

Оптимизация конструкции и содержания пути для высоких осевых нагрузок

Федеральная администрация железных дорог США и Ассоциация американских железных дорог начиная с 1976 г. совместно работают над повышением уровня безопасности и экономичности содержания железнодорожной инфраструктуры в условиях использования подвижного состава с высокими осевыми нагрузками. Большинство этих работ было выполнено в Центре транспортных технологий на полигоне для ускоренных эксплуатационных испытаний, который построен в 1976 г. для оценки влияния, которое оказывает движение поездов с повышенной (29,5 т) осевой нагрузкой на путевую структуру. В 1988 г. начата исследовательская программа Heavy Axle Load, в рамках которой изучали воздействие осевой нагрузки, повышенной до 35 т. Реальная оптимизация конструкции пути, рассчитанного на высокие осевые нагрузки, и его текущего содержания может быть достигнута только при рассмотрении пути и подвижного состава как единой системы.

Полигон FAST в Пуэбло

С начала деятельности железных дорог США масса брутто грузовых вагонов постоянно росла (рис. 1). Конструкции пути и его элементов также изменялись в соответствии с тенденцией роста массы поездов.

В 1960-х годах на железных дорогах появились вагоны с осевой нагрузкой 29,5 т. В 1970-х годах специалисты железнодорожной отрасли и правительства исходя из стабильности роста осевых нагрузок разработали системную исследовательскую программу с целью изучения характера взаимозависимости между осевыми нагрузками, материалами и методами текущего содержания пути. В этой связи в 1976 г. Федеральная администрация железных дорог США (FRA) совместно с Ассоциацией американских железных дорог (AAR) и рядом компаний железнодорожной промышленности Северной Америки построила в Центре транспортных технологий (Transportation Technology Center, TTC) вблизи г. Пуэбло (штат Колорадо, США)

полигон для проведения ускоренных эксплуатационных испытаний (Facility for Accelerated Service Testing, FAST) с целью оценки влияния повышенной осевой нагрузки на объекты инфраструктуры.

Полигон FAST имеет испытательный путь в виде овального кольца длиной 4,35 км (High Tonnage Loop, HTL), на котором в ночное время со скоростью 66,7 км/ч обращаются поезда, состоящие из 70–80 вагонов массой брутто 143 т, чтобы наработать определенный объем поездной нагрузки на путевую структуру. Ежедневно выполняются от 100 до 130 пробегов с интервалом 4 мин, что позволяет пропускать ежегодно тоннаж от 91 млн. до 136 млн. т брутто. Таким образом, FAST представляет собой полигон, обеспечивающий полномасштабные испытания пути на износостойкость и усталостную выносливость.

В начале работы полигона испытания проводили с осевой нагрузкой 29,5 т. В 1988 г. с учетом перспектив дальнейшего роста начата программа испытаний с повы-

шенной до 35 т осевой нагрузкой (Heavy Axle Load, HAL). Программа направлена на изучение влияния осевой нагрузки 35 т на поведение и износ пути, характеристик работы новых и усовершенствованных компонентов путевой структуры, а также на определение экономически оптимальной осевой нагрузки для железных дорог США.

Полученные в рамках программы результаты уже позволили успешно применять на железных дорогах Северной Америки в массовом порядке осевую нагрузку 33 т. Ниже представлены некоторые технические решения по рельсовому пути и подвижному составу, которые были получены в ходе исследований и рекомендованы для применения на практике.

Результаты программы HAL, относящиеся к пути

Рельсы

Железные дороги представляют собой капиталоемкую отрасль, и одной из крупнейших является статья затрат на рельсы. В США уложено около 45 млн. т рельсов, общая протяженность рельсового пути превышает 180 тыс. км. Ежегодно на замену приблизительно 540 тыс. т рельсов уходит около 400 млн. дол. США.

Задачей недавних испытаний на полигоне FAST было изучение механизмов износа рельсов от пропуска по ним поездов и сопротивляемости материала рельсов образованию поверхностных и внутренних дефектов. При этом были получены следующие основные выводы:

- чистые рельсы с закаленной головкой характеризуются большей износостойкостью и сопротивляемостью усталостным дефектам, чем стандартные, и поэтому имеют больший срок службы;

- рельсы, изготовленные из высокоуглеродистой стали и имеющие закаленную головку, отличаются повышенным сопротивлением износу. Выполненные методом термитной сварки стыки таких рельсов работают удовлетворительно;

- новые рельсы из бейнитной стали марки J6, разработанные в ТТС и имеющие твердость 415 ед. по Бринеллю, т. е. выше, чем у самых твердых из всех проходивших испытания рельсов из перлитной стали, подвержены большому износу, но при этом отличаются повышенной сопротивляемостью поверхностным повреждениям.

