

3. Качина Е.А. Индивидуально-дифференцированный подход при изучении темы физики 8 класса «Электризация тел» [Электронный ресурс] / Е.А. Качина, В.А. Бакунькин // Методист, 2003. – № 4. – Режим доступа: <http://www.physics.uni-altai.ru/Metodist/article=14&issue=4>

4. Унт И. Индивидуализация и дифференциация обучения. – М., 1990. – 188 с.

5. Шишмаренков В.К. Теория и практика разноуровневого дифференцированного обучения в средней школе: дис. ... д-ра пед. наук. – Челябинск, 1996. – 264 с.

6. Якушева И.В. Социально-психологические особенности студентов как критерий успешности изучения иностранных языков [Электронный ресурс] / И.В. Якушева, О.А. Демченкова. – Режим доступа: <http://www.hse.ru/>.

Технические науки

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БОЛЬШИХ ДАННЫХ И МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ПОДСТАНЦИЙ В УМНЫХ СЕТЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Дубров В.И., Оганян Р.Г., Шурыгин Д.Н.

ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ)
им. М.И. Платова», Новочеркасск,
e-mail: roman.work18@gmail.com

Электрическая подстанция – электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств [1].

Внедрение автоматизированных систем управления подстанциями представляет собой сложную задачу. Необходимо анализировать характеристические параметры, такие как: ток, напряжение, активную, реактивную и полную мощности, коэффициент мощности, коэффициент нелинейных искажений, коэффициент гармонических искажений, дозу фликера и др.

Временные зависимости характеристических параметров позволяют оценить трендовые изменения и сделать вывод о соответствии их требуемым диапазонам.

Наиболее важные параметры:

Активная мощность. В цепях однофазного синусоидального тока:

$$P = U I \cos \varphi,$$

где U и I – среднеквадратичное значение напряжение и тока, φ – угол сдвига фаз между ними.

В зависимости от решаемой задачи, например, устойчивости или оптимизации сети, информацию о перетоке активной мощности можно использовать по-разному.

Если решается задача устойчивости, т.е. рассматривается линия между двумя станциями или линия между станцией и системой, то переток активной мощности по этой линии не должен превышать допустимых значений, т.к. это опасно нарушением статической устойчивости. Нарушение статической устойчивости приведет к асинхронному режиму [2].

Если решается задача оптимизации сети, то здесь важен переток и через подстанции. К примеру, имеется система с несколькими линиями и проходными подстанциями. Важно чтобы по-

тери активной мощности были минимальны, для этого определенные линии нагружаются, а другие разгружаются. Соответственно, загружая один автотрансформатор и разгружая другой, изменяются перетоки активной мощности, следовательно, необходимо учитывать информацию о нагреве. Ток проходящий через автотрансформаторы, определяется параметрами сети. Если, рассматривать тупиковые подстанции, то переток, и соответственно ток, определяется нагрузкой [3].

Для оценки тренда активной мощности, описывающего состояние подстанции, можно использовать данные, предоставляемые проектом «Capacity to Customers» [4-6]. По представленным максимальному, минимальному и среднему значениям активной мощности, совместно с информацией о характеристиках ЛЭП и подстанции, можно сделать вывод о том, превышает ли переток активной мощности допустимую величину.

Анализ значения силы тока позволяет оценить нагрев элементов сети (воздушные линии, трансформаторы), согласно закону Джоуля-Ленца:

$$dQ = I^2 R dt. \quad (1)$$

Из данных [4] также видно максимальное, минимальное и среднее значения силы тока, на базе данных значений можно сделать вывод, о нахождении значения тока в допустимых диапазонах, а, с учетом (1), и о допустимом нагреве элементов сети [7].

Благодаря методу симметричных составляющих, который относится к специальным методам расчета трехфазных цепей и широко применяется для анализа несимметричных режимов их работы, можно анализировать еще несколько важных параметров. В основе метода лежит представление несимметричной трехфазной системы переменных (ЭДС, токов, напряжений и т.п.) в виде суммы трех симметричных систем, которые называют симметричными составляющими. Различают симметричные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей, которые различаются порядком чередования фаз. Наибольший интерес представляет обратная и нулевая последовательности.

На сайте проекта «Capacity to Customers» [4] также представлены зависимости величины напряжения обратной и нулевой последовательности от времени. Основываясь на этих значениях можно сделать вывод, о том, что за определенный промежуток времени возникало колебание

данной величины, что свидетельствует о возникновении определенной несимметрии.

