

Внедрение ЭХА-технологий для обеззараживания природных и сточных вод подтвердило, что они имеют значительные преимущества перед традиционными: высокая экономичность, высокая экологическая чистота и улучшение качества воды.

На основе результатов исследований и внедрения разработок специалистов кафедры «Водоснабжения и водоотведения» ПГУПС и НПО «ЭХА-МАГ» разработана комплексная программа обеспечения жилых поселков качественной питьевой водой и мероприятий по профилактике и оперативному воздействию на вспышки инфекционных болезней. Она основана на использовании ЭХА-технологий, других новых высокоэффективных технологий и мобильного оборудования. Данная комплексная программа включает:

- 1 *Разработку технологии и оборудования для получения дезинфицирующих растворов (аноли-та).*
- 2 *Создание оборудования для очистки воды природных источников, питьевых вод и промышленных стоков.*
- 3 *Разработку технологии и оборудования для дезинфекции помещений различного назначения, трубопроводов, резервуаров чистой воды и других объектов и сооружений.*

Реализация данной программы на железнодорожном транспорте потребует значительного времени и вложения финансовых средств. В связи с этим необходимо поэтапное ее осуществление. Внедрение даже части этой комплексной программы позволит существенно сократить вспышки и заболеваемость туберкулезом, гепатитом и другими опасными инфекционными заболеваниями, а также обеспечит надежное обеззараживание производственных и технологических помещений при их бактериальном заражении.

УДК 621.311.1: 621.314

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ РЕАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С ВЕНТИЛЯМИ

В. А. ИВЛЕВ, А. В. ВОРОНИН, С. И. МЕДВЕДЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

Экономичность и надежность работы систем транспортного электроснабжения в значительной степени определяется качеством энергии на шинах тяговых подстанций. Специфика работы тяговых сетей определяется резкопеременной нагрузкой, несимметрией токов и наличием в их составе высших гармонических. Это определяется тем, что на электрическом подвижном составе или на тяговых подстанциях применяются выпрямительные установки. Наличие выпрямительных установок и мощных однофазных нагрузок влечет за собой снижение качества энергии на шинах систем тягового электроснабжения. Для выбора рациональных методов улучшения качества электроэнергии необходимо проводить анализ электромагнитных процессов в сложных электрических сетях с вентильными элементами. Так, например, на электровозах переменного тока используются двухполупериодные схемы выпрямления со ступенчатым или плавным регулированием напряжения. На тяговых подстанциях железных дорог постоянного тока, а также на подстанциях городского электрического транспорта установлены многопульсовые трехфазные схемы выпрямления.

Расчет электромагнитных процессов в таких системах, особенно если в них применяются дополнительные устройства для улучшения качества электроэнергии или при наличии в зоне питания нескольких подвижных единиц, аналитическими методами практически невозможен. Это связано с тем, что, например, при одной подвижной единице в зоне питания электромагнитные процессы описываются двумя парами дифференциальных уравнений, связанных одним условием непрерывности тока, при двух подвижных единицах процессы описываются четырьмя, а при трех – уже восемнадцатью парами дифференциальных уравнений, связанных пятью условиями непрерывности тока и шестью условиями совместности для каждой из шести зон выпрямления. Необходимость учета распределенной емкости сети еще больше усложняет математический анализ рассматриваемых процессов.

Наиболее приемлемым методом расчета сложных цепей с вентилями является математическое моделирование. При этом аналитическая модель, как было сказано выше, описывается системами дифференциальных уравнений высоких порядков. Для решения этих уравнений удобно использовать численные методы. Весьма продуктивным является метод замены реактивных элементов активными резистивными цепями, который разработан и подробно описан в литературе. При этом расчет цепей во временном поле заменяется расчетом ряда дискретных цепей с использованием итерационных методов, происходит алгебраизация дифференциальных уравнений, т. е. вместо расчета систем дифференциальных уравнений мы используем расчет систем линейных алгебраических уравнений. При таком подходе дифференциальное уравнение, связывающее ток и напряжение на конденсаторах или катушках индуктивности, аппроксимируется соотношением, которое определяется используемым методом интегрирования. В итоге конденсаторы и катушки индуктивности заменяются эквивалентной схемой, содержащей резистор и источник тока или напряжения. При этом численные значения параметров эквивалентной схемы зависят от метода интегрирования. В качестве методов интегрирования могут применяться метод трапеций, обратной формулы Эйлера и многошаговый метод высокого порядка. Применение обратной формулы Эйлера приводит к следующему:

- расчетная электрическая цепь становится резистивной. При этом каждая катушка индуктивности заменяется резистором с сопротивлением L/h , а каждый конденсатор с проводимостью C/h ;
- источники, зависящие от решения на предыдущем шаге, подключаются параллельно резисторам с проводимостями C/h и последовательно с резисторами, имеющими сопротивление L/h .

Подобные параметры могут быть получены и для метода трапеций, и для многошаговых формул высоких порядков, но в первом случае точность расчета при остальных равных условиях недостаточна, а во втором - большая сложность и время расчета по сравнению с методом обратной формулы Эйлера. Поэтому этот метод был выбран как наиболее оптимальный для расчетов.

Однако применение напрямую этих методов для расчета цепей транспортного электроснабжения затруднительно из-за наличия в них индуктивно связанных элементов с распределенными параметрами.

