия. Этому вопросу также следует уделить особое внимание.

Вопросы для самопроверки

1. Как выбирается место сооружения ГПП?
2. Что такое картограмма нагрузок? Для чего она служит?
3. Как выбирается напряжение промышленных электросетей выше 1000 В? Как используют для этого ЭВМ?
4. Каковы принципы построения схем электроснабжения предприятий различных отраслей с учетом категории потребителей?
5. В каких случаях для предприятий сооружается собственная ТЭЦ?
6. Какие схемы для распределения электроэнергии на высоком напряжении применяются при наличии ТЭЦ?
7. Как связываются ГПП и ТЭЦ?
8. Какие схемы применяются при наличии ГПП?
9. Каковы достоинства радиальных схем распределения электроэнергии? Где они применяются при напряжении выше 1000 В?
10. Каковы достоинства и недостатки магистральных схем? Где они применяются при напряжении выше 1000 В?
11. Что называется глубоким вводом высокого напряжения? Каковы их достоинства?

12. Как выполняются комплектные распределительные устройства, в чем их преимущества?

13. Опишите компоновки ГПП и РП промышленных предприятий.

14. Каковы схемы присоединения электродвигателей, преобразователей, электропечей и цеховых ТП к сетям напряжением выше 1000 В?

14. Как выполняется канализация электрической энергии в сетях напряжением выше 1000 В?

15. Каковы конструкции шинных и гибких токопроводов напряжением 6-35 кВ?

16. Как выполняется электрический расчет токопроводов напряжением 6-35 кВ?

17. Что такое блуждающие токи, каково их влияние на подземные металлические сооружения?

18. Как производится дренаж блуждающих токов?

19. Каковы меры защиты подземных сооружений от коррозии блуждающих токов сущность каждого вида защиты?

Тема 7. КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.

Реактивная мощность. Потребители реактивной мощности на промышленных предприятиях. Коэффициент мощности. Мгновенное и средневзвешенное значения коэффициента мощности. Коэффициент мощности и часы максимума активной нагрузки.

Мероприятия по повышению коэффициента мощности; мероприятия, не требующие компенсирующих устройств (естественные мероприятия); мероприятия, требующие специальных компенсирующих устройств; мероприятия, допускаемые в виде исключения. Коэффициент реактивной мощности.

Методика технико-экономических расчетов при выборе компенсирующих устройств. Шкала скидок и надбавок к тарифу на электрическую энергию.

Источники реактивной мощности на промышленных предприятиях: синхронные двигатели, косинусные конденсаторы и синхронные компенсаторы, воздушные и кабельные линии электрических сетей. Затраты на компенсацию реактивной мощности. Выбор типа и мощности компенсирующих устройств. Виды компенсации: централизованная, групповая и индивидуальная. Распределение конденсаторов в сетях промышленного предприятия.

Классификация электрических сетей по режимам регулирования напряжения: питательные и распределительные. Централизованное и местное регулирования напряжения. Зона нечувствительности регулирования.

Режим работы компенсирующих устройств и их автоматизация. Симметрирование нагрузок. Способы и средства ограничения колебаний напряжения.

Методические указания

Вопросы компенсации реактивной мощности имеют большое техническое и экономическое значения. Как при дефиците активной мощности в системе снижается частота, так при дефиците реактивной мощности в узле нагрузки снижается напряжение. Поэтому основная цель мероприятий по компенсации реактивной мощности - поддержание нормального уровня напряжения и снижение потерь активной мощности и энергии в сетях. Кроме этого, компенсация реактивной мощности дает ряд преимуществ: при снижении тока нагрузки при той же передаваемой активной мощности повышается пропускная способность линий и трансформаторов, уменьшаются потери напряжения в них и т.п.

Таким образом, вопросы компенсации реактивной мощности (повышения коэффициента мощности) и повышения качества напряжения взаимосвязаны.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите и охарактеризуйте потребителей реактивной мощности на промышленных предприятиях.
2. Укажите основные причины необходимости мероприятий по повышению коэффициента мощности.
3. Покажите формулой для расчета потерь активной мощности в линии и трансформаторе зависимость этих потерь от передаваемой реактивной мощности.
4. Какова формула зависимости потери напряжения от передаваемой реактивной мощности?
5. Что такое мгновенное и средневзвешенное значения коэффициента мощности и как они определяются?
6. Как определяются расчетные затраты на генерацию реактивной мощности?
7. Каково назначение шкалы скидок и надбавок к тарифу на электроэнергию?
8. Какие три группы мероприятий по повышению коэффициента мощности вы знаете? Какие мероприятия входят в каждую группу?
9. Охарактеризуйте мероприятия, не требующие специальных компенсирующих устройств (естественные мероприятия).
10. Какие источники реактивной мощности применяются на промышленных предприятиях? Охарактеризуйте их.
11. Как используются статические конденсаторы в распределительных сетях?
12. Как производится выбор типа компенсирующих устройств и определение их мощности?
13. Что такое централизованная, групповая и индивидуальная компенсации? Каковы их достоинства и недостатки?
14. Зачем производится автоматизация компенсирующих устройств? По каким параметрам производится регулирование?
15. Что такое централизованное и местное регулирования напряжения? Как они определяются? Каковы их достоинства и недостатки?
16. Что такое зона нечувствительности регулирования?

