

бумаги, изоляцию из специальной кабельной бумаги, экран из полупроводящей и перфорированной металлизированной бумаги и медной ленты, а также две спирали из мягких, медных полукруглых проволок для облегчения затягивания кабеля в трубу. Затем накладывают временную свинцовую оболочку толщиной не менее 2,2 мм, предохраняющую изоляцию кабеля во время транспортировки и хранения. Для пропитки изоляции применяют специальное минеральное масло повышенной вязкости. С целью повышения влагостойкости кабеля во время монтажа поверх экрана кабеля применяют полиэтиленовые ленты, чередующиеся с алюминиевыми лентами, и медную полукруглую проволоку шириной 5 мм. Под свинцовой оболочкой размещают продольную стальную проволоку для разрезания свинцовой оболочки перед затягиванием кабеля в стальную трубу. Поверх кабеля в длинах, больших, чем 600 м (переходы через водные преграды), накладывают сплошной повив из медных твердотянутых круглых проволок. Три изолированные жилы (с экраном и спиралью из проволоки) затягивают в предварительно проложенную стальную трубу, которую затем заполняют маслом под избыточным давлением. Стальной трубопровод для кабелей 110–220 кВ имеет диаметр 150–220 мм, для кабелей 500 кВ 270–300 мм и толщину стенки 10–12 мм. В зависимости от условий прокладки трубопровод снабжают соответствующими антикоррозионными покрытиями. В отличие от линий из маслонаполненных кабелей, пропитанных жидким минеральным маслом, кабельные линии в стальных трубах с маслом под давлением не нуждаются в стопорных муфтах и распределенной по трассе подпитывающей аппаратуре. Подпитку маслом осуществляют от автоматического насосного устройства, располагаемого на одном или обоих концах линии в зависимости от ее длины.

Литература

1. Зуев Э.Н. Основы техники подземной передачи электроэнергии: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1999. – 256 с.
2. Москаленко В.В. Справочник электромонтера: Справочник. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 288 с.
3. Ларина Э.Т. Силовые кабели и кабельные линии: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 368 с.
4. Шварцман Л.Г. Муфты силовых кабелей высокого напряжения. – М.: Энергия, 1977.
5. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий: Учеб. для нач. проф. образования: учеб. пособие для сред. проф. образования / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 432 с.
6. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий: Справочник электромонтажника / Под ред. А.Д. Смирнова и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Короткевич М.А. Основы эксплуатации электрических сетей: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк., 1999. – 267 с.

УДК 621.3

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Зыль П.Н.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент СИЛЮК С.М.

Схемы соединения ЭС играют важную роль в обеспечении надежности электроснабжения, как и схемы ее соединения с потребителем электрической энергии. Схемы соединения ЭС с потребителями выполняется в зависимости от категории электроприемников. Для электроустановок, работающих круглосуточно, недопускающих перерыва в питании схема электроснабжения должна быть выполнена таким образом, чтобы при

выходе любого ее элемента электроснабжение было сохранено. Схема ЭС должна предусматривать снабжение этих объектов от двух независимых источников питания.

Для электроприемников, где перерыв в электроснабжении дает недовыпуск продукции создаются схемы, допускающие перерыв электроснабжения на время включения резервного питания дежурного персонала.

Для остальных потребителей допускаются схемы, создающие перерыв электроснабжения на время ремонта или замен поврежденного элемента.

При проектировании схем электросетей надо использовать простые схемы с повышенными напряжениями. Источники питания следует приближать к центрам нагрузки потребителей делая глубокие вводы напряжением 35–220 кВ.

Выбор варианта с надежной схемой электрических соединений ЭС решается технико-экономическими расчетами нескольких вариантов по напряжению и схеме соединений.

Общие требования к схемам и надежности электроснабжения потребителей:

– непрерывность и жесткая связь во времени процессов производства, распределения и потребления электрической и тепловой энергии;

– вероятностный характер формирования энергетических и тепловых нагрузок, определяемых условиями функционирования энергопотребляющих отраслей промышленности и изменением климатических факторов;

– зависимость структуры располагаемых энергоресурсов от складывающейся топливной конъюнктуры, работы транспортных систем, обеспечения гидроресурсами;

– быстрота протекания аварийных процессов;

– решающее влияние степени надежности электроснабжения на работу всех отраслей хозяйства, социальных структур и условия жизни населения;

– высокие требования к системе управления ЭС;

– ограниченность резервов генерируемой мощности;

– чувствительность ЭС к внезапным отклонениям частоты;

– наличие в сетях 110–330 кВ большого количества выключателей отключающая способность которых не соответствует уровням токов КЗ в ЭС, это приводит к секционированию сетей этих напряжений (для ЕЭС);

– влияние понижения напряжения в распределительных сетях (дефицит реактивной мощности).

