

древесных вкладышей при этом снижается на  $D_{H_2O} = 8 \dots 9\%$  за счет удаленной влаги. При таких же температурно-временных режимах происходит пропитка древесных вкладышей в горячей ванне. Нами установлено, что этот способ позволяет достигнуть степени наполнения СМ  $i = 11 \dots 13\%$ .

Для дальнейшего глубокого заполнения капиллярно-сосудистой системы древесины загущенным смазочным материалом необходимо снизить его вязкость в пропиточной «холодной» ванне и приложить дополнительное давление для внедрения СМ вглубь древесного вкладыша ТПД. Для решения этой задачи было предложено использовать способ термоконтрастных ванн. Его сущность заключается в следующем. Нагретый в горячей ванне древесный вкладыш в стальной цилиндрической обойме помещается во вторую ванну с холодным СМ. При охлаждении древесины паровоздушная смесь в капиллярно-сосудистой системе уменьшается в объеме и образуется вакуум, который и заполняется СМ. Это способствует глубокому заполнению СМ полостей в древесине ТПД. Применение способа термоконтрастных ванн позволяет повысить степень наполнения древесных вкладышей загущенным СМ до  $i = 35 \dots 37\%$ . Снижение вязкости СМ достигается за счет теплообмена между ним и стальной цилиндрической обоймой и древесным вкладышем, нагретых до температуры  $t = 130 \pm 5^\circ\text{C}$ . Таким образом, вокруг цилиндрической обоймы СМ подплавляется и благодаря образовавшемуся вакууму заполняет полости капиллярно-сосудистой системы древесины.

Расчеты, выполненные для древесины ТПД, показывают, что СМ занимает  $g = 18 \dots 20\%$  объема полостей капиллярно-сосудистой системы древесного вкладыша при использовании способа горячей ванны и  $g = 60 \dots 65\%$  – при применении термоконтрастных ванн, т. е. наполнение древесного вкладыша СМ увеличивается в 3 раза. Расчетные данные подтверждаются данными лазерной микроскопии поверхности древесины, пропитанной по способу термоконтрастных ванн. Они показывают, что сосуды и капилляры достаточно равномерно заполнены СМ. Глубина проникновения лазерного луча в непропитанной древесине составила  $h = 125 \pm 10$  мкм, а в пропитанной –  $h = 25 \pm 5$  мкм, т. е. снизилась в 5 раз по сравнению с натуральной древесиной.

Применение способа термоконтрастных ванн для пропитки древесины ТПД определяет необходимость изучения зависимости ее степени наполнения  $i$  СМ от концентрации полимерной присадки во второй, «холодной» ванне.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что при увеличении концентрации от 0,1 до 1 % мас степень наполнения снижается с 37 до 35 %, тогда как при пропитке в чистом минеральном масле МС-20  $i = 41\%$ .

Исследованиями установлено:

1 Пропитка СМ древесных вкладышей ТПД в горячих ваннах обеспечивает степень наполнения  $i = 12 \dots 15\%$ .

2 Насыщение капиллярно-сосудистой системы реализуется наиболее полно при использовании способа термоконтрастных ванн.

3 Применение способа термоконтрастных ванн позволяет увеличить степень наполнения загущенным СМ древесных вкладышей ТПД в 3 раза и достигнуть значения  $i = 35 \dots 37\%$ .

УДК 621.331:621.311

## К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОТОР-ВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

*В. С. МОГИЛА, К. Р. БОЙКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта*

*В. Н. ПОЛИЩУК*

*Белорусская железная дорога*

В данное время на электрифицированных участках Белорусской железной дороги пригородные пассажирские перевозки осуществляются электропоездами переменного тока ЭР9.

За основную поездную единицу принят 10-вагонный электропоезд, состоящий из двух головных, пяти моторных и трех прицепных вагонов. Однако поезд можно формировать из 4, 6, 8 и 12 вагонов. Количество моторных вагонов всегда должно равняться сумме головных и прицепных, т. е. должны быть сформированы секции моторный – головной или моторный – прицепной. Это связано с особенностями питания схем собственных нужд, управления и отопления.

