



Центр научно-технической информации и библиотек
– филиал ОАО «РЖД»

Дифференцированное Обеспечение Руководства

47/2022

Исследование по разработке системы обнаружения схода поезда с рельсов TD2S (Италия)

В рамках совместного научно-исследовательского проекта Миланского политехнического университета и итальянской инжиниринговой компании Alpha Caesar Srl была разработана система раннего оповещения о сходе подвижного состава с рельсов (TD2S), которая позволит машинисту моментально узнать о начавшемся сходе и принять необходимые меры. Разработка была направлена на создание системы, которая является наименее «инвазивной» в конструкцию подвижного состава.

При разработке системы TD2S ставились следующие задачи:

- детекция аномальных растягивающих нагрузок на крюке сцепки;
- предупреждение машиниста о любом сходе с рельсов;
- уведомление диспетчерских центров для экстренного реагирования;
- географическая привязка появления аномальных растягивающих нагрузок в крюке сцепки;
- географическая привязка обнаруженных дефектов инфраструктуры;
- документирование данных.

В прототипной конфигурации система TD2S была полностью независима от бортовых систем подвижного состава и состояла из:

- двух датчиков, закрепленных на тяговом стержне сцепного устройства;
- антенны на крыше локомотива для приема/передачи данных и GPS;
- акселерометров и инклинометров (IMU), установленных на втулках колесных пар локомотива;
- пары звуковых и световых сигналов в кабине машиниста;

– блока обнаружения схода для подачи сигнала тревоги и передачи данных.

Итоговый вариант TD2S имеет возможность интеграции с бортовыми системами и датчиками локомотива. Интеграция, в конечном итоге, позволит применять автоматическое торможение (которое может быть отключено машинистом) и записывать данные на бортовой самописец локомотива.

Монтаж системы TD2S требует замены разделительной шайбы группы амортизаторов на сцепных крюках локомотива на тороидальный тензодатчик и установки модифицированной распределительной шайбы (рис. 1).

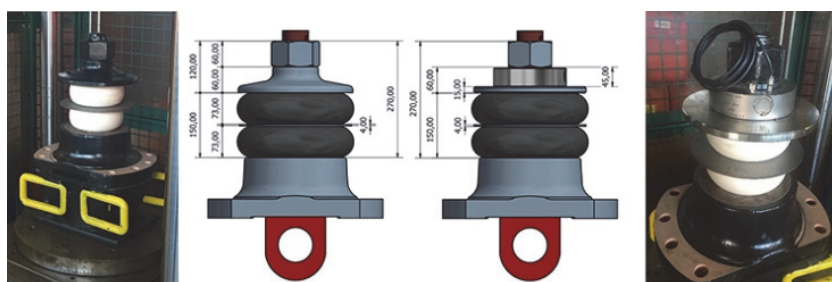


Рис. 1. Система TD2S

Исторических данных по изменению растягивающих нагрузок на крюке в случае схода с рельсов не существует.

По данной теме было сделано только численное моделирование напряжений в крюке всего состава во время схода подвижного состава с рельсов, в свое время выполненное Брянским государственным техническим университетом (рис. 2).

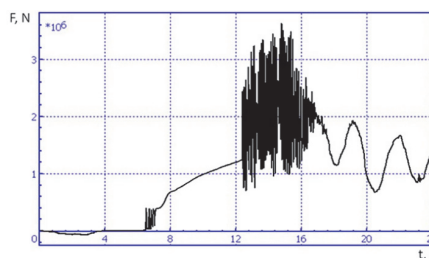


Рис. 2. Численное моделирование схода с рельсов
(Брянский государственный технический университет)

Поэтому была выдвинута гипотеза об увеличении растягивающей нагрузки на крюке, вызванной внезапным столкновением колесной пары со шпалами и балластом; представив, что это явление повторяется для каждой шпалы до полной остановки состава.

В работе была выдвинута гипотеза об алгоритме, способном обнаружить сход с рельсов на основе анализа следующих четырех характерных параметров:

1. Определение увеличения пикового значения тяги;

2. Изменение во времени остаточного усилия на крюке, которое, как ожидается, превышает пороговое значение усилия в начале схода с рельсов;

3. Значение скорости изменения углового коэффициента прямой линии, показывающее увеличение напряжения в начале схода с рельсов;

4. Значение скорости изменения углового коэффициента прямой линии, показывающее уменьшение напряжения на выходе из пика тяги (рис. 3).

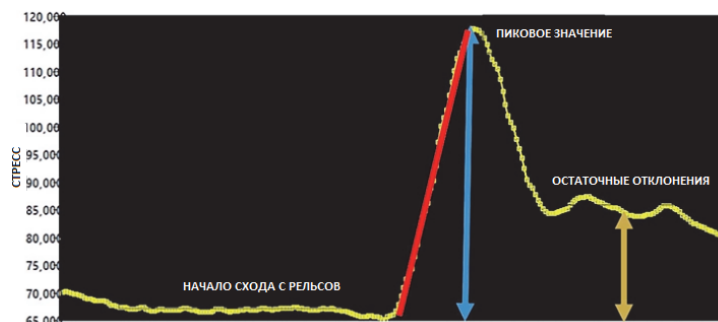


Рис. 3. Изменение параметров напряжения при сходе с рельсов

Проведение испытания на сход с рельсов

В апреле 2021 г. на испытательном полигоне железнодорожной техники Сан-Дonato в Болонье были проведены испытания на сход подвижного состава с рельсов. Один путь был выделен для самих испытаний, а другой – для работы восстановительной техники и поднятию сошедших колесных пар и тележки.