Надежность схемы соединения проверяется по следующим условиям:

– обеспечение коэффициента запаса статической устойчивости по нормальному и послеаварийному режиму;

– обеспечение динамической устойчивости;

– ограничение величины тока КЗ;

– обеспечение распределения мощностей в послеаварийных и ремонтных режимах;

– обеспечение правильной работы устройств релейной защиты и систем автоматики;

– возможность дальнейшего развития электрической сети без коренных ее изменений.

Проблема надежности управления энергосистем (как и других технических систем) за последние 2–3 десятилетия резко обострилась. Это вызвано следующими причинами:

– резким увеличением сложности энергосистем, включающих миллионы потребителей, тысячи узлов и элементов;

– повышение требований к качеству работы (эффективность, высокие параметры энергии);

– экстремальностью условий эксплуатации многих элементов энергосистем (высокие скорости, ускорения, температуры и давления, вибрация, повышенная радиация и т. д.);

– увеличение ответственности функций выполняемых энергосистемой, высокой экономической и технической ценой отказа);

– полной или частичной автоматизацией, широким использованием ПЭВМ для управления, и как следствие, исключением или уменьшением непосредственного контроля человеком работы энергосистемы и ее элементов.

Трудности обеспечения надежности ЭС и ее живучести:

– увеличение количества взаимосвязанных объектов и размеров территории их размещения;

– рост мощности электростанции;

– повышение единичной мощности агрегатов (опасно по устойчивости);

– ввод АЭС;

– переход к более высоким ступеням напряжения системообразующей сети;

– усложнением схемы основной сети и ее режимов;

– увеличение максимальной мощности, передаваемой по межсистемным ЛЭП;

– увеличение обменной мощности и повышением энергетической взаимосвязи параллельных энергосистем;

– усложнение управляемости энергообъектов, ЭС и энергообъединений;

– увеличение «связности» отдельных элементов ЭС, их влияние при аварии друг на друга;

– усложнение характера и длительности электромеханических процессов.

При проектировании электрических сетей следует рассматривать:

– увеличение пропускной способности действующих ВЛ с использованием всех возможных технических решений;

– использование трасс физически и морально устаревших линий для сооружения ВЛ более высоких напряжений;

– сооружение новой подстанции при условии получения заметных технических и экономических преимуществ по сравнению с реконструкцией действующей;

– использование более высокого напряжения при близких показателях вариантов;

– сооружение подстанций закрытого типа, прокладка кабельных линий взамен воздушных;

– использование двухцепных (многоцепных) ВЛ.

Выбор схемы и параметров основных электрических сетей энергосистем производится по следующим критериям:

– по планируемым потокам мощности, которые характеризуются средними условиями нахождения основного оборудования электростанций в плановом и аварийном ремонтах;

– по расчетным максимальным потокам мощности, которые характеризуются неблагоприятными сочетаниями нахождения в плановом и послеаварийном ремонтах основного оборудования электростанции.

Схема и параметры распределительной сети должны обеспечивать надежность электроснабжения, при которой питание потребителей осуществляется без ограничения нагрузки с соблюдением нормативных требований к качеству электроэнергии при нормальной схеме сети и при отключении одной ВЛ (одной цепи двухцепной ВЛ) или трансформатора с учетом допустимой перегрузки оставшихся в работе.

Проектирование распределительной сети осуществляется с учетом следующего:

– в крупных городах и промышленных районах с большой концентрированной нагрузкой по одной трассе может предусматриваться строительство двух и более ВЛ;

– в районах с малым охватом территории сетями при близких значениях технико-экономических показателей вариантов развития сети рекомендуется отдавать предпочтение сооружению ВЛ по новым трассам;

– при прохождении ВЛ по территории городов, промышленных районов, на подходах к электростанциям и подстанциям, в стесненных условиях, лесных массивах и др. ВЛ рекомендуется выполнять на двухцепных опорах. При этом подвеска одной цепи рекомендуется в случае, когда необходимость ввода второй цепи может возникнуть в срок более пяти лет после ввода первой, а также когда отключение первой цепи на время проведения работ по подвеске второй допустимо по условиям электроснабжения. Допускается подвеска на одних опорах цепей разных классов напряжений;

– при питании ПС с потребителями первой категории применение двух одноцепных ВЛ вместо одной двухцепной допускается при наличии обоснований;

– для электроснабжения особой группы электроприемников должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого резервирующего источника питания;

– центры питания следует максимально приближать к потребителям, сокращая число трансформаций путем сооружения ПС глубоких вводов.

Современный этап строительства характеризуется увеличением этажности жилых домов, сооружением строительных комплексов промышленного, сельскохозяйственного, культурно-бытового и торгового назначения. Электроснабжение городов и поселков осуществляют по кабельным и воздушным линиям от распределительных пунктов (РП), центров питания (ЦП), трансформаторных подстанций (ТП).

Главная схема электрических соединений электростанции (подстанции) – это совокупность основного электрооборудования (генераторы, трансформаторы, линии), сборных шин, коммутационной и другой первичной аппаратуры со всеми выполненными между ними в натуре соединениями.