Авторами разработана методика замены индуктивно связанных элементов резистивной цепью с активными элементами. Проверка данного метода с использованием вычислительных экспериментов показала хорошую сходимость результатов расчета, полученных с использованием итерационного метода и определенных классическим методом.

На кафедре электрического подвижного состава разработана математическая модель работы сложных электрических цепей, в состав которых входят реактивные элементы (индуктивности, емкости, взаимные индуктивности), равномерно распределенные вдоль тяговой сети, а также выпрямительные установки, содержащие вентильные элементы.

Неизменяющимися входными данными модели являются сведения о параметрах тяговой сети, электрического подвижного состава, а также о значении и качестве питающего напряжения. Переменными параметрами являются скорость движения подвижного состава и сопротивление движению поездов.

Откликом модели являются: графики токов и напряжений в различных элементах схемы, действующие значения токов и напряжений, значение потребленной электрической энергии, коэффициенты мощности электроустановок, гармонический состав токов и напряжений.

При помощи модели был проведен анализ электромагнитных процессов в системе электроснабжения железных дорог переменного тока, который позволил оценить работу электровоза ВЛ-80^с не только на основных позициях контроллера, но и на переходных. Сравнение полученных зависимостей со снятыми экспериментально характеристиками электровоза показали их хорошую сходимость, что говорит об адекватности разработанной модели реальным условиям. Погрешность расчета, полученная на моделях, не превышает 4 %.

Была проанализирована работа тяговой подстанции постоянного тока. При этом были получены кривые токов и напряжений в различных элементах электрической цепи, их гармонический состав, а также расход и качество энергии, которые достаточно близко совпали с результатами экспериментов, полученных на одной из тяговых подстанций предприятия городского электрического транспорта г. Гомеля. Была оценена возможность установки дополнительного блока искусственной коммутации вентилей для улучшения качества энергии на питающих шинах. Были получены внешние характеристики тяговой подстанции: $U = f(I)$, $\eta = f(I)$.

Результаты проведенных расчетов и исследований позволяют сделать выводы о том, что разработанная на кафедре электрического подвижного состава аналитическая модель расчета сложных электрических цепей с распределенными параметрами и наличием вентильных элементов отвечает требованиям адекватности и точности. Она может быть использована для анализа электромагнитных процессов в тяговых сетях железных дорог переменного и постоянного тока, а также системы электроснабжения городского электрического транспорта.

УДК 621.331

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

О. Н. КОЗМЕНКОВ, Л. С. ЛАБУНСКИЙ

Самарская государственная академия путей сообщения

В настоящее время в России в ранг государственной политики возведены требования по энергосбережению. Эти требования подкреплены соответствующими федеральными законами, постановлениями правительства и приказами по МПС РФ. На железнодорожном транспорте успешно решается проблема экономии цветных металлов в системе тягового электроснабжения, в частности, защита от вандализма проводов контактной сети, дроссельных перемычек и стыковых соединителей. Однако в системе электроснабжения нетяговых потребителей имеются резервы экономии цветных металлов, которые могут быть реализованы применением соответствующих организационных и технических решений.

Анализ книг осмотров и неисправностей некоторых дистанций электроснабжения Куйбышевской железной дороги в период с 1985 по 2002 гг. показал, что наибольшее число отказов в системе электроснабжения нетяговых потребителей происходит на станциях, вблизи которых находится жилой сектор или другие посторонние потребители. При дальнейшем анализе было выявлено, что наибольшее количество повреждений происходит в линиях 0,4 кВ и в устройствах, связанных с этими линиями. При этом наиболее часто наблюдается обрыв кабелей вследствие нарушения контакта в местах соединений с воздушной линией («перчатке») и кабельных муфтах, а воздушных линий – в местах нестандартных соединений (скруток).

Такие неисправности возникают в связи с большой токовой нагрузкой этих линий. Контактные соединения подвергаются воздействию тока нагрузки, величина которого изменяется в весьма широких пределах. Это приводит к тому, что контактные соединения проводов и кабелей циклически нагреваются и охлаждаются. По действующим нормам кратковременный нагрев жил проводов и кабелей допускается до 150 °С при резиновой или поливинилхлоридной изоляции и до 200 °С – при бумажной. Однако при таких температурах из изоляции могут выделяться едкие газы и пары, содержащие кислоты и щелочи. Контактные соединения под их воздействием разрушаются, что приводит к отказу системы электроснабжения. Ремонт контактных соединений приводит к повышенному расходу цветных металлов. Анализ книг осмотров и неисправностей также показал, что неисправности контактных соединений повторяются из года в год на одних и тех же местах.

Материалом для изготовления токопроводящих жил изолированных проводов и кабелей служит алюминий. Алюминий обладает некоторыми физико-механическими свойствами, которые вызывают затруднения при выполнении контактных соединений. Алюминий в воздухе окисляется, и на его поверхности появляется пленка окиси, которая обладает большой твердостью и значительным электрическим сопротивлением.

Алюминий также обладает низким пределом текучести. Это означает, что алюминий, находящийся под давлением, большим определенной величины, начинает как бы течь из области с большим давлением в соседние области, находящиеся под меньшим давлением. Если алюминиевое контактное соединение чрезмерно затянуть, то с течением времени соединение ослабнет. Доступ воздуха и влаги к контактным поверхностям усиливает коррозию алюминия и ускоряет процесс разрушения контактного соединения. Такой доступ возможен, например, при точечном повреждении изоляции кабельной муфты из-за выделяющихся при перегреве изоляции едких газов.