На практике применение рельсовых сталей с улучшенными характеристиками позволяет увеличить срок службы и эксплуатационную надежность изготовленных из них рельсов, что значительно сокращает расходы железнодорожных компаний. Например:

- с конца 1980-х и до конца 1990-х годов расчетная долговечность рельсов на прямых участках пути и в кривых большого радиуса увеличилась как минимум на 100%, а в кривых среднего радиуса (с учетом влияния лубрикации рельсов) — на 150%. При современном уровне перевозок за счет этого возможна ежегодная экономия десятков миллионов долларов;

- число аварийных ситуаций по причине повреждений рельсов снизилось на 36%, а именно с 0,112 случаев/ткм в конце 1980-х годов до 0,08 случаев/ткм в конце 1990-х годов. При современном грузообороте это означает ежегодное снижение числа происшествий на 61 случай.

Стрелочные переводы

Исследования элементов верхнего строения пути, проведенные на полигоне FAST, были нацелены

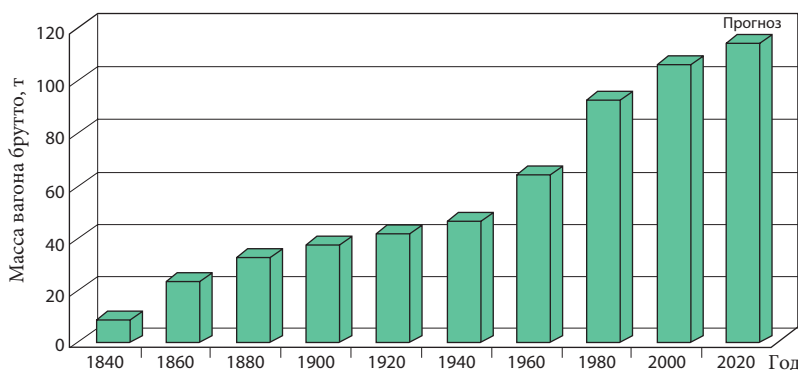


Рис. 1. Динамика изменения массы брутто грузового вагона

на изучение возможностей снижения динамических нагрузок и улучшения характеристик этих элементов. Ранее проведенные испытания показали, что стрелочные переводы и глухие пересечения являются слабым звеном рельсового пути, так как их долговечность значительно снижается при увеличении осевой нагрузки.

В рамках программы HAL прошли испытания стрелочные переводы с улучшенной геометрией и крестовинами из малого числа деталей, их компоненты и материалы. Анализ усовершенствованных стрелочных переводов и крестовин разных марок показал улучшение их характеристик при воздействии на них повышенных динамических нагрузок. Например, на одной из линий с тяжелым режимом эксплуатации средний срок службы крестовин № 20 увеличен с 300 млн. т брутто поездной нагрузки в 1990 г. до 530 млн. т в 1998 г. В этот период на линии появились вагоны для перевозки угля с осевой нагрузкой 33 т.

Крестовины с неподвижным сердечником и улучшенным про-

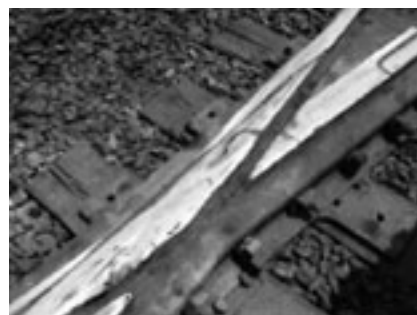


Рис. 2. Крестовина стрелочного перевода с гребневым опиранием колеса

филом поверхности катания также прошли испытания на полигоне FAST перед вводом в эксплуатацию в условиях коммерческих перевозок. Применение усовершенствованных согласованных профилей позволило снизить потребность в объеме последующих работ по шлифованию рельсов. За последние 10 лет объем работ по текущему содержанию стрелочных переводов на полигоне FAST, подвергаемых воздействию осевой нагрузки 35 т, уменьшился приблизительно на 50%.

