

Исследование контактной подвески по силам взаимодействия токоприемника и контактного провода

Значительные колебания сил, возникающих при взаимодействии токоприемника и контактного провода, обуславливают неустойчивость токосъема, поэтому для лучшего понимания процесса токосъема важно измерить и оценить силу прижатия токоприемника к контактному проводу (контактную силу). На форму волны колебаний силы прижатия оказывают влияние характеристики вовлеченных в токосъем конструктивных элементов контактной подвески и токоприемников. Следовательно, по результатам исследования этой формы можно судить о техническом состоянии данного оборудования.

Непостоянство силы прижатия токоприемника к контактному проводу приводит к снижению качества токосъема. Когда сила прижатия стремится к нулю, трудно удержать токоприемник в соприкосновении с контактным проводом, поэтому возникает дуга, ускоряющая износ контактирующих поверхностей. С другой стороны, когда сила прижатия слишком велика, возможны механические повреждения этих поверхностей. На то, как изменяется форма волны колебаний силы прижатия, оказывают влияние многие факторы, в том числе характеристики конструктивных элементов контактной подвески и токоприемников. Таким образом, измеряя и обрабатывая результаты измерений силы прижатия, можно получить представление о состоянии этих элементов.

Ниже приведена информация о соответствующих исследованиях, выполненных специалистами Научно-исследовательского института железнодорожной техники Японии (RTRI) на одной из линий сети высокоскоростных сообщений Синкансен в целях изучения возможности применения данной методики для определения состояния контактной подвески.

Методика измерения силы прижатия

Измерения

В данном случае токоприемник представлен в виде двух основных частей: полоза (здесь имеется в виду как сам полоз, так и каретка, на которой он смонтирован) и сочлененной рычажной рамы, причем именно полоз прижимается к контактному проводу с определенной силой. Баланс сил, имеющих место во взаимодействии токоприемника и контактного провода (рис. 1), можно представить в виде уравнения

$$f_c = f_{ine} + f_b + f_L \quad (1)$$

где f_c — сила прижатия токоприемника к контактному проводу; f_{ine} — сила инерции полоза токоприемника; f_b — сила, действующая на полоз со стороны привода токоприемника и зависящая от внутренних сил в раме; f_L — аэродинамическая подъемная сила, действующая на полоз.

Можно определить величину силы прижатия, если измерить инерционную силу, внутренние силы и аэродинамическую силу на полозе токоприемника. Следует отметить, что в диапазоне высоких ча-

стот полоз токоприемника нельзя рассматривать как жесткую модель и здесь преобладают упругие колебания. Следовательно, инерционную силу можно точно определить путем взвешенного суммирования величин ускорений, измеренных в нескольких точках полоза. На рис. 2 схематично показаны измерительные устройства на верхней части малолучного токоприемника, который был использован при испытаниях в условиях реальной эксплуатации на одной из линий сети Синкансен. В данном случае на полозе токоприемника были размещены четыре акселерометра, а значения внутренних сил определялись путем замеров напряжений в пружинах крепления полоза к раме токоприемника.

С другой стороны, весьма трудно непосредственно измерить воздействующую на полоз токоприемника аэродинамическую подъемную силу. Для токоприемников некоторых типов был разработан метод определения этой силы,

