

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ УЧАСТКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Н. А. ОЛЕШКЕВИЧ, А. В. ЯЦУХНО

Белорусский государственный университет транспорта

Участок электроснабжения городского электрического транспорта (ГЭТ) представляет собой сложную систему, включающую в себя тяговые подстанции (ТП), контактную сеть (КС), электрический подвижной состав (ЭПС) и питающие фидеры. Нагрузка ТП характеризуется большой скоростью изменения токов во времени, наличием гармонических составляющих в питающих фидерах и зависит в значительной степени от числа единиц ЭПС в зоне питания ТП, их параметров и его наполняемости. Все эти величины зависят от многих факторов и являются случайными, поэтому расчет системы электроснабжения представляет собой стохастическую задачу. Наиболее удобным методом ее решения является математическое моделирование.

Модель участка электроснабжения ГЭТ характеризуется некоторыми константами, также рядом параметров, которые изменяются во времени по случайному закону. К константам, характеризующим основные свойства модели, могут быть отнесены: сведения о параметрах системы внешнего электроснабжения ТП, сведения о параметрах КС, план и продольный профиль участка, характеристики ПС.

Переменными входными величинами являются число единиц ПС в зоне питания тяговой подстанции, суточный график движения ПС, наполняемость ПС, условия движения ПС.

На выходе модели предполагается получить следующие зависимости: графики токов ТП, уровень напряжения на токоприемниках ЭПС, расход активной и реактивной энергии на движение поездов, статистические характеристики токов и напряжений различных элементов системы электроснабжения.

Неизменяющиеся параметры модели могут быть получены из справочных данных и должны включать в себя: сведения об уровне напряжения питающих центров, мощности короткого замыкания на их шинах, типов и длин кабелей питающих фидеров. Кроме того, необходимо иметь значения параметров выпрямительных агрегатов ТП, проводов контактной подвески (их тип и длина) и сведения о параметрах ПС.

Наиболее важными переменными параметрами являются графики движения. На кафедре «Электрический подвижной состав» БелГУТа накоплен определенный статистический материал о графиках движения подвижных единиц ГЭТ на некоторых перегонах, которые получены при помощи натурных измерений. Измерения производилось в часы максимума нагрузок на 15 остановочных пунктах. Кроме того, сотрудниками кафедры были получены суточные графики нагрузки на питающих фидерах тяговой подстанции № 3, обслуживающей наиболее загруженный участок троллейбусной сети г. Гомеля. Также при помощи натурных измерений были получены графики пассажиропотоков проектируемой новой троллейбусной линии г. Гомеля. Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. График пассажиропотоков имеет два ярко выраженных максимума: утренний – с 7:30 до 9:00 часов и вечерний – с 16:00 до 18:00 часов. Исследование графиков нагрузки подстанции показало, что они содержат максимумы потребления электроэнергии в то же время, что и пассажиропотоки. Полученные результаты и учет специфики работы ГЭТ позволяют утверждать, что принципы построения моделей движения поездов, используемых для железных дорог, не могут быть использованы для моделирования работы ГЭТ.

Полученные экспериментальные результаты были использованы для проверки адекватности компьютерной модели, использующей адаптированные методы имитационного моделирования для поездов ГЭТ. В данной программе были использованы принципы построения графика движения, которые не учитывали наличия неравномерности пассажиропотоков.

Исходя из этого, необходима разработка новых методов построения имитационной модели. Исследования результатов работы модели с данными эксперимента показали адекватность программы при работе в часы максимума нагрузок с использованием случайного графика движения поездов. Модель полностью адекватна реальным условиям при использовании детерминированных графика-

ков движения. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что имитационная модель работы участка электроснабжения ГЭТ вполне применима для проектирования вновь строящихся линий ГЭТ, а также для анализа работы существующих участков ГЭТ. При этом основными входными параметрами модели должны быть детерминированные графики движения ПЕ, графики их наполняемости, которые могут быть построены по предполагаемым суточным графикам пассажиропотока.

Имитационная модель работы участка ГЭТ позволяет получить на выходе графики нагрузки тяговых подстанций, параметры качества энергии на их шинах, качество энергии на приемниках подвижного состава, статистические характеристики нагрузки различных элементов тяговой сети.

Результаты расчета, полученные на этой модели, были использованы работниками КУП института «Гомельгражданпроект» при проектировании новой троллейбусной линии в г. Гомеле.

УДК 621.332.3

О СОГЛАСОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ ТОКОПРИЕМНИКОВ И КОНТАКТНОЙ ПОДВЕСКИ

М. Е. ПАВЛИЧЕНКО

Уральский государственный университет путей сообщения

Считается, что для обеспечения качественного токосъема контактная подвеска должна обладать следующими свойствами: минимальное изменение жесткости по длине пролета; стрела провеса контактного провода позволяет получить траекторию токоприемника, наиболее близкую к прямой; возникающие колебания имеют небольшую амплитуду и быстро затухают; минимально число жестких точек и сосредоточенных масс; подвеска обладает высокой ветроустойчивостью. Попробуем проанализировать данные требования.

Минимизация изменения жесткости по длине пролета требует или уменьшения длины пролета, или применения сложных поддерживающих конструкций, что приведет к усложнению и удорожанию подвески. Считается, что подпорный узел с рессорной струной является более прогрессивным на том основании, что при этом коэффициент жесткости ближе к единице, что должно обеспечить более высокие скорости движения ЭПС. Однако в 1990 году во Франции был установлен рекорд скорости 515,3 км/ч на контактной подвеске с простыми смещенными опорными струнами, в Японии в 1996 году была достигнута скорость 443 км/ч на двойной контактной подвеске с простыми смещенными струнами. Предположим, что первое вышеупомянутое требование сформулировано не совсем точно.

Теперь второе требование – про траекторию. Для снижения износа контактирующих элементов более важным является стабильное контактное нажатие, а связь между прямолинейностью траектории точки контакта и неизменным контактным нажатием не столь очевидна.

Остальные требования, на взгляд автора, являются бесспорными.

Со стороны токоприемника влияют в основном следующие параметры: материал контактных элементов полоза, величина приведенной массы токоприемника, величина статического нажатия, аэродинамическая подъемная сила, эластичность верхнего узла (кареток), ширина полоза.

Отметим, что в требованиях к токоприемнику не упомянуты параметры контактной сети. Однако для согласованной работы двух взаимодействующих конструкций было бы логично предположить, что и параметры этих конструкций должны быть также согласованы.

Можно предположить, что качественный токосъем будет достигнут при выполнении следующих требований:

- изменение эластичности контактной подвески по длине пролета происходит плавно, в зависимости от отклонения провода от оси пути;
- изменение эластичности контактной подвески согласовано с величиной стрелы провеса контактного провода по величине и форме;
- подвеска ветроустойчива;