Выбор главной схемы является определяющим при проектировании электрической части электростанции (подстанции), так как, определяет полный состав элементов и связей между ними. Выбранная главная схема является исходной при составлении принципиальных схем электрических соединений, схем собственных нужд, схем вторичных соединений, монтажных схем и т. д.

В условиях эксплуатации наряду с принципиальной, главной схемой применяются упрощенные оперативные схемы, в которых указывается только основное оборудование. Дежурный персонал каждой смены заполняет оперативную схему и вносит в нее необходимые изменения в части положения выключателей и разъединителей, происходящие во время дежурства.

При проектировании электроустановки до разработки главной схемы составляется структурная схема выдачи электроэнергии (мощности), на которой показываются основные функциональные части электроустановки (распределительные устройства, трансформаторы, генераторы) и связи между ними. Структурные схемы служат для дальнейшей разработки более подробных и полных принципиальных схем, а также для общего ознакомления с работой электроустановки. На чертежах этих схем функциональные части изображаются в виде прямоугольников или условных графических изображений. Никакой аппаратуры (выключателей, разъединителей, трансформаторов тока и т. д.) на схеме не показывают.

Обеспечение надежности энергетических систем стало ключевой проблемой современной энергетики. Связь между энергосистемой, ее элементами и внешней средой носит стохастический (вероятностный) характер и можно говорить лишь о вероятности полного достижения энергосистемой своей цели – передачи электроэнергии потребителю. Поэтому надежность работы энергосистемы всегда включает *отказ (нарушение)*.

Неполнота надежности энергосистемы дает потери выходного эффекта ее работы, на практике – недоотпуск энергии потребителям.

УДК 621.3

НАНОТЕХНОЛОГИИ – ВОРОТА, ОТКРЫВАЮЩИЕСЯ В ИНОЙ МИР

Кобысь С.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РЖЕВСКАЯ С.П.

Что такое нанотехнологии? В мире до сих пор нет однозначного определения этого термина. На данный момент само существование наноматериалов и нанотехнологий вызывает разнообразные мнения, взгляды и порождает мифы. Одно из самых популярных объяснений для простых обывателей таково: нанотехнологии – это определенные технологии манипулирования веществом на молекулярном и атомном уровне.

В переводе с греческого слово «нано» означает карлик. Один нанометр (нм) – это одна миллиардная часть метра (10⁻⁹ м). Размер объектов, с которыми имеют дело нанотехнологи, лежат в диапазоне от 0,1 до 100 нм. Большинство атомов имеют диаметр от 0,1 до 0,2 нм, а толщина нитей ДНК – около 2 нм. Диаметр эритроцитов – 7000 нм, а толщина человеческого волоса – 80000 нм. Нанометр очень и очень мал. Нанометр во столько же раз меньше одного метра, сколько толщина пальца меньше диаметра земли. Нанотехнология ныне находится в начальной стадии развития, поскольку основные открытия, предсказываемые в этой области, все еще не сделаны. Тем не менее, проведенные исследования уже сейчас дают практические результаты. За применение передовых научных исследований, нанотехнологию относят к высоким технологиям.

Из истории развития нанотехнологий. Историк науки Ричард Букер отмечает, что историю нанотехнологий создать крайне сложно по двум причинам – во-первых, «размытости» самого этого понятия. Например, нанотехнологии часто не являются «технологиями» в привычном смысле этого слова. Во-вторых, человечество всегда пыталось экспериментировать с нанотехнологиями, даже и не подозревая об этом.

Чарльз Пул, автор книги «введение в нанотехнологию», приводит показательный пример: в британском музее хранится, так называемый «кубок Ликурга» (на стенах кубка изображены сцены из жизни этого великого спартанского законодателя), изготовленный древнеримскими мастерами – он содержит микроскопические частицы золота и серебра, добавленные в стекло. При различном освещении кубок меняет цвет – от темно-красного до светло-золотистого. Аналогичные технологии применялись и при создании витражей средневековых европейских соборов.

Отцом нанотехнологии можно считать греческого философа демокрита. Примерно в 400 г. до н.э. Он впервые использовал слово «атом», что в переводе с греческого означает «нераскалываемый», для описания самой малой частицы вещества. В 1661 г. ирландский химик Роберт Бойл опубликовал статью, в которой раскритиковал утверждение аристотеля, согласно которому все на земле состоит из четырех элементов – воды, земли, огня и воздуха (философская основа основ тогдашней алхимии, химии и физики). Бойл утверждал, что все состоит из «корпускулов» – сверхмалых деталей, которые в разных сочетаниях образуют различные вещества и предметы. Впоследствии идеи Демокрита и Бойла были приняты научным сообществом.

Вероятно впервые в современной истории нанотехнологический прорыв был достигнут американским изобретателем Джорджем Истмэном (впоследствии основал известную компанию Kodak), который изготовил фотопленку (это произошло в 1883 г.).