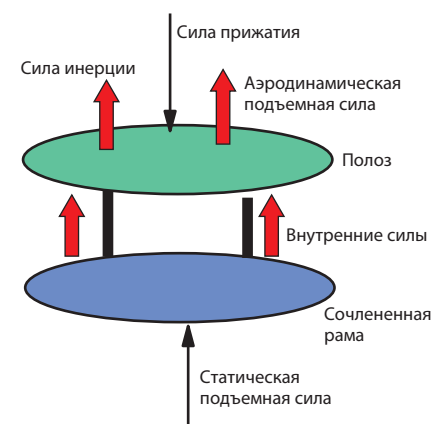


Рис. 1. Схема баланса сил во взаимодействии токоприемника и контактного провода

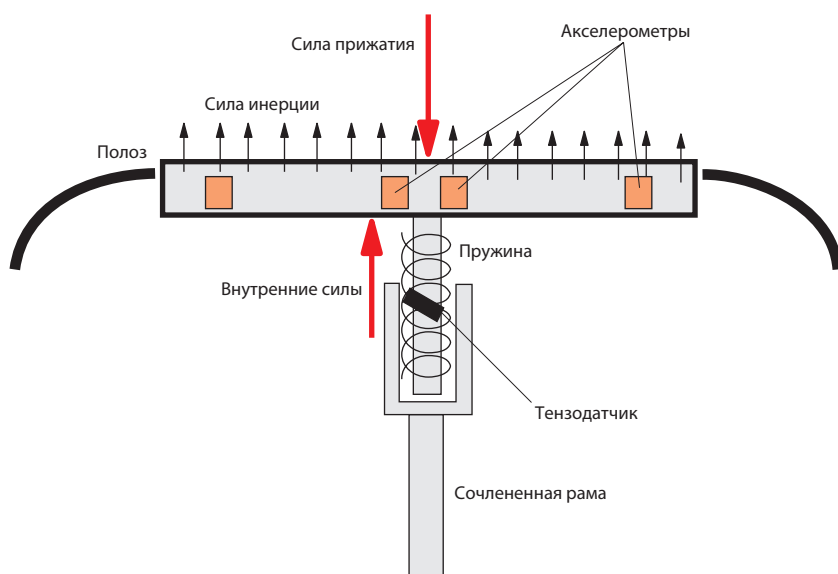


Рис. 2. Схема измерений сил на маломощном токоприемнике

основанный на измерении отклонения контактного провода, однако данный метод нельзя применить к токоприемнику, показанному на рис. 2. Можно, однако, использовать закономерность, заключающуюся в том, что аэродинамическая сила пропорциональна квадрату скорости перемещения токоприемника относительно воздушной среды и поэтому она может быть определена исходя из скорости движения измерительного вагона и скорости и направления воздушного потока в месте и во время проведения испытаний. Все остальные силы, содержащиеся в уравнении (1), за исключением аэродинамической, измеряются в ходе испытаний непосредственно.

Компенсация силы прижатия на базе аэродинамической подъемной силы

Метод измерений аэродинамической силы. На рис. 3 показан принятый метод измерений воз- действующей на полог токоприемника аэродинамической подъемной силы. В данном случае токо-

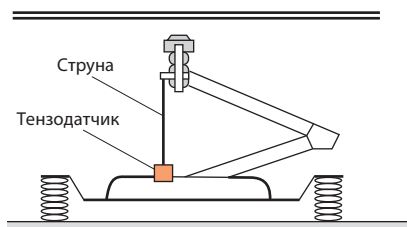


Рис. 3. Схема метода измерения аэродинамической силы

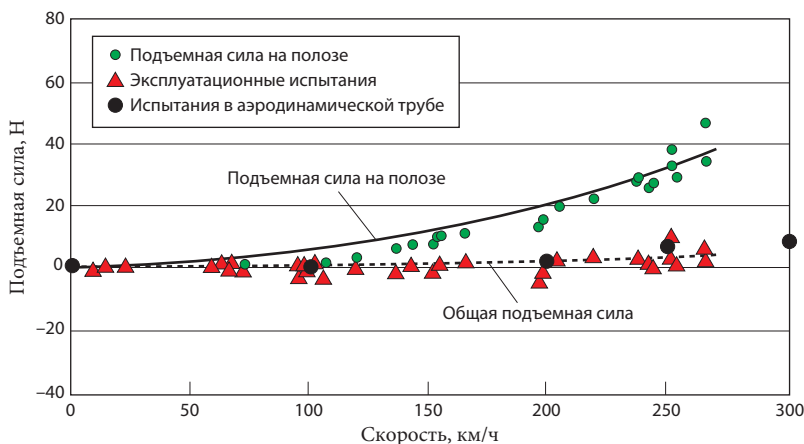


Рис. 4. Результаты измерений аэродинамической подъемной силы

приемник находится в опущенном положении без соприкосновения полоза с контактным проводом, а сам полог соединен специальной струной с тензометрическим датчиком, установленным на основании токоприемника. Сигнал на выходе тензодатчика соответствует суммарной аэродинамической силе на токоприемнике. Для получения среднего значения этой силы инерционные силы можно не учитывать, и поэтому величина контактного усилия f_c может быть выражена следующим образом:

$$f_c = f_b + f_{L=0}, \tag{2}$$

где f_b — внутренние силы в раме (см. рис. 2).

Таким образом, аэродинамическая сила на полозе токоприемника может быть выражена как

$$f_L = -f_b. \tag{3}$$

Результаты измерений аэродинамической силы и усредненной силы прижатия. Как видно из уравнения (3), воздействующая на полог токоприемника аэродинамическая подъемная сила по величине равна сумме внутренних сил, но со знаком минус. На рис. 4 приведены результаты измерений этой аэродинамической силы.

Результаты эксплуатационных испытаний с использованием тензометрического датчика показали, что полученные величины суммарной аэродинамической силы приблизительно соответствуют величинам этой силы по результатам испытаний в аэродинамической трубе и что ее можно с достаточной точностью считать пропорциональной квадрату скорости движения подвижного состава.

Величина силы прижатия представляет собой сумму величин измеренных сил (внутренних и инерционной) и аэродинамической силы, зависящей от скорости движения подвижного состава. На рис. 5 приведены усредненные величины силы прижатия в функции скорости. Видно, что сумма инерционной и внутренних сил (без аэро-

динамической силы) снижается по мере повышения скорости движения. К этим силам относится также аэродинамическая сила, воздействующая на раму токоприемника, но она имеет отрицательное значение. Характеристики усредненной силы прижатия корректируются за счет воздействующей на полз токоприемника аэродинамической подъемной силы, величина которой приблизительно соответствует тому, что получено при испытаниях в аэродинамической трубе, и статической подъемной силы. Это показывает, что корректировка аэродинамической силы обеспечивает достаточную точность.

Характеристики формы волны силы прижатия

Сила прижатия и конструкция контактной подвески

Обычная секция. Здесь контактный провод находится в непосредственном соприкосновении с токоприемниками подвижного состава, поэтому параметры подвешивания контактного провода по высоте в значительной степени влияют на характеристики токосъема. Для правильного понимания имеющейся взаимозависимости между величиной силы прижатия и высотой подвешивания контактного провода были измерены сила прижатия и высота контактного провода с учетом его износа с использованием специального измерительного вагона. На рис. 6 показан фрагмент записи формы вол-

ны изменений этих измеренных параметров.