На полигоне FAST выполнены также испытания следующих элементов и материалов путевой структуры:

- крестовин для стрелочных переводов с большим начальным углом и с гребневым опиранием колеса в зоне разрыва рельсовых нитей (рис. 2). За счет устранения не создающего опоры для колеса просвета между поверхностями катания сердечника и усовика уменьшена динамическая нагрузка. Если раньше динамическая нагрузка при движении со скоростью 64 км/ч превышала статическую в 3 — 5 раз, то сейчас не более чем в 1,5 раза. Проведенные испытания показали, что гребень колеса обеспечивает безопасное восприятие значительных нагрузок. Внедрение данной концепции приведет к повышению надежности пути и безопасности движения поездов. В настоящее время на железных дорогах, входящих в ААР, вводятся в коммерческую эксплуатацию опытные крестови-

ны стрелочных переводов с гребневым опиранием колеса;

- *крестовин глухих пересечений с наклонной поверхностью катания* (рис. 3). Было доказано, что использование крестовин глухих пересечений с наклонной поверхностью катания является экономически эффективным способом уменьшения вертикальных ударных нагрузок, воздействующих на крестовины. Проведенные испытания показали, что в этом случае возможно снижение величины таких нагрузок на 30–40% при скорости прохода глухих пересечений поездами порядка 64–80 км/ч. Железные дороги — члены ААР внедряют эту новую технологию;

- *стрелочных переводов с малым углом крестовины*. В ТТС с помощью математической модели NUCARS была выполнена оценка характеристик стрелочных переводов разной геометрии для определения таких вариантов их конструкций, которые позволяли бы минимизировать пиковые значения поперечных нагрузок. Конструкции стрелочных переводов с малым углом крестовины, признанные экономически целесообразными, прошли также оценочные испытания на полигоне FAST. Полученные при этом результаты показали возможность уменьшения на 30% максимальных поперечных нагрузок при одновременном сохранении постоянства входной длины стрелочного перевода.

Испытания, проведенные на полигоне FAST, продемонстрировали также, что острия стрелочных переводов с малым начальным углом в большей мере подвержены возникновению дефектов в виде выкрашивания из-за меньшей толщины острия. При испытании одного из вариантов конструкции такого стрелочного перевода было выявлено уменьшение долговечности острия почти на 50%. Небольшие модификации геометрических параметров острия предпринимаются для решения этой проблемы;

- *стали для стрелочных переводов*. В рамках совместной с инсти-



Рис. 3. Крестовина глухого пересечения с наклонной поверхностью катания

тутом штата Орегон исследовательской программы специалисты ТТС разработали для оценочных испытаний бейнитную сталь двух марок: J6 и J9, характеризующуюся возможностью использования в условиях высоких динамических нагрузок, которые имеют место, например, на стрелочных переводах с большим начальным углом. Испытанные на полигоне FAST рельсы из бейнитной рельсовой стали по сроку службы превзошли на 300% рельсы, изготовленные из перлитной стали. Во время последующих испытаний рельсов из бейнитной стали в условиях коммерческой эксплуатации было выявлено, что поверхностная деформация рельсов из стали J6 оказалась в 2 раза меньше, чем у рельсов из перлитной стали.

Шпалы

Влияние высокой осевой нагрузки на шпалы и рельсовые скрепления оценивали путем укладки шпал из различных материалов (композит на основе древесины, слоеная древесина, пластиковый композит, сталь, железобетон и пиленая массивная древесина твердых пород) в кривых кольцевой линии полигона FAST, предназначенной для пропуска тяжеловесных поездов.

Проведенные испытания предназначались для оценки безопасности и экономичности использования шпал различных типов в контролируемых условиях. Полученные при этом результаты были широко использованы железнодоро-

рожными компаниями — членами ААР и поставщиками при решении вопросов выбора и закупки шпал для реальных условий эксплуатации. К замеряемым и документируемым характеристикам шпал относились такие, как жесткость рельсовых скреплений и уширение колеи в функции пропущенной по пути поезда нагрузки. В числе прочих получены следующие результаты:

- *шпалы из массива твердой древесины* показали хорошие характеристики при воздействии осевой нагрузки 35 т;

- *шпалы из пластикового композита*. Таким шпалам присущ ряд потенциальных преимуществ (например, они влагостойки, не подвержены процессам гниения и повреждению насекомыми, не требуют дополнительной обработки, могут быть легко утилизированы, их укладка в путь аналогична укладке обычных деревянных шпал; при достаточной шероховатости боковых и нижней граней пластиковых шпал поперечная устойчивость пути возрастает). В 1997 г. на полигоне FAST уложили 25 шпал из пластикового композита, затем по ним пропустили около 800 млн. т брутто поезда нагрузки. При этом не были зарегистрированы ни изменения геометрии пути, ни какие-либо другие проблемы, и все эти шпалы продолжают эксплуатироваться. Затем на полигоне поэтапно уложили еще 200 шпал из пластикового композита, долгосрочные испытания которых в условиях воздействия высоких осевых нагрузок продолжаются. Позитивные результаты, полученные при испытаниях шпал из пластикового композита на полигоне FAST, сыграли важную роль в решении одной крупной железной дороги приобрести 1 млн. таких шпал;