Еще одним важным параметром является доза фликера.

Фликер – (от англ. flicker – «мигать») субъективное восприятие человеком колебаний светового потока искусственных источников освещения, вызванных колебаниями напряжения в электрической сети, питающей эти источники [8]. Причинами появления фликера являются, например, на металлургических заводах – использование дуговых печей и больших электродвигателей в непостоянном режиме включенных в общую сеть с освещением, в офисных и жилых зданиях – работа лифта, в сельской местности – большого водяного насоса. В общем случае – непостоянная работа мощного оборудования, включенного в одну сеть с освещением.

Доза фликера – мера восприимчивости человека к воздействию фликера за установленный промежуток времени. Это один из показателей, который характеризует колебания напряжения.

Описанные выше характеристики могут найти применение в построении современных цифровых подстанций, функционирующих на базе МЭК 61850. Но до этого требуется решить ряд различных научных задач, связанных с надежностью цифровых систем, конфигурированием устройств на уровне подстанции и энергообъединения, созданием общедоступных инструментальных средств проектирования, ориентированных на разных производителей микропроцессорного и основного оборудования.

С применением МЭК 61850 появляются возможности полной оцифровки сигналов на подстанции, а, следовательно, большие объемы информации становятся доступны для управления и анализа приложениями реального времени в современной интеллектуальной сети – Smart Grid. Такие модернизированные сети электроснабжения как Smart Grid используют информационные и коммуникационные сети и технологии для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении.

Для обработки полученных объемов данных предлагается использовать уже зарекомендовавшие себя, в основном в области маркетинга, технологии Big Data.

Big Data – серия подходов, инструментов и методов обработки структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного многообразия. Таким образом, под Big Data понимаются методы обработки данных, которые позволяют распределенно обрабатывать информацию.

Уже сегодня методы Big Data применяются для обработки различных типов данных: логи поведения пользователей в интернете, GPS-сигналы от автомобилей, информация о транзакциях клиентов банков, информация о покупках в крупной ритейл сети и т.д.

Статья подготовлена по результатам работ, полученным в ходе выполнения проекта № СП-978.2015.1, реализуемого в рамках программы «Стипендии Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики». Работы выполнены в СНИЛ «ИИС» ЮРГПУ (НПИ).

Список литературы

1. ГОСТ 24291-90. Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения.
2. Кудинов И.Д., Сацук Е.И. Основы проектирования противоаварийного управления электроэнергетических систем: учебное пособие Юж. – Рос. гос. техн. ун-т (НПИ) / И.Д. Кудинов, Е.И. Сацук. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ). – 2013 г. – 144 с.
3. Холмский В.Г. Расчет и оптимизация режимов электрических сетей: учеб. пособие для вузов / В.Г. Холмский. – М.: Высшая школа. – 1975 г. – 280 с.
4. <http://www.enwl.co.uk/c2c> (дата обращения 20.10.2015).
5. <https://www.enwclass.nortechonline.net/data#substation-group/43> (дата обращения 20.10.2015).
6. <http://c2c.eee.strath.ac.uk/#/?location=ASHTONPK171032> (дата обращения 20.10.2015).
7. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учеб. пособие для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат. – 1989. – 608 с.
8. ГОСТ 13109-97. Качество электрической сети.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННОГО ПОЛЯ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

Здоренко Н.М., Дюмина П.С., Бессмертный В.С., Карайченцев Р.С., Чувашёва А.О.

Белгородский университет кооперации, экономики и права, Белгород, e-mail: zdnatali@yandex.ru

Известно, что высокие температуры плазменного факела формируют глазурный слой на лицевой поверхности стеновых строительных материалов [1-3]. Поэтому для изучения температурно-временного поля в мелкозернистом бетоне использовалась модифицированная широкофакельная плазменная горелка ГН-5р электродугового плазмотрона УПУ-8М при следующих параметрах работы: ток – 300А, напряжение 30В. Плазмообразующим газом служил аргон, расход которого составил 30 л/с при давлении 0,25 МПа.

Для проведения экспериментов изготавливались опытные образцы в виде кубиков 30×30×30 мм и при формовании они помещались в платино-платинородиевые термпары на расстоянии 15 мм от среза плазменной горелки, далее устанавливались на пластинчатый конвейер, скорость которого составляла 5-20 мм/с. Расстояние от среза плазменной горелки до поверхности кубика – 20 мм. После зажигания дуги измерялась температура по толщине образцов. Температура поверхности изучались с помощью оптического пирометра.