Силу прижатия, высоту отжатия токоприемника и случаи потери контакта (временного прекращения токосъема) измеряли и регистрировали на первом по направлению движения токоприемнике при скорости поезда 280 км/ч.

На рис. 7 приведены результаты частотного анализа данных, снятых с токоприемника и контактного провода (в том числе по статической высоте и износу контактного провода).

В данном случае контактный провод имел определенное провисание, и высота подъема токоприемника изменялась в соответствии со статической высотой контактного провода и пространственной частотой изменения силы прижатия в пределах пролета контактной подвески (0,02 – 0,03 1/м). Изменения силы прижатия определялись также длинами пролетов и расстояниями между струнами контактной подвески;

случаи потери контакта также определялись аналогичными факторами неоднородности контактной подвески в пределах пролета. С другой стороны, хотя спектр износа контактного провода имел компоненты, определяемые длинами анкерных участков и отдельных пролетов контактной подвески, оказалось невозможным установить компонент, зависящий от расстояния между струнами. Когда анализировались циклические низкочастотные перемещения токоприемника в вертикальной плоскости, имеющие место в пределах пролета контактной подвески, токоприемник можно было представить в виде модели, включающей массу ползца и рамы токоприемника и подъемную силу. В этом случае сила прижатия F может быть выражена как

$$F = P_0 - m (d^2y/dt^2), \tag{4}$$

где y — перемещение токоприемника вверх и вниз; m — масса ползца и рамы токоприемника; P_0 — статическая подъемная сила.

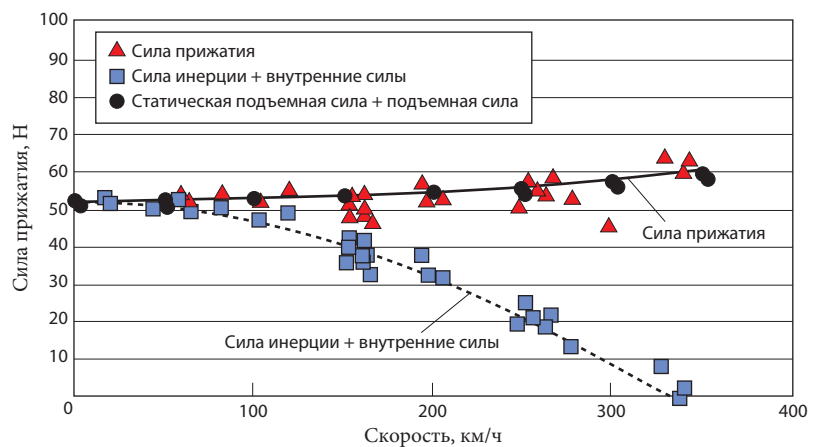


Рис. 5. Результаты измерений усредненной силы прижатия

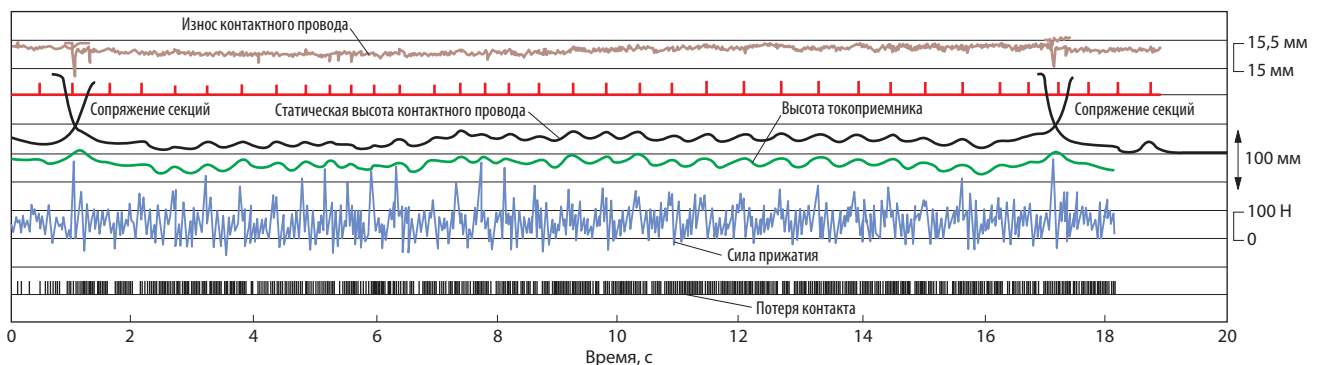


Рис. 6. Состояние контактного провода и форма волны силы прижатия при скорости 280 км/ч