- *стальные шпалы*. В конце 1990-х годов проходили испытания стальные шпалы трех конструкций. Все они показали более высокие характеристики с точки зрения поддержания ширины колеи, чем деревянные шпалы с костыльными рельсо-

выми скреплениями. Кроме того, не были отмечены износ или повреждение любых элементов этих шпал. Шпалы всех трех типов показали высокое сопротивление поперечному смещению при относительно небольшой скорости движения поездов, однако по мере возрастания динамической нагрузки вследствие повышения скорости движения поездов с высокой осевой нагрузкой отмечены существенные нарушения геометрии пути.

В целом наблюдается значительный интерес к различным материалам для изготовления шпал. Так, в последнее десятилетие значительно активизировалось применение железобетонных шпал, особенно на железных дорогах с тяжелыми режимами эксплуатации, расположенных в западной части США. Одной из основных причин этого было стремление сократить затраты времени на содержание пути на линиях, где выполняются перевозки интенсивностью порядка 200–300 млн. т брутто в год. Используемые в настоящее время рельсовые скрепления для железобетонных шпал позволяют сохранять стабильность колеи, что в результате приводит к значительному снижению затрат времени на проведение работ по содержанию этого пути.

Элементы мостовых конструкций

В 1997 г. на кольцевом пути полигона FAST был построен металлический мост с ездой поверху для определения характеристик элементов мостового полотна под действием высоких осевых нагрузок. В ходе испытаний изучается и регистрируется поведение мостовой конструкции в целом, мостовых брусьев, скреплений элементов мостового полотна, рельсовых скреплений и т. д., а также исследуются методы анкеровки и применяемые крепежные приспособления.

Экспериментально оцениваются появление усталостных трещин

в конструктивных элементах моста и интенсивность их роста, поведение различных крепежных элементов моста (например, Г-образных болтов с крюкообразными головками), а также общестроительные параметры и методы содержания подходов к мосту.

Появление усталостных трещин и интенсивность их роста. Усталостные трещины появились под действием осевой нагрузки 35 т на элементах с некачественной сваркой (хотя на эксплуатируемых мостах под воздействием более низких осевых нагрузок трещин выявлено не было). Развитие трещин при этом было неинтенсивным, катастрофических размеров они не достигали. Мониторинг развития трещин осуществлялся дистанционным методом с помощью аппаратуры, работающей по принципу акустической эмиссии. Этот метод уже в течение некоторого времени применяется на практике, и испытания на полигоне FAST позволили развить его, особенно в отношении дистанционного мониторинга и ускоренного анализа полученных данных. Эта усовершенствованная технология проходит испытания в условиях коммерческой эксплуатации и в потенциале может стать для железных дорог эффективным инструментом обеспечения безопасности мостовых сооружений.

Результаты испытаний на полигоне FAST показали, что упрочнение методом ультразвукового ударного воздействия может изменить характер остаточных напряжений в сварных соединениях, что позволяет уменьшить вероятность образования трещин. На одной из железных дорог уже используется этот метод для увеличения срока службы стальных пролетных строений мостов и тем самым повышения их безопасности.

Техническое содержание подходов к мосту с ездой поверху. Подходы к мосту на полигоне FAST не требовали частого проведения работ по текущему содержанию, тогда как на практике часто наблюда-

ются проблемы в этой области даже в случае пропуска подвижного состава с меньшими осевыми нагрузками. Это показывает, что подходы к мосту с ездой поверху хорошо воспринимают высокие осевые нагрузки от поездов при условии, что грунт под основанием пути обладает высокой несущей способностью и содержится в сухом состоянии.

Результаты программы HAL, относящиеся к подвижному составу

По мнению специалистов ТТС, реальная оптимизация конструкции железнодорожного пути не может быть достигнута без изучения воздействующих на него нагрузок и управления ими. Лишь незначительная доля эксплуатируемых на железных дорогах Северной Америки грузовых вагонов имеет неисправности, но именно они приводят к большим затратам средств на содержание пути и улучшение его параметров.