Авторами ведется большая работа по исследованию режимов движения электропоезда ЭР9. Для исследований использовалось большое количество экспериментальных, расчетных и статистических данных:



- показание счетчиков электроэнергии, установленных непосредственно на моторных секциях. Данные снимались на поездах разной составности в различных направлениях Белорусской ж. д.;
- показание счетчиков электроэнергии, установленных на тяговых подстанциях по пути движения электропоездов;
- результаты электрических и тяговых расчетов, полученных с помощью программ для ПЭВМ;
- данные с книги неплановых ремонтов мотор-вагонного ЭПС за четыре года;
- обработанные данные с программы «Регистратор режимов движения и автоведения поезда».

Как показали исследования, эксплуатация электропоездов с пятью моторными вагонами в составе в условиях Беларуси не всегда рациональна. Расчеты и эксперименты, проведенные авторами, показали, что в составах с отключенными моторными вагонами значительно снижается расход электроэнергии.

Одним из важнейших вопросов, возникающим после изменения составности электропоезда, является вопрос о перераспределении нагрузки от отключенного моторного вагона или замены его прицепным на оставшиеся моторные вагоны в составе.

Для определения нагрузки необходимо пересчитать основное удельное сопротивление движению для электропоезда в зависимости от количества отключенных моторных вагонов и составить математическую модель. Математическая модель была составлена на основе второго и третьего законов Ньютона. Расчеты показали, что силы в составе распределяются пропорционально массе вагонов. Результаты расчета и экспериментальные данные позволили сделать вывод, что основная нагрузка приходится на моторные вагоны, находящиеся в середине состава, т. е. третий и четвертый (при существующем формировании состава из пяти секций). При замене одного из моторного вагона на прицепной распределение нагрузки происходит более равномерно по всем оставшимся моторным вагонам и не приводит к их перегрузке. Более рациональной схемой формирования состава явилась схема с заменой третьего моторного вагона на прицепной.

Так, при замене моторного вагона прицепным уменьшение расхода электроэнергии может достигать 5 %, при замене двух – 7 %, при отключении одного моторного вагона расход электроэнергии уменьшается в среднем на 2 %. При этом отключение моторных вагонов позволяет уменьшить потери в электрооборудовании и электрических машинах, связанные с их КПД.

Из приведенных выше результатов работы видно, что значительную экономию электроэнергии можно достичь при изменении схемы питания и замены отключенного моторного вагона на прицепной.

УДК 656.132.6:629.113.62

## **МОДЕЛЬ РАБОТЫ УЧАСТКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА**

*В. С. МОГИЛА, Н. П. ВОЛКОВ, В. А. ИВЛЕВ, Т. В. ИВЛЕВА  
Белорусский государственный университет транспорта*

Участок электроснабжения городского электрического транспорта (ГЭТ) представляет сложную систему, включающую в себя тяговые подстанции (ТП), контактную сеть (КС), питающие фидеры и электрический подвижной состав (ЭПС). 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 наполняемости. Все эти величины зависят от многих факторов и являются случайными величинами. Поэтому расчет системы электроснабжения представляет собой стохастическую задачу. Любые обследования ГЭТ весьма трудоемки, не всегда осуществимы и не могут носить массового характера из-за значительных материальных затрат. В связи с этим более приемлемым вариантом исследования является имитационное моделирование.

На кафедре «Электроподвижной состав» создана имитационная модель участка электроснабжения ГЭТ. Эта имитационная модель состоит из блоков: «тяговые расчеты», «графики движения», «электроснабжение» и «моделирование».

Исходными данными для блока «тяговые расчеты» (рисунок 1) являются: параметры подвижного состава, движущегося по участку (тип, масса с учетом наполнения салона, тяговые и скоростные характеристики и т. д.); профиль участка; ограничения скорости движения по участку; количество, время и расположение остановочных пунктов. Блок тяговых расчетов оптимизирован по критерию минимального потребления электроэнергии при движении по участку. Выходными параметрами этого блока являются кривые тока, времени и скорости в зависимости от пути для прямого и обратного направлений.

Исходными данными для блока «графики движения» (рисунок 2) являются случайный или детерминированный графики движения, а выходными параметрами – интервалы попутного следования для всех подвижных единиц, движущихся как в прямом, так и обратном направлениях.