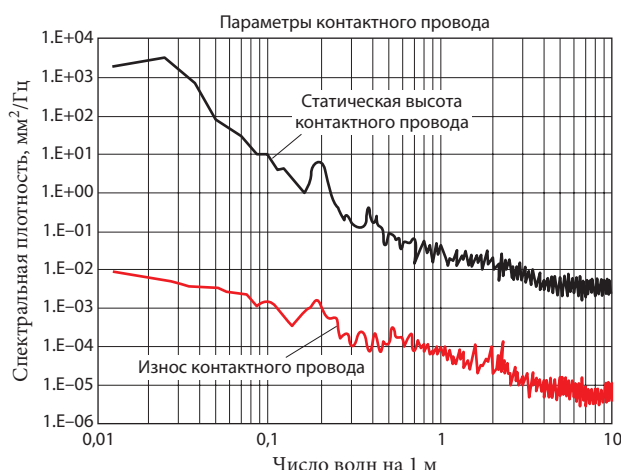
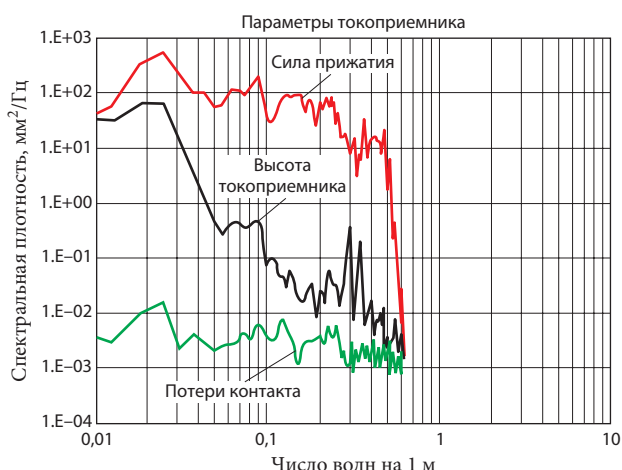


Рис. 7. Результаты частотного анализа измеренных параметров

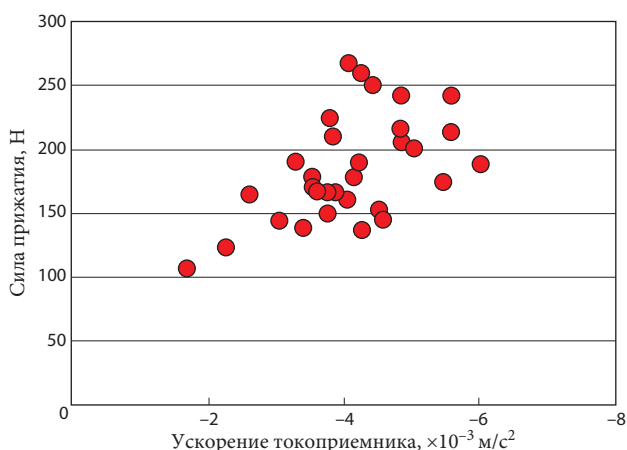


Рис. 8. Взаимозависимость между ускорением токоприемника и силой прижатия

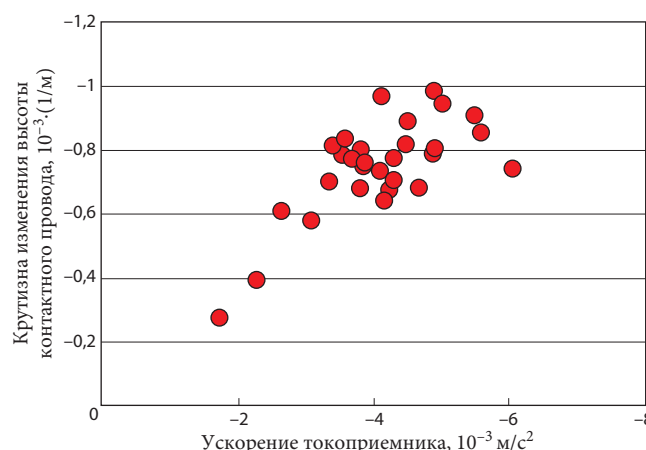


Рис. 9. Взаимозависимость между ускорением токоприемника и крутизной изменения высоты контактного провода

В низкочастотной области сила прижатия возрастает, когда ускорение имеет отрицательное значение, и, наоборот, снижается, когда ускорение характеризуется положительным значением. Для подтверждения этого положения силу прижатия сопоставили с ускорением. Ускорение a может быть рассчитано по уравнению

$$a = (y_{i-n} - 2y_i + y_{i+n}) / (n\Delta x)^2, \quad (5)$$

где y_i — дискретизированные данные по высоте токоприемника (i — число данных в выборке); n — интервал данных, используемых в расчетах; Δx — интервал выборки.

При рассмотрении колебаний высоты контактного провода в пределах пролета было принято, что используемые данные находятся во временном интервале

$n\Delta x = 0,064$ с, что соответствует расстоянию между струнами контактной подвески, равному 5 м.

На рис. 8 показана взаимозависимость между ускорением токоприемника и силой прижатия в особых точках контактной подвески, где регистрируются большие контактные усилия, на рис. 9 — взаимозависимость между ускорением токоприемника и крутизной изменения статической высоты контактного провода с принятием $n\Delta x$ равным 5 м. На этих рисунках можно видеть, что более высокое отрицательное ускорение способствует увеличению силы прижатия и что величина ускорения коррелирует со значением статической высоты контактного провода. Это значит, что сила прижатия увеличивается в тех местах, которые характери-

зуются большей крутизной изменения высоты контактного провода. Наличие большей отрицательной крутизны изменения высоты контактного провода имеет место там, где кривая изменения высоты имеет выгнутую вверх форму (см. рис. 6) и даже приобретает конфигурацию острого угла. Это является следствием чрезмерного провисания или натяжения провода.

Сопряжение секций. В местах сопряжения секций контактной подвески, где имеет место перекрытие проводов, сила прижатия возрастает более чем до 270 Н и присутствует местный износ контактного провода, как видно на рис. 6 (недавно было проведено исследование влияния особенностей мест сопряжения секций на износ контактного провода). На рис. 10 при-

ведены примеры того, как могут выглядеть эти места.

