

ми элементами, как свинец, медь, цинк, кадмий и хром; металлическая пыль тормозных накладок, резина автомобильных шин.

Одним из способов снижения негативного воздействия загрязненных поверхностных стоков с автомобильных дорог на прилегающую территорию и водные объекты является своевременный организованный сбор поверхностных сточных вод в систему водоотвода с их последующей очисткой. Работа очистных сооружений будет эффективна лишь в случае соответствия проектных и фактических качественных и количественных характеристик поверхностных сточных вод. На территории Республики Беларусь исследования загрязненности поверхностных сточных вод с автомобильных дорог и мостов не проводились. В России имеющиеся результаты исследований химического состава дождевых и талых сточных вод с территории автомобильных дорог Московской области выполнены ГП «РОСДОРНИИ» еще в прошлом веке. Незначительность и давность исследований не позволяет учитывать специфические особенности этих вод при проектировании, строительстве и эксплуатации сетей дождевой канализации и очистных сооружений, а также осуществлять оценку количества загрязняющих веществ, выносимых в составе поверхностных сточных вод с территорий автомобильных дорог и мостов на экологическое состояние природных водных объектов.

До сих пор в Республике Беларусь степень загрязнения поверхностных сточных вод автомобильных дорог и мостов не определена и не регламентируется количественно в нормативных документах влияние загрязнения от этих техногенных объектов на окружающую среду, что делает невозможным контроль загрязнения стоков природоохранными организациями. Поэтому решение данной проблемы возможно только после разработки нормативных документов, регламентирующих степень очистки поверхностных сточных вод мостов и автомобильных дорог.

Выдвинута гипотеза, что при снижении концентраций загрязняющих веществ по ходу дождя существует «точка перелома», или определенный предел, после которого концентрации загрязняющих веществ в поверхностном стоке принимают сравнительно небольшие и устойчивые значения, сопоставимые с концентрациями в выпадающих осадках. Помимо климатических условий и загрязненности выпадающих осадков на формирование качества поверхностных сточных вод с мостов автомобильных дорог оказывают влияние тип дорожно-покрытия, категория автомобильной дороги, интенсивность и скорость движения транспорта. Эти факторы предполагается учесть при определении «точки перелома», на что будут направлены дальнейшие экспериментальные исследования с отбором проб дождевых и талых сточных вод с мостов автомобильных дорог Республики Беларусь.

УДК 656.132.6

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

*Н. А. ОЛЕШКЕВИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Использование компьютерного моделирования позволяет получать качественно новые результаты в области имитации движения электрического подвижного состава, выявлять рациональные методы управления подвижным составом, позволяющие при фиксированном объеме выполненной транспортной работы существенно экономить электрическую энергию. Простота в использовании и доступность готовых программных продуктов для моделирования значительно расширили круг пользователей, способных выполнять значительный объем сложных вычислений, не имея специальной подготовки и не привлекая для этого дорогостоящее оборудование и персонал, а также не расходуя дорогие энергоресурсы. Поэтому качество выдаваемых результатов, адекватность модели является важной частью процесса создания точных имитаций.

Существующие математические модели, позволяющие производить подробные тяговые и электрические расчеты, не учитывают в своих алгоритмах взаимное влияние соседних подвижных единиц. Однако, как показали многочисленные натурные эксперименты, проводимые сотрудниками кафедры «ЭПС» БелГУТа, взаимное уменьшение питающего напряжения в контактной сети от токов подвижного состава в значительной степени влияет на параметры тяговых электродвигателей всех подвижных единиц, участвующих в процессе движения, и, как следствие, в целом на адекватность имитационного моделирования электрической тяги. В зависимости от загруженности участка, как показали исследования, ошибка может достигать 10 %.

При выполнении проектов, требующих максимальной точности вычислений, естественно, желательно свести к минимуму все ошибки и влияние различных случайных факторов. Поэтому, в имитационной модели работы участка электроснабжения постоянного тока электрического транспорта автор программы предусмотрел учет такого влияния, как на подвижные единицы, движущиеся в прямом и во встречном направлениях.