Испытание включало сход с рельсов последней тележки последнего вагона состава, состоящего из:

- тепловоза, т.к. участок полигона не был электрифицирован;
- электровоза в режиме буксировки, оснащенного системой TD2S;
- двух вагонов для буферной защиты электровоза;
- тестового вагона, две колесные пары (весом 5,5 т каждая) последней тележки которого должны были сойти с рельсов.

Сход с рельсов был осуществлен на скорости около 18 км/ч.

При сходе с рельсов использовался специально разработанный сбрасыватель для лучшего соответствия реальным условиям схода (рис. 4). Условия испытаний были максимально реалистичными из возможных и наиболее сложными для детектирования системой TD2S.



Рис. 4. Специально разработанный сбрасыватель

Анализ испытаний

Графики, показанные на рис. 5 и 6, сравнивают три прогона проезда (L2, L3, L4) и один сход с рельсов, выделенный красным цветом (DE). На рис. 5 (в тоннах) показана динамика абсолютных значений тягового напряжения на крюке, а на рис. 6 показана динамика коэффициента изменения напряжения.



Рис. 5. Динамика абсолютных значений тягового напряжения на крюке



Рис. 6. Динамика коэффициента изменения напряжения

Очевидно, что коэффициенты при сходе подвижного состава с рельсов значительно выше, чем при обычных проездах.

Выявление схода подвижного состава с рельсов системой TD2S зависит не от буксируемой массы, а от значения показателей других параметров (ускорения, скорости, усилия, коэффициент схода с рельсов, показателей IMU).

Проведенные испытания показали отличные результаты и были высоко оценены Европейским агентством железнодорожным (ERA), которое проанализировало их совместно с участниками научно-исследовательского проекта.

Дальнейшее моделирование схода с рельсов

После испытания было проведено дальнейшее моделирование с использованием данных, полученных за 2 года нормальной эксплуатации

локомотива в грузовом движении.

При подборе критериев для моделирования, был использован принцип сложения нагрузок.

К значениям напряжений, полученных при нормальной эксплуатации (рис. 7, Исходное напряжение – верхний левый график), были добавлены значения напряжений при сходе с рельсов, связанных с передним крюком (рис. 7, центральный график – напряжения при сходе с рельсов) и выявленные во время проведенного испытания.

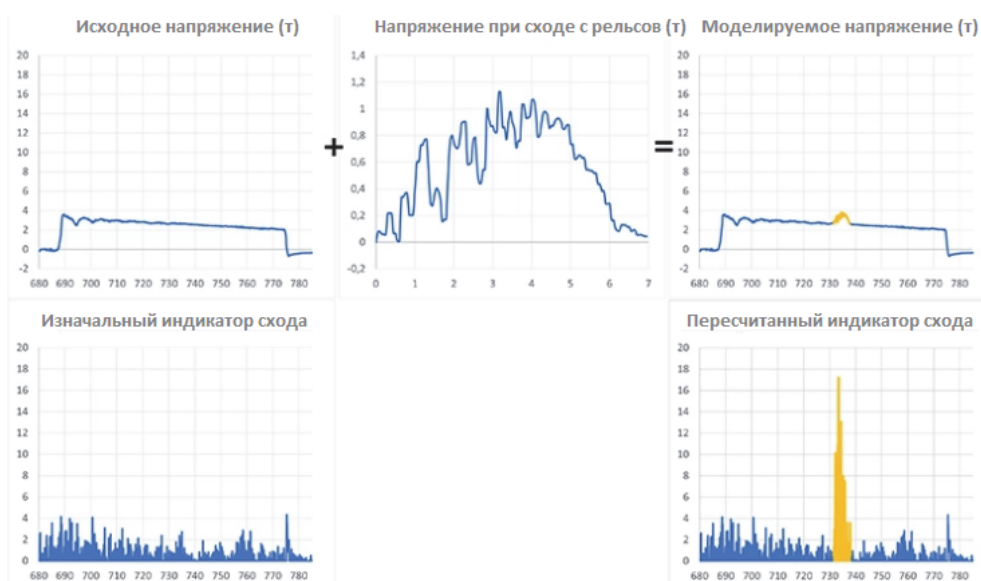


Рис. 7. Значения напряжений

Полученный результат показан на рис. 7 и относится к моделируемому напряжению (верхний правый график). Добавленное напряжение при сходе с рельсов выделено желтым цветом.

На рис. 7 также показан результирующий показатель схода с рельсов, который был пересчитан. Значения индикатора, относящиеся к отклонению (выделены желтым цветом), значительно выше, чем значения исходного напряжения, и их легко идентифицировать.

Анализ проводился во всех возможных режимах тяги, наката, торможения и ускорения, а также для всех максимальных и минимальных значений тягового усилия на крюке.

Значения индикатора схода с рельсов в соответствии с моделируемыми сходами с рельсов всегда четко идентифицировались.

Во всех проанализированных конфигурациях система TD2S распознавала сход с рельсов.

Источники: *td2s.eu*, (англ.яз.);
globalrailwayreview.com, 29.03.2022, (англ.яз.)