В сопряжении по варианту 1 сбегающий (А) и набегающий (В) контактные провода расположены на одной высоте, в сопряжении по варианту 2 провод А расположен выше провода В, в сопряжении по варианту 3, наоборот, провод А ниже провода В.

Для определения взаимозависимости между величиной силы прижатия и видом места сопряжения, когда токоприемник перемещается по перекрывающимся друг друга проводам, было проведено сравнительное исследование мест сопряжения разных видов.

На рис. 11 показан характер износа контактного провода в местах сопряжения по вариантам 1 и 3 (см. рис. 10) с разной высотой сбегающего и набегающего контактных проводов.

В месте сопряжения по варианту 1, где провод А располагался выше провода В, регистрировались более высокие, чем обычно, значения силы прижатия и износа контактного провода с пиковым значением местного износа (рис. 11, а). Характер взаимодействия токоприемника и контактного провода здесь соответствовал тому, что показано в правой части рис. 6. В то же время в месте сопряжения по варианту 3, где провод А ниже провода В, пиковых значений износа и силы прижатия не наблюдалось (рис. 11, б). Видно, что, несмотря на периодич-



Рис. 10. Варианты исполнения мест сопряжения секций контактной подвески

ность характера явлений, происходящих во взаимодействии токоприемника и контактного провода от пролета к пролету, при правильном регулировании высоты подвески контактного провода в местах сопряжения нежелательных явлений можно избежать.

Конкретные значения силы прижатия в местах сопряжения секций контактной подвески получали в ходе испытательных пробегов измерительного вагона. Результаты измерений приведены на рис. 12.

Видно, что в месте сопряжения по варианту 1 (рис. 11, а) сила прижатия при движении с разной скоростью существенно превышает силу прижатия в месте сопряжения по варианту 3 (рис. 11, б), достигая 360 Н при скорости 320 км/ч. При этом сила прижатия в месте сопряжения по варианту 3 при скорости 320 км/ч даже меньше, чем в месте сопряжения по варианту 1 при скорости 280 км/ч.

Сила прижатия и потери контакта

Потери контакта между токоприемником и контактным проводом имеют место при нулевом

значении силы прижатия, поэтому представляет интерес исследование этого явления. В ходе испытаний механические параметры контакта определялись по току в процессе токосъема, т. е. отсутствие тока свидетельствовало о потере контакта.

На рис. 13 приведено частотное (по частоте присутствия того или иного значения) распределение значений силы прижатия; в данном случае речь идет о коэффициенте потери контакта, равном нулю (13, а) и 28 % (13, б); показаны также функции плотности распределения вероятности, рассчитываемые по усредненным значениям, и стандартные отклонения.

В тех зонах, где регистрировались потери контакта, минимальная сила прижатия имела отрицательное значение из-за обработки данных с использованием низкочастотного фильтра, однако распределение значений силы прижатия практически соответствует нормальному распределению случаев как с наличием, так и с отсутствием контакта токоприемника с контактным проводом. Когда $F_m - 3s$ является положительной величиной (здесь F_m означает среднюю силу прижатия, а s — ее стандартное от-

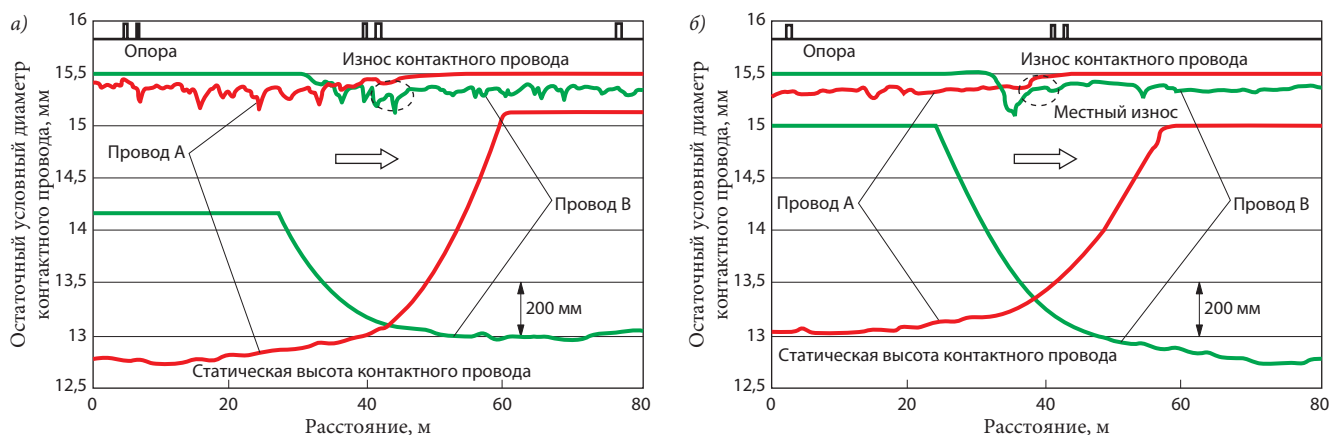


Рис. 11. Характер износа контактного провода в местах сопряжения разных видов: а — по варианту 1; б — по варианту 3 (см. рис. 10)

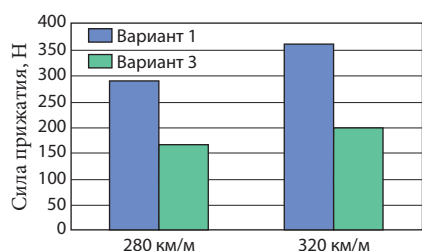


Рис. 12. Значения силы прижатия в местах сопряжения разных видов при движении с разной скоростью

клонение), можно утверждать, что потери контакта почти отсутствуют, так как более 99,85% всех значений силы прижатия являются положительными. С другой стороны, если $F_m - 3s$ является отрицательной величиной, можно судить, что потери контакта имеют место, потому что более 0,15% всех значений силы прижатия являются отрицательными.