17. Как выбираются расчетные значения потери напряжения в сетях промышленных предприятий?

Тема 8. УЧЕТ И ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Организация измерений и учета активной, реактивной, потребляемой и вырабатываемой энергии. Баланс потребления электроэнергии промышленным предприятиям. Контроль лимитов на электроэнергию по удельным нормам расхода энергии.

Борьба с потерями электроэнергии и экономия ее путем улучшения технологических процессов и экономичного режима работы электродвигателей и трансформаторов.

Методические указания

Вопросы учета и экономии электроэнергии имеют первостепенное значение.

Наибольшие результаты экономии электроэнергии получают при условии систематического изучения и правильного анализа итогов действия проводимого комплекса мероприятий. Для этого необходима четкая организация измерений и учета потребляемой и вырабатываемой электроэнергии на промышленном предприятии.

Вопросы для самопроверки

1. Как проводятся измерения и учет потребления и выработки электроэнергии на промышленных предприятиях?
2. Для чего предназначен технический учет?
3. Как составляется баланс потребления электроэнергии?
4. Как определяется наиболее экономичный режим работы трансформаторов и двигателей?
5. Приведите примеры экономии электроэнергии путем улучшения технологических процессов.
6. В каком режиме должны находиться резервные линии электрических сетей для уменьшения расхода электроэнергии?
7. Какая роль сдвоенных реакторов в уменьшении расхода электроэнергии?
8. Как применяя автоматику, снизить расход электроэнергии?
9. Каким образом компенсация реактивной мощности приводит к уменьшению расхода электроэнергии?
10. Как получить экономию электроэнергии, применяя глубокий ввод высокого напряжения?
постоянного персонала) или средствами телемеханики (телефонная связь обязательна и в этом случае).

Список рекомендуемой литературы

1. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики. – М.: КноРус, 2013.-278 с. ил.
2. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии. – М.: КноРус, 2015.-724 с. ил.
3. Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Академия, 2013.-672 с. ил.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Академия, 2013.-672 с. ил.
5. Шаров Ю.В. Электроэнергетика. – М.: Инфра-М, 2014.-384 с. ил.
6. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: Учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2015. – 376 с. ил.
7. Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. – М.: Инфра-М, 2013. – 271 с. ил.
8. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник. – М.: Инфра-М, 2014. – 416 с. ил.
9. Сибикин Ю.Д. Технология энергоснабжения: Учебник – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Форум, 2015. – 352 с. ил.
10. Сибикин Ю.Д. Электрические подстанции. – М.: РадиоСофт, 2014. – 141 с. ил.
11. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии/ под ред. В.В. Денисова. – М.: Феникс, 2015. – 382 с. ил.
12. Шабад В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. – М.: Академия, 2013. – 193 с. ил.
13. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – М.: КноРус, 2014. – 240 с. ил.
14. Важов В.Ф. Техника высоких напряжений: Учебник. – М.: Инфра-М, 2014. – 264 с. ил.
15. Ушаков В.Я. Электроэнергетические системы и сети. – М.: Юрайт, 2014. – 446 с. ил.
16. Климова Г.Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение. 2-е изд. – М.: Юрайт, 2014. – 179 с. ил.
17. Бачаров Ю.Н. Техника высоких напряжений. – М.: Юрайт, 2014. – 264 с. ил.
18. Хрущев Ю.В. Электроэнергетические системы и сети. Электрические переходные процессы. – М.: Юрайт, 2014. – 153 с. ил.
19. Исмагилов Ф.Р. Основные вопросы проектирования воздушных линий электропередач: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2015. – 211 с. ил.
20. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Основы электроснабжения. – СПб.: Лань, 2013. – 432 с. ил.
21. Почаевец В.С. Электрические подстанции: Учебник. – М.: Маршрут, 2012. – 492 с. ил.