По мере повышения осевых нагрузок и грузонапряженности на магистральных линиях возникает необходимость в технологиях, обеспечивающих контроль за напряжениями в зоне взаимодействия колеса и рельса.

Исторически в США сложилась тенденция по мере роста осевой нагрузки увеличивать прочностные характеристики путевой структуры. Однако этот метод требует крупных инвестиций и не всегда дает нужные результаты.

В сущности, возникающие напряжения в системе колесо — рельс можно контролировать и, следовательно, замедлять темпы ухудшения состояния путевой структуры за счет уменьшения количественных параметров явлений, создающих эти напряжения, а именно:

- установившихся поперечных сил в кривых;
- вертикальных ударных нагрузок;

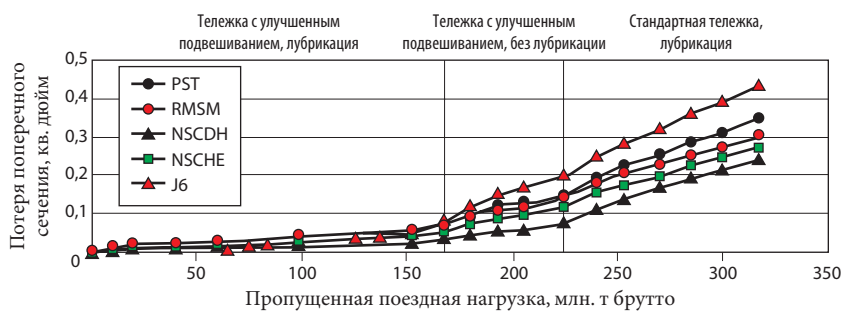


Рис. 4. Результаты испытаний по износу головки наружного рельса в зависимости от марки рельсовой стали, типа тележки и лубрикации рельсов

- контактных напряжений во взаимодействии колеса и рельса;
- неблагоприятных динамических характеристик вагонов.

В ТТС изучали перспективность с точки зрения снижения напряженного состояния в зоне контакта колеса с рельсом следующих технических и организационных решений:

- ускорение внедрения вагонных тележек с усовершенствованной системой рессорного подвешивания;
- определение и внедрение оптимальных технологий лубрикации головки рельса;
- определение и поддержание оптимальных профилей колеса и рельса;
- внедрение напольных систем дистанционного мониторинга технического состояния вагонов;
- разработка и внедрение методов контроля геометрии пути;
- внедрение усовершенствованных конструктивных элементов тележек и методов их технического обслуживания и ремонта;
- ускорение исследований, касающихся применения более долговечных твердых смазочных материалов и методов их использования.

Совершенствование рессорного подвешивания вагонных тележек

Исследования, проведенные на полигоне FAST, показали, что на износ рельсов, помимо осевой нагрузки, влияют многие факторы. На основе полученных результатов измерения износа рельсов был сделан вывод, что основными из них мож-

но назвать лубрикацию и динамическое воздействие вагонов (рис. 4). Динамика вагонов определяется типом применяемых тележек и характером взаимодействия колеса с рельсом.

Результаты одного из проведенных исследований продемонстрировали, что в кривой радиусом 350 м при повышении осевой нагрузки с 30 до 35 т износ наружного рельса увеличивается на величину порядка 50–88% при весьма небольшом или полностью отсутствующем изменении характера износа внутреннего рельса. Использование вагонных тележек с усовершенствованным первичным подвешиванием позволило на 2/3 уменьшить износ колес, на 90% износ наружного рельса и на 85% внутреннего рельса на пути с рельсами из обычной стали. Для пути из стали более высоких марок степень уменьшения износа оказалась еще большей.

Результатом работ, подтверждающих положительное влияние тележек с усовершенствованным подвешиванием на износ рельсов, стало принятие новых стандартов AAR, которые требуют, чтобы новые грузовые вагоны с осевой нагрузкой 33 т имели улучшенные динамические параметры.

Лубрикация головки рельса

Железные дороги и промышленность интенсивно работают в области смазывания головки рельса, т. е. нанесения модификаторов трения любым из доступных способов (с

помощью бортовых или напольных систем). Получаемая выгода от этих мероприятий существенна, но успех применения зависит от точности соблюдения технологии.

Испытания, проведенные на полигоне FAST, показали, что сокращение объемов лубрикации в зоне контакта колеса и рельса ведет к значительному ускорению темпов износа. Однако даже при незначительном объеме смазывания обращение подвижного состава на тележках с усовершенствованным подвешиванием гарантирует получение такой же степени износа, которая характерна при движении стандартных тележек и лубрикации рельсового пути по полной программе.