Исходя из этого исследовали соотношение между величиной $F_m - 3s$, характеризующей силу прижатия, и потерями контакта. При этом наблюдалась достаточно хорошая корреляция, что видно на рис. 14.

Характер взаимодействия токоприемника с контактным проводом, во многом определяющий качество токосъема, в зоне проведения измерений может быть выражен через коэффициент потери контакта. Для снижения коэффициента потери контакта величина $F_m - 3s$ должна быть уменьшена за счет компонента s , так как компонент F_m уменьшить нельзя, поскольку он определяется типом применяемого токоприемника. Следовательно, по результатам

расчета стандартного (среднеквадратического) отклонения s можно судить об условиях контакта, в том числе и об его потерях.

Сила прижатия и напряженное состояние контактного провода

Весьма возможно, что при движении поезда со скоростью, превышающей 300 км/ч, механические напряжения в контактном проводе могут превысить нормируемую величину. Если такие превышения происходят повторно при каждом прохождении токоприемника, это, вероятно, может привести к обрыву контактного провода из-за усталости металла. Однако измерять напряжения в контактном проводе, являющемся токоведущим элементом контактной сети, нелегко, и поэтому можно выполнять такие измерения только в нескольких точках провода. Для решения этой проблемы была рассмотрена взаимозависимость между силой прижатия и напряжениями в контактном проводе.

Если контактную подвеску можно представить в качестве модели упругой растягиваемой балки, механические напряжения в контактном проводе с присутствием в модели постоянной силы F могут быть представлены как

$$\epsilon = F/2ZE(EI/T)^{1/2}(1/[1-(v/c)^2]^{1/2}), \quad (6)$$

где EI — жесткость контактного провода; Z — секционный модуль контактной подвески; T — сила на-

тяжения контактного провода; c — скорость распространения волны по контактному проводу; v — скорость движения поезда.

Из этого уравнения видно, что механические напряжения в контактном проводе пропорциональны величине силы прижатия и обратно пропорциональны квадратному корню из выражения, включающего скорости движения поезда и распространения волны в контактном проводе. Для подтверждения этого положения были выполнены измерения напряжений в контактном проводе и силы прижатия.

На рис. 15 приведена зависимость между силой прижатия и напряжениями в контактном проводе, определенная в ходе эксплуатационных испытаний и расчетов с использованием уравнения (6), причем скорость движения поезда, принятая для теоретических расчетов, была такой же, что и при эксплуатационных испытаниях.

Анализ рис. 15 показывает, что величины силы прижатия и напряжений в контактном проводе хорошо коррелируют друг с другом. Следовательно, величину силы прижатия можно использовать для расчета напряжений в контактном проводе во всех секциях контактной подвески, так что наличие сведений о величине силы прижатия является надежным источником информации для локализации проблемных мест в контактном проводе, в которых напряжения могут быть выше допустимых.

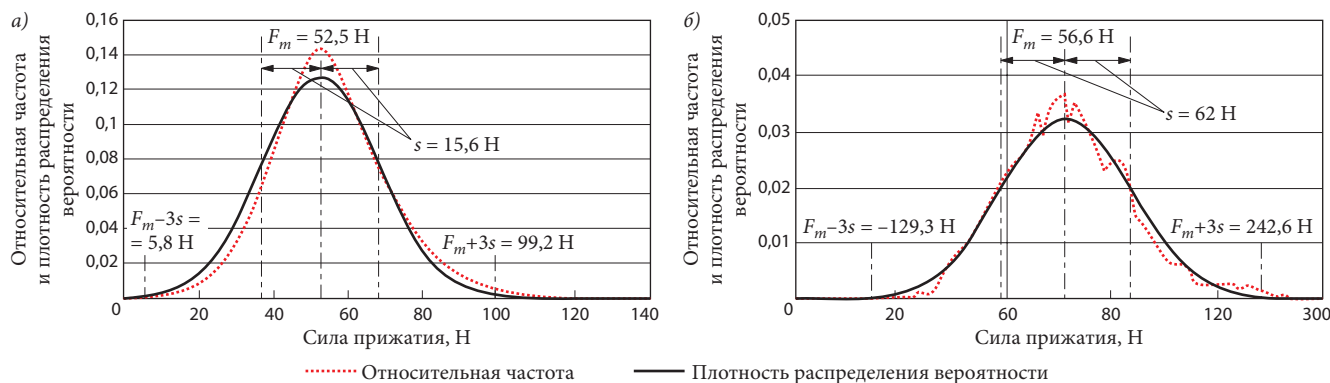


Рис. 13. Частотное распределение значений силы прижатия:

