

es/onshore-production.html (дата обращения 01.11.2021).

3. Пономарев П.С. Вопросы радио-

нальной эксплуатации газотурбинных установок: учебное пособие. – Уфа: ГОУ ВПО УГНТУ, 2003. – 88 с.

УДК .621.31

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
e-mail:mitka@bk.ru

Сартаков Валерий Дмитриевич,

к.т.н., доцент, профессор кафедры «Электропривод и электрический транспорт»,
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
e-mail:valery_41@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ТОРГОВОГО ЦЕНТРА**

Babich D. P., Sartakov V. D.

**RESEARCH OF PECULIARITIES OF THE POWER SUPPLY SYSTEM OF THE
SHOPPING CENTER**

Аннотация. Проведено исследование особенностей и технических решений электро-снабжения, освещения и электрического обогрева торгового центра.

Ключевые слова: электроэнергетика, электрообогрев, освещение.

Abstract. Structuring of the undergraduate program block related to the practical training traversed by students at electric power enterprises in the light of a new vision for the training of a modern engineer using the Moodle distance learning system and modern case study methodology is considered.

Keywords: practice, electric power industry, distance learning, Moodle, case methodology.

К торговым центрам применяются особые меры безопасности. Эти меры относятся не только непосредственно к угрозе террористического влияния или пожарной безопасности, но и к безопасности инфраструктуры обеспечения здания.

По степени обеспечения надежности электроснабжения электроприемники здания относятся к потребителям II категории; эвакуационное освещение, приборы охранно-пожарной сигнализации (ОПС), электрозадвижки пожаротушения и дымовая вентиляция к I категории.

Установленная мощность электроприемников ТЦ составляет 2392,15 кВт, в том числе электроотопление – 438 кВт, вентиляция (включая электрокалориферы) – 1446,3 кВт.

Питание осуществляется двумя кабельными линиями на напряжение 6 кВ через трансформаторную подстанцию и распределяется к электроприемникам торговых залов от вводно-распределительных устройств (ВРУ). В здании принята система заземления типа TN-C-S с нулевым рабочим (N) и за-

щитным (PE) проводниками, работающими отдельно после шин ВРУ. Однофазные сети выполнены в трехпроводном исполнении, а трехфазные – в пятипроводном. Согласно ГОСТ Р5046-92, кабели идентифицируются по цвету по всей длине проводника окраской изоляции.

На вводе в здание выполнен контур повторного заземления, состоящий из трёх стальных электродов, сечением 63х63х6 мм длиной 3 м, установленных вертикально в земле на расстоянии 5 м друг от друга и соединенных на глубине 0,5 м полосовой сталью 40х4 мм. Шины PE вводных устройств соединяются проводом ПВ1 сечением 50 мм² с главными заземляющими шинами (ГЗШ), установленными в электрощитовых. Каждая ГЗШ соединяется стальными полосами сечением 40х5 мм с наружным контуром заземления. К ГЗШ проводом ПВ1 – 1х25 мм также присоединяются все корпуса шкафов управления, трубы водопровода, канализации, металлические короба вентсистем и металлоконструкция здания как дополнительная система уравнивания потенциалов.

Согласно инструкции РД 34.21.122-87, здание торгово-офисного центра подлежит защите от прямых ударов молний. В качестве молниеприёмника используется сетка с шагом ячеей 10x10 м, от которой по фасаду здания проложены токоотводы, присоединенные к заземляющим контурам. Токоотводы и сетка выполняются из круглой стали диаметром 8 мм. Заземляющий контур выполняется аналогично контуру повторного заземления.

В качестве защитной и коммутационной аппаратуры в щитах применены автоматические выключатели. Питание электроприемников, относящихся к I категории электропитания, осуществляется через ящики автоматического ввода резерва (АВР) типа ЩАП-40А. Электропитание групповых распределительных щитков выполнено по принципу: один автоматических выключатель ВРУ - один щиток. Питание щита электрического освещения и щита аварийного освещения предусмотрено от отдельных автоматических выключателей ВРУ.

Основными потребителями электроэнергии являются освещение, отопление, тепловые завесы, электрокалориферы, приточная и вытяжная вентиляция и дымососы.

Наружное освещение территории, прилегающей к торговому центру, выполнено светодиодными прожекторами СДО-8 мощностью 100 Вт, напряжением 230 В, цветовой температурой 6500 К, световым потоком 9500 лм и классом защиты IP65. Управление освещением принято местное от ящиков освещения и дистанционное с поста охраны офисного центра. Расчетная мощность наружного освещения 12 кВт.

Для освещения внутри помещений выделено рабочее освещение и эвакуационное освещение. Освещенность принята по Сан-ПиН 2.2.1.1278-03 440 лк для торговых залов, 300 лк для офисных помещений. В качестве источников света приняты подвесные светодиодные светильники. Светильники эвакуационного освещения запитаны от параллельной линии, запитанной от отдельной ячейки трансформаторной подстанции энергоснабжающей организации. Управление освещением торговых залов осуществляется с осветительных щитков и выключателями, установленными у входов в помещения. Особенностью включения светодиодных светильников является наличие драйвера тока с мощными конденсаторами на входе, что приводит к значительным пусковым токам, и как

следствие срабатывание автоматических выключателей, питающих силовую часть схемы. Для включения света в ТЦ используются контакторы типа КМЭК. Контактор для конденсатора КМЭК это специализированный контактор двухступенчатого включения для коммутации конденсаторов в установках компенсации реактивной мощности (УКРМ). Световые указатели «Выход» управляются со щитков ОПС.

