

# 1 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

УДК 629.4

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНЫХ ПОДВЕСОК С ТОКОПРИЕМНИКАМИ

Н. Б. АДИЛОВ

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, Республика Узбекистан

При исследовании контактных подвесок и токоприемников для высоких скоростей движения поездов необходимо оценивать качество токосъема при различных вариантах исполнения взаимодействующих конструкций, чтобы правильно выбрать их оптимальные параметры. Для этого нужно или строить траектории токоприемников и кривые их контактных нажатий, или определять экстремальные значения вертикальных перемещений точки контакта полоза токоприемника с контактным проводом и контактных нажатий, вызывающих эти перемещения, а иногда только устанавливать возможность отрыва полоза токоприемника от контактного провода. Расчеты по статической методике не могут обеспечить решение таких задач; для этого необходимо учесть динамику взаимодействия контактной подвески с токоприемниками в процессе токосъема.

В связи с ростом скоростей движения поездов расчеты, учитывающие динамику, приобретают все большее значение. Основная цель таких расчетов – обеспечение высокого качества токосъема путем стабилизации контактного нажатия каждого из участвующих в процессе токосъема токоприемника около оптимального уровня. Это приведет к снижению износа контактных проводов и токосъемных пластин, а также к уменьшению помех радиоприему, возникающих при искрении и отрывах токоприемников.

Взаимодействие контактной подвески с токоприемниками представляет собой очень сложный колебательный процесс, в котором участвуют разнородные колебательные системы: две из них с распределенными параметрами (железнодорожный путь и контактная подвеска) и несколько систем с условно сосредоточенными параметрами (локомотивы с токоприемниками). Таким образом, интересующие нас точки контакта полозов токоприемников с контактным проводом совершают колебания, обусловленные параметрическим возбуждением со стороны контактной подвески вследствие периодического изменения ее параметров, а со стороны локомотива – воздействием колеблющихся токоприемников, на основании которых передаются колебания пути и электроподвижного состава. Кроме того, вдоль контактной подвески в обе стороны от точки приложения контактного нажатия каждого из токоприемников распространяются волны колебаний, влияющие на взаимодействие подвески с другими токоприемниками. Сказанное можно пояснить схемой, приведенной на рисунке 1, для случая, когда один токоприемник движется со скоростью и в направлении, указанном верхней стрелкой.

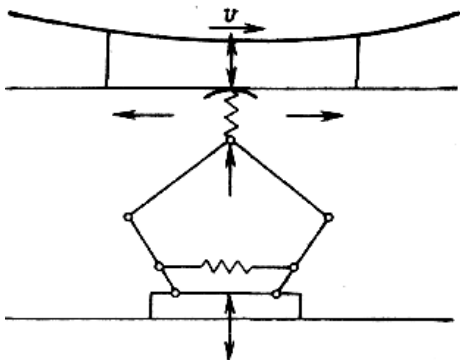


Рисунок 1 – Схема, поясняющая взаимодействие токоприемника с контактной подвеской

Методы исследований взаимодействия контактной подвески с токоприемниками можно разделить на аналитические, моделирующие и экспериментальные. Такое разделение весьма условно, так как все эти методы тесно связаны. Результаты расчетов аналитическим или моделирующим методом не могут быть достоверными без экспериментального подтверждения, а моделирующие и экспериментальные методы должны базироваться на определенных теоретических предпосылках. Аналитические методы можно разделить на две основные группы: учитывающие и не учитывающие динамические процессы; моделирование может быть физическим и математическим (с помощью универсальных ЭВМ и на специально разработанных электроаналоговых установках); эксперименты проводят либо в лабораторных условиях, либо на действующих линиях или на специальных полигонах. Для проектирования контактной сети основной интерес представляют ана-

литические методы исследований. Принципиально возможно на стадии проектирования использовать специальные электроаналоговые установки, в которых моделировался бы процесс взаимодействия контактной подвески с токоприемниками. Однако подобных установок нет, и поэтому обычно используют только аналитические методы расчетов, учитывающие динамические процессы.

Расчеты, учитывающие динамику, можно базировать на результатах анализа процессов, возникающих при токосъеме, принимая их детерминированными или случайными. И в том, и в другом случае развитие методик расчета идет по различным путям в зависимости от того, учитывается или не учитывается распространение колебаний вдоль контактной подвески. Не менее важен учет влияния на токосъем колебаний пути и локомотива. Воздействия этих колебаний, а также ветра (действие его допустимо учитывать совместно с аэродинамическими силами) всегда являются случайными. Можно считать случайными и некоторые другие факторы, например кривые провисания контактных проводов, натяжения проводов подвески и т.д. Поэтому исследования динамики взаимодействия контактной подвески с токоприемниками методами теории вероятностей являются более строгими. Однако учет случайных явлений существенно усложняет решение поставленной задачи. Поэтому в первую очередь были разработаны методики расчетов взаимодействия контактной подвески с токоприемниками, базирующиеся на анализе детерминированных процессов.

В большинстве современных методик расчета, разработанных в различных странах, не принимается во внимание распространение волн колебаний в обе стороны от точки контакта вдоль контактной подвески. Такие методики применяют лишь для расчетов взаимодействия контактной подвески с одним токоприемником. При взаимодействии же контактной подвески с несколькими работающими одновременно токоприемниками без учета распространения колебаний вдоль контактной подвески точно решить задачу нельзя. Влияние на процесс токосъема колебаний локомотива необходимо учитывать, так как иначе результаты расчетов могут существенно разойтись с действительными перемещениями или нажатиями.

Из сказанного следует, что решить поставленную задачу аналитически на основе анализа детерминированных процессов достаточно трудно. Колебания даже одиночного провода описываются дифференциальными уравнениями в частных производных четвертого порядка со сложными граничными условиями. Колебания каждого из токоприемников должны быть представлены обыкновенными нелинейными дифференциальными уравнениями, которые нужно решать совместно с уравнением колебаний контактной подвески и уравнениями, описывающими колебания крыши локомотива. Последние происходят с переменной амплитудой и спектром частот, зависящими от типа локомотива, состояния пути, скорости движения. Колебательная система, в которой учтены все участвующие в процессе токосъема компоненты, обладает бесконечным числом степеней свободы. Все это делает практически невозможным аналитические решения систем таких уравнений без принятия каких-либо упрощающих допущений. Однако каждое из вводимых допущений должно быть тщательно обосновано. Критерием приемлемости тех или иных допущений является соответствие результатов аналитических расчетов экспериментальным данным с достаточной для практических целей точностью.

#### Список литературы

- 1 **Инсапов, Д. М.** Методика расчета траекторий движения элементов токоприемника / Д. М. Инсапов // Материалы Республиканской НТК с участием зарубежных ученых (6–7 декабря 2005 г.). – 2005.
- 2 **Фрайфельд, А. В.** Проектирование контактной сети / А. В. Фрайфельд, Г. Н. Брод. – М. : Маршрут, 2003.

УДК 621.311:625.42

### **ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С НАКОПИТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

*О. С. АНАНЬЕВА, В. Н. ПОДОЛЬСКАЯ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

За последние годы в результате увеличения спроса на грузо- и пассажироперевозки, а также роста цен на энергоносители приоритетной задачей всех развитых стран мира является решение про-