а — при коэффициенте потери контакта, равном 0; б — при коэффициенте потери контакта, равном 0,28

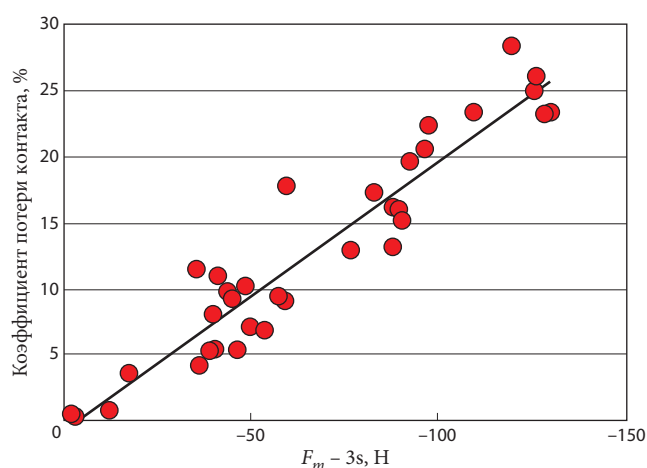


Рис. 14. Взаимозависимость между величиной $F_m - 3s$ и коэффициентом потери контакта

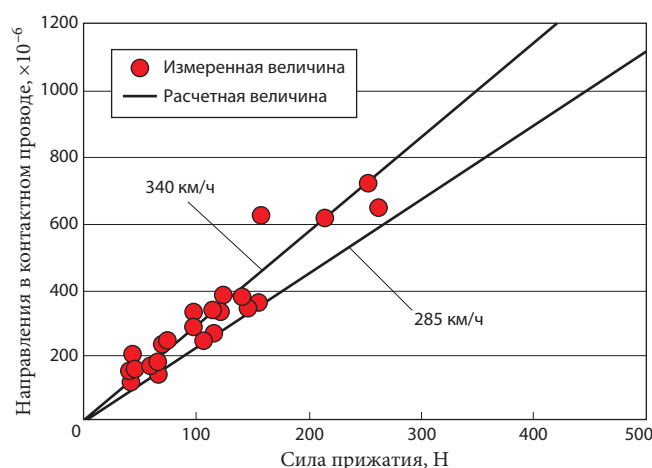


Рис. 15. Взаимозависимость между силой прижатия и напряжениями в контактном проводе

Перспективы исследования состояния контактной сети на основе данных о силе прижатия

Как указано выше, амплитуда силы прижатия зависит от характера изменения высоты подвешивания контактного провода в пределах пролета контактной подвески. Иначе говоря, механические напряжения в контактном проводе и изменения силы прижатия находятся в определенном соотношении с коэффициентом потери контакта. Таким образом, характер изменения высоты контактного провода можно определить в измерительном вагоне, используя данные о силе прижатия или высоте токоприемника. По результатам диагностики, основанной на измерении высоты контактного провода, можно контролировать эту статическую высоту, чтобы поддерживать уровень силы прижатия в пределах допустимого. Таким образом, для диагностики контактной сети важно оценивать силу прижатия, и поэтому были рассмотрены методы такой оценки.

Амплитуда изменений силы прижатия

Известно, что механические напряжения в контактном проводе максимальны в тех местах, где имеют место увеличенная сила прижатия и, следовательно, тенденция к

местному износу контактного провода. Крутизна изменений высоты токоприемника и статической высоты самого контактного провода в этих местах характеризуется более высокими значениями. Однако количественные соотношения между величинами силы прижатия и местного износа контактного провода или соответствующей крутизной изменения статической высоты контактного провода еще не выявлены. Поэтому при расчете максимальной силы прижатия исходили из ее взаимозависимости с напряжениями в контактном проводе. Предложен также метод расчета допустимых механических напряжений в контактном проводе, основанный на определении износа провода. В результате одного из недавних исследований установлено, что в качестве такого критериального значения можно принять величину $835 \cdot 10^{-6}$, если темп нарастания износа контактного провода составляет 0,05 мм на каждые 10 тыс. проходов токоприемников. Соответственно, если диагностическим критерием напряжений в контактном проводе выбирается значение $1000 \cdot 10^{-6}$, а максимальная скорость движения поездов в регулярной эксплуатации составляет 340 км/ч, величина силы прижатия оценивается равной 340 Н, а не той величине, которая показана на рис. 15 исходя из критерия на

пряжений, и поэтому именно это значение должно быть критериальным для силы прижатия. В то же время, если измерительный вагон движется со скоростью, например, 285 км/ч, допустимое контактное усилие можно установить равным 450 Н (см. рис. 15). Следует отметить, что измерительный вагон не всегда движется с одной и той же скоростью, поэтому в уравнении (6) величину скорости корректировали и тогда уже выполняли расчет. Место, где напряжения в контактном проводе превышали допустимое значение, могло быть именно тем, где наблюдалось наиболее высокое значение силы прижатия, и, кроме того, как указано выше, можно предполагать наличие здесь большой крутизны изменения высоты контактного провода. Для подтверждения этого следует определить ускорения токоприемника в пределах пролета, и, если они оказались высокими, система диагностики должна указать на необходимость проверки высоты подвешивания контактного провода. С другой стороны, есть предположение, что критериальную величину силы прижатия в месте сопряжения секций контактной подвески можно определить исходя из износа контактного провода, поскольку существует корреляция между силой прижатия и износом провода. Однако, поскольку взаимозави-

симось между скоростью движения поезда и износом контактного провода все еще не выявлена, необходимо провести новые исследования по этому вопросу.