Для обеспечения тепла торгового центра зачастую используются следующие виды отопления:

- водяное отопление;
- воздушное отопление;
- электрическое отопление.

В ТЦ используется потолочное электрическое отопление и калориферное воздушное отопление в качестве вспомогательного.

Согласно СНиП 41-01-2003 «ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ», торговые залы при электрическом отоплении должны оснащаться обогревателями с температурой на теплоотдающей поверхности не более 150° С. (Приложение Б, Б.7.). Температура поверхности используемых инфракрасных обогревателей типа Эргна 0,5/220(п)КТ при температуре окружающей среды +20° С равна 120-130°С. Основное время работают только инфракрасные излучатели. Такое решение избавило от дорогостоящей прокладки и внутренней разводки водяного отопления, а также от шума воздушного отопления.

Дополнительно к управлению инфракрасными обогревателями внедрена система фазного регулирования на твердотельных реле FOTEK SSR-60VA. Управление ведется переменными резисторами 470 кОм/2 Вт. Это позволяет осуществлять регулирование мощности обогрева и финансовую экономию в часы пиковой стоимости электроэнергии. В существующей системе применяется тариф с почасовой стоимостью в зависимости от общей потребляемой мощности в городе. В организации производится анализ расходов на потребление электроэнергии и снижается потребление электроэнергии с 9 до 10 утра, так как в это время самый дорогой тариф.

Для приточных вентиляционных установок применена система Clima со шкафом управления VS, обеспечивающая:

- контроль и регулирование температуры приточного воздуха и воздуха в помещении;
- контроль температуры воздуха за калорифером;
- контроль запыленности воздушного фильтра;
- защита электрического нагревателя от повышения температуры выше допустимой.

Все средства автоматизации подключены к шкафу управления вентагрегатом. Также предусмотрено отключение аппаратов вентиляции при пожаре по сигналу ОПС. Одновременно, включаются дымососы.

Противопожарная защита включает в себя следующие средства:

- автоматическая установка пожаротушения – предназначена для локализации и тушения очага пожара в первоначальный момент его возникновения;
- автоматическая пожарная сигнализация (АПС) – предназначена для обнаружения пожара и извещения о нём находящихся в здании людей;
- система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) – предназначена для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости и путях эвакуации.

Проектом эти системы увязаны в единую сеть, разработаны инструкции обслуживания, ремонтов, поведения персонала, назначены ответственные лица, ведутся журналы в соответствии с действующими нормативными документами.

Учет электроэнергии предусмотрен на вводных панелях трехфазными электронными счетчиками, включенными через трансформаторы тока. Сбор почасовых показаний осуществляется по протоколу RS-485 в компьютер для анализа и формирования отчетов.

В современных системах электроснабжения применяются компьютерные средства измерения потребляемой электрической энергии. Эти средства требуют использования дискретных математических моделей.

Математические модели (ММ) реализации микропроцессорных измерительных приборов (МПИП) строятся на соответствующих принципах, изложенных в инструкции [2].

Рассмотрим вариант разработки ММ цифрового прибора для измерения полной мощности в однофазной цепи. Для создания

модели прибора производится квантование тока и напряжения во времени и по уровню с помощью аналого-цифрового преобразователя, т.е. получение значений тока и напряжения i_K и u_K , «оггибающие» которых изменяются по периодическому закону с периодом, равным T .

На следующем этапе реализации математической модели МПИП полной мощности производится возведением в квадрат дискретных значений i_K и u_K , т.е. определение i_K^2 и u_K^2 .

Для вычисления полной мощности необходимо определить действующие значения периодического тока и напряжения. Для этого производится суммирование значений i_K^2 и u_K^2 для разных интервалов дискретности « K », изменяющихся от 1 до « n » в пределах периода T . Действующее значение тока равно $I = \frac{1}{T} \cdot \sqrt{\int_0^T i_K^2 \cdot dt}$. Действующее значение напряжения вычисляется по аналогичному выражению $U = \frac{1}{T} \cdot \sqrt{\int_0^T u_K^2 \cdot dt}$.

Полная мощность в однофазной цепи вычисляется по уравнению $S = U \cdot I$.

ММ при измерении активной мощности в однофазной цепи содержит аналогичные дискретные математические операции. С этой целью вычисляются произведения мгновенных значений мощностей $p_K = u_K \cdot i_K$ для всех интервалов квантования в пределах от 1 до n . Следующей операцией является суммирование произведений мгновенных значений мощностей $p_K = u_K \cdot i_K$ на величину шага дискретности Δt для всех интервалов квантования в пределах от 1 до « n » $\sum_{K=1}^n p_K \cdot \Delta t$. Эту сумму сле-

дует разделить на величину периода T и получить $P = \frac{1}{T} \cdot \sum_{K=1}^n p_K \cdot \Delta t$ и затем определить

дискретное выражение для активной мощности в однофазной цепи. Активная мощность в трехфазной цепи определяется по похожим дискретным уравнениям.

Подобные уравнения можно получить при определении электрической энергии.