

2 БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

УДК 629.432

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ РАСЧЕТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА МЕТРОПОЛИТЕНА

О. С. АНАНЬЕВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Многообразие типов электрического подвижного состава (ЭПС) делает затруднительным создание универсальных аналитических методов решения этих задач. Не менее разнообразны схемы и конструкции систем тягового электроснабжения (СТЭ), обеспечивающие передачу электрической энергии от районных источников питания к ЭПС, что приводит к более сложному решению поставленных задач за счет необходимости учета электромагнитных и электромеханических процессов при совместной работе ЭПС и СТЭ. Серьезным препятствием к созданию аналитических методов расчета является случайный характер числа и времени появления поездов в зоне питания, а также уровня потребления электроэнергии ими из контактной сети. Решение этой важной практической задачи возможно путем имитационного моделирования совместной работы ЭПС и СТЭ метрополитена.

На кафедре «Локомотивы» Белорусского государственного университета транспорта была разработана математическая имитационная модель, которая позволяет учитывать начальные условия работы различных узлов СТЭ в зависимости от поездной ситуации на участке. Имитационная модель позволит решить следующие задачи:

- произвести тяговый расчет, результатом которого являются зависимость скорости движения подвижного состава от пути, времени хода поезда от пути и кривые потребляемого тока;
- выполнить электрические расчеты, которые позволят получить график нагрузки различных элементов тяговой сети: фидеров питания контактной сети и тяговых подстанций, значения напряжения между условной нулевой точкой схемы и различными узлами схемы;
- определить расход электроэнергии на тягу, а также потери электроэнергии в тяговых сетях.

Для проверки адекватности имитационной модели проведен эксперимент на первой линии Минского метрополитена по методике, разработанной автором.

Для подтверждения адекватности производства тяговых расчетов было необходимо по разработанной модели произвести математический расчет и сравнить его с данными, полученными в ходе эксперимента для одинаковых участков. Для расчета был взят участок Площадь Ленина – Академия наук, т.к. он является наиболее загруженным.

При проведении экспериментальных исследований были получены данные по интервалам попутного следования поездов, интервалам стоянки на станциях и в тупиках при работе в часы «пик».

По результатам исследований указанных выше времен были построены гистограммы распределения исследуемых величин, рассчитаны характеристики случайных величин и подобраны законы их распределения.

По результатам статистической обработки полученных данных подобраны законы распределения исследуемых случайных величин (таблица 1).

Таблица 1 – Законы распределения исследуемых случайных величин

Наименование случайной величины	Закон распределения	Параметры закона распределения		Критерий Колмогорова–Смирнова (<i>P-value</i>)
Интервалы попутного следования	Наибольших предельных величин (<i>Largest Extreme Value</i>)	<i>mode</i> 114,4	<i>scale</i> 16,0	0,33
Время стоянки на промежуточных станциях	Обратное распределение Гаусса (<i>Inverse Gaussian</i>)	<i>mean</i> 39,5	<i>scale</i> 33,7	0,61
Время стоянки в тупиках		<i>mean</i> 32,7	<i>scale</i> 2,3	0,77

Для проверки адекватности имитационной математической модели расчетов электрических параметров СТЭ метрополитена необходимо сравнить статистические характеристики, полученные при натурном (по результатам измерений) и математическом (по результатам моделирования) экспериментах.

Был взят график токовой нагрузки тяговых агрегатов тяговой подстанции на шинах 825 В в часы «пик». При исследованиях измерялась активная мощность тяговой нагрузки по стороне 10 кВ со временем усреднения 3 с. Мощность была пересчитана на сторону 825 В с учетом потерь холостого хода и нагрузочных потерь тяговых агрегатов.

По результатам сравнения данных при моделировании и в ходе эксперимента можно сделать вывод, что погрешность результатов расчета не превышает 5%, что говорит о адекватности описания процессов.

УДК 621.891

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ РОЛИКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА ЗВЕНЬЕВОГО ПУТЕУКЛАДЧИКА

М. В. АНИКЕЕВА, В. И. ВРУБЛЕВСКАЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Республика Беларусь располагает мощной транспортной системой, основу которой составляет железнодорожный транспорт. Проблема обеспечения безопасности и надежности подвижного состава на железной дороге всегда актуальна.

При капитальном ремонте пути и строительстве новых железных дорог используется звеньевой путеукладчик (укладочный поезд) – это комплект машин и оборудования для транспортировки и укладки путевых звеньев. Роликовый транспортер звеньевого путеукладчика эксплуатируется на открытом воздухе и при действии высоких динамических нагрузок.

При эксплуатации часто выходят из строя узлы трения роликового транспортера из-за заклинивания шарикоподшипников № 409, что иногда приводит к разрыву тросов лебедки, износу и поломке роликов, вследствие чего происходит несвоевременное окончание работ, изменение графика движения поездов. При переводе узла трения с шарикоподшипников на взаимозаменяемый подшипник скольжения самосмазывающийся, представляющий собой удлиненную втулку из древесины торцово-прессового деформирования (ПСС ТПД), последняя запрессована в корпус 8 и обеспечивает уменьшение давления, позволяет упростить сборку и разборку узла трения, повысить надежность и увеличить в 2–4 раза долговечность по сравнению с подшипниками качения.

Для совершенствования конструкции узла трения роликоопоры предложено использовать ПСС ТПД с внутренним кольцом. При износе внутреннего кольца производится его замена, а ось остается без повреждений. Проблема повышения износостойкости узла трения может быть решена путем изготовления внутреннего кольца из различных марок сталей, упрочненных методами термической и химико-термической обработки. Сочетание различных материалов и видов обработки позволит увеличить твердость контактной поверхности и соответственно износостойкость узла трения. Поэтому рациональный выбор стали и метода упрочнения для изготовления внутреннего кольца снизит затраты на ремонт и восстановление роликоопор звеньевого путеукладчика.

Для испытаний пары трения «сталь – вкладыш ТПД» на износ использовалась машина трения 2070 СМТ-1 при различных давлениях $p = 1...10$ МПа и скоростях скольжения $v = 0,25; 0,5$ м/с. Эксперименты проводились по схеме «ролик – частичный вкладыш».

Ролики из стали 45, 45Х обрабатывались объемной закалкой при температуре нагрева $T_n = 820$ °С с охлаждением в масле и последующим низким отпуском при температуре нагрева $T_n = 200$ °С в течение $t = 2$ часов. Ролики из Стали 18ХГТ подвергались цементации при температуре нагрева $T_n = 940$ °С и времени выдержки $t = 7$ часов, закалка при температуре нагрева $T_n = 840$ °С, низкий отпуск при температуре нагрева $T_n = 200$ °С в течение $t = 2$ часов.

Определение износа вкладышей ТПД, работающих с роликами из различных марок сталей, производилось весовым методом.