Изменения силы прижатия

Согласно результатам одного из исследований, допустимый коэффициент потери контакта принимается равным 5% в том случае, когда у проходящего поезда поднят только один токоприемник. Так, параметр $F_m - 3s$ при таком значении данного коэффициента оценивается в 25 Н (см. рис. 14). Когда величина F_m равна 65 Н, величина s оценивается в 27 Н. Была зафиксирована только одна секция контактной подвески, на которой величина s оказалась меньше указанной при движении поезда со скоростью 280 км/ч. Контактный провод типа РНС с поперечным сечением 130 мм², примененный на этой секции, был разработан заново, что позволило получить среднюю крутизну изменения высоты контактного провода, равную $0,45 \cdot 10^{-3}$ 1/м, что меньше, чем в других секциях, где этот параметр достигал значения $0,74 \cdot 10^{-3}$ 1/м. Коэффициент потери контакта, равный 5%, соответствует условию прохода одного токоприемника. В то же время в случае прохода поезда с двумя поднятыми токоприемниками, соединенными общим кабелем, когда вероятность возникновения ду-

ги из-за потери контакта пренебрежимо мала, можно допустить коэффициент потери контакта, равный примерно 30%; при этом величина s оказывается равной 70 Н. Однако, поскольку при этом диагностика производится по критерию величины среднеквадратического отклонения силы прижатия, необходимо выполнить корректировку значения скорости. Колебания значений силы прижатия при высокоскоростном движении определяются распространением волны вдоль контактного провода в местах размещения консолей подвески. Сила прижатия по условиям распространения этой волны может быть выражена уравнениями

$$|F_{wv}| = (2\rho g L_h / \pi) |\gamma_R| |Z_p / (Z_t + Z_p)|_{\omega = \omega_0} \times |Z_p / (Z_t + Z_p)|_{\omega = \omega_{wv}} [(1 + \beta)\beta / (1 - \beta)];$$

$$\omega_0 = 2\pi\beta c / L_h;$$

$$\omega_{wv} = [2\pi (1 + \beta)\beta / (1 - \beta)] c / L_h, \quad (7)$$

где ρ — линейная плотность контактного провода; g — ускорение силы тяжести; L_h — расстояние между консолями; γ_R — коэффициент отражения волны; Z_p , Z_t — механический импеданс токоприемника и контактного провода; β — безразмерная относительная скорость ($\beta = v/c$).

Как видно из анализа этого уравнения, колебания величины силы прижатия пропорциональны $(1 + \beta)\beta / (1 - \beta)$. Поэтому можно осу-

ществлять коррекцию скорости с помощью этой зависимости, когда поезд движется с высокой скоростью и ясна картина колебаний величины силы прижатия в зонах между консолями. Однако, когда заметные колебания имеют место в других местах контактной сети, такую корректировку скорости осуществлять нельзя. Этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Заключение

Результаты исследований подтвердили, что амплитуда изменений силы прижатия коррелирует с изменениями высоты подвешивания контактного провода и напряжениями в нем и что существует высокая степень взаимозависимости между изменениями величины силы прижатия и коэффициентом потери контакта. Кроме того, показаны пути использования этой взаимозависимости в целях диагностики контактной сети. Диагностика и своевременное устранение неисправностей контактной сети являются весьма важными факторами поддержания устойчивого токосяема. В RTRI есть намерение продолжить разработку новых прогрессивных методов диагностики с доведением их до этапа практического внедрения.

S. Kusumi et al. Quarterly Report of RTRI, 2006, № 1, p. 39–45.

НОВЫЕ КНИГИ

Поплавский А. А. Создание эффективной управляющей системы для оперативного руководства перевозочным процессом на железнодорожном транспорте. — М.: Интекст, 2007. — 184 с.

На сети Российских железных дорог протяженностью 85,5 тыс. км необходимо организовать единое управление перевозочным процессом, поскольку сбой в одном месте может оказывать негативное влияние на работу целых направлений и полигонов сети.

В последние годы создаются центры управления перевозками, где концентрируется диспетчерский аппарат, выполняющий функции оперативного управления перевозочным процессом. При этом существенно возрастает роль информационно-вычислительных комплексов. Необходимо связать воедино многие тысячи АРМ, информационные базы данных, центры управления и вычислительные центры, сети связи. Требуется организовать единое и эффективное функ-

ционирование этой сложной управляющей структуры, чтобы наилучшим образом использовать дорогостоящие технические средства железных дорог.

В исследовании на основе использования новых возможностей информационных технологий решена крупная народнохозяйственная и научно-практическая проблема обоснования методологических принципов построения и проектирования, а также разработки и внедрения конкретных решений по основному вопросу работы автоматизированных диспетчерских центров ОАО «РЖД», являющихся главным звеном управляющей части системы оперативной организации перевозочного процесса на сетевом и дорожном горизонтах управления.

За дополнительной информацией обращайтесь по телефону (499) 317-55-65. Приобрести книгу можно в компании «ТрансИнфо» (www.transinfo.ru, тел. (495) 262-86-24; 262-71-28).