Дистанционный мониторинг технического состояния вагонов

В ТТС разработаны и прошли оценочные испытания несколько систем дистанционного мониторинга ряда характеристик вагонов, включая:

- системы мониторинга профиля колес (Wheel Profile Monitoring, WPM). Системы WPM, установленные на двух железных дорогах США, AAR испытывала в условиях коммерческой эксплуатации в рамках программы стратегических исследовательских инициатив (Strategic Research Initiative, SRI). Технология WPM основана на сочетании лазерной техники и высокоскоростной видеосъемки. Программное обеспечение дает возможность измерять толщину обода, толщину и высоту гребня колеса, износ поверхности катания. Утвержденные AAR правила обмена грузовыми вагонами (Interchange Rules) определяют критерии выбраковки колес по трем первым параметрам; кроме того, в отрасли таким критерием является также наличие проката определенной величины на поверхности катания колеса;
- системы выявления трещин в колесах и осях;
- системы обнаружения вливания.

К системам, которые уже применяются на железных дорогах в условиях коммерческой эксплуатации, относятся следующие:

- система определения перегрева буксовых подшипников;
- система выявления дефектов букс методом акустической эмиссии;
- датчики ударной нагрузки от колеса на рельс (*Wheel Impact Load Detector, WILD*). Эти датчики уже в течение более чем 10 лет являются основным инструментом, позволяющим идентифицировать такие дефекты колес, как выкрашивание, отслаивание металла, некруглость, и предотвращать сходы подвижного состава с рельсов по этим дефектам.

В начале 1990-х годов AAR завершила оценочную проверку функционирования системы WILD, результатом чего явилось включение в правила Interchange Rule положений, которые предусматривают замену вагонных колес после того, как они стали оказывать на путь ударную нагрузку величиной 400 кН и более, что определяется с помощью WILD. (Правила AAR по обмену грузовыми вагонами дают право железной дороге, на которой они находятся, заменять неисправные узлы и детали и выставить владельцу счет на сопутствующие расходы.)

Технология WILD базируется на измерении вертикальных ударных нагрузок от каждого колеса с помощью тензометрических датчиков, установленных на рельсах. Результаты основных измерений номинальных (определяемых массой вагона) и ударных вертикальных нагрузок от колеса на рельс дополняются расчетом разницы и соотношения между номинальными и ударными нагрузками. Эти расчетные данные могут быть использованы для применения корректирующих коэффициентов при изменении предельных критериев по замене колес для порожних грузовых вагонов и поездов, движущихся с малой скоростью (корректирую-

щие коэффициенты, обеспечивающие «приведение» ударных нагрузок от колеса для таких случаев, находились на рассмотрении в одном из комитетов AAR). Другие расчетные параметры, как, например, место колеса в тележке (с левой или правой стороны), полная масса каждого вагона поезда и т.п., дают возможность получить информацию по любому случаю дисбаланса по колесной нагрузке по причине плохого вписывания тележки в кривую и/или неравномерной загрузки вагонов.

В США в 2005 г. имелось более 60 точек, оснащенных датчиками WILD, из них пять были модернизированы с целью получения данных о поперечной неустойчивости системы тележка — вагон, известной как виляние. Комплект тензометрических датчиков поперечной нагрузки служит для измерения поперечных усилий и расчета соответствующего коэффициента, оценивающего степень виляния. Предпринимаются также усилия по разработке напольных устройств других типов для выявления виляния;

- детекторы оценки поведения тележек (*Truck Performance Detector, TPD*). Первые детекторы TPD, предназначенные для мониторинга поведения тележек в кривых, были разработаны ТТС в середине 1990-х годов в рамках исследовательской программы AAR. На сети одной из крупных железных дорог США система TPD уже широко используется, на ряде других продолжается ее внедрение.

• Тензометрические датчики детекторов TPD, смонтированные на рельсах в отдельных кривых, измеряют усилия в зоне контакта колеса с рельсом. Кроме того, измеряется угол набегания каждой оси — параметр, который вместе с измеренными вертикальными и поперечными силами обеспечивает получение более чем адекватной информации о вписывании тележки в кривые.

Ключевыми индикаторами поведения тележек, которые расчи-

тываются с использованием результатов основных измерений, являются следующие:

- соотношение поперечных и вертикальных сил, действующих от колеса на рельс (L/V);