Для реализации такого подхода необходимо предварительно определить электрические параметры контактной сети, а также потребление энергии подвижными единицами во всех ключевых точках профиля. Расчет параметров контактной сети состоит из двух частей: ввод параметров, которые известны на стадии проектирования, и расчет параметров, вычисляемых в процессе моделирования. Первая часть этих параметров определяется типом контактной сети и условий её эксплуатации, т.е. не определяется в процессе моделирования непосредственно, а является исходными данными. Вторая часть параметров, таких как длина плеча до подвижной единицы, количество перемычек до или после подвижной единицы, постоянно меняются и требуют специальных методов решения.

Как показал анализ литературных источников, существует ряд математических методов решения поставленной задачи. Один из них – составление мгновенных электрических схем, с последующим их решением в обычном порядке. Данный метод был выбран авторам из-за своей относительной простоты и приемлемой точности результатов. Рассматриваемый подход предлагает анализ всего профиля пути, разделения его на участки, а также деления контактной сети на фидерные зоны, уточнения количества движущихся подвижных единиц на каждой из них, с последующим формированием электрических мгновенных схем через определенные моменты времени. Точность расчетов, а в итоге, и адекватность всей имитационной модели, зависит от количества этих мгновенных схем, их корректности.

Мгновенные схемы, или как их еще можно назвать – временные срезы, составляются один раз после выполнения полного тягового расчета, вычисления общего модельного времени  $T_m$ , а также всех потребленных токов всеми подвижными единицами за это время. Решая известными методами простые электрические схемы, можно получить значения всех напряжений и токов в интересующих исследователя точках. По полученным данным представляется возможным корректировка напряжения в питающей контактной сети, а следовательно, и корректировка тягового усилия, которое в данной ситуации способно развить конкретная подвижная единица.

Повторный тяговый расчет, который необходим после корректировки удельных тяговых усилий, осуществляется в программе автоматически и обеспечивает большую точность по сравнению с рядовыми методами расчета электрической тяги. Для подтверждения адекватности предлагаемой модели были проведены натурные испытания на действующем участке тяговой сети, при выполнении которых были определены статистические характеристики напряжения и токов в узлах тяговой сети. Сравнение результатов экспериментов и моделирования подтвердили адекватность предлагаемой модели. Разработанная методика расчета в полной мере учитывает неравномерность движения подвижных единиц, их взаимное влияние друг на друга и на другие параметры тяговой сети. С использованием предлагаемых методик расчета для некоторых участков были определены графики нагрузки фидеров тяговых подстанций, уровень напряжения на их шинах, а также на токоприемниках подвижного состава.

УДК 621.311:614.841.345.6

## ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФОРМА СОХРАННОСТИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ГОСУДАРСТВА

*И. П. СМОЛЯКОВА, Е. А. СТРОКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В наш обиход регулярно входят слова – нанотехнологии, инновации, частно-государственное партнёрство... Энергосбережение – из их числа. Но понимаем ли мы, что это значит? Само по себе энергосбережение не является самоцелью. Никто сейчас не ставит задачу сберечь энергию любой ценой. Это было бы равносильно призыву к прекращению развития человечества. Кроме того, с философской точки зрения, энергия – "...общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи. Энергия не возникает из ничего и не исчезает, она может только переходить из одной формы в другую". То есть энергия подчиняется закону сохранения, а следовательно, ее нельзя сберечь. Тем не менее, в мировой практике понятие «энергосбережение» используется достаточно широко, однако в более широком смысле. Например, снижение удельного расхода твердого топлива для производства 1 кВт.ч электроэнергии приводит к сохранению топлива в недрах земли, и его можно использовать для этой же цели в более отдаленной перспективе, тем самым этот энергоресурс сохраняется на определенный период времени.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла (научная разработка, проектирование, строительство и эксплуатация). Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия. Систему предотвращения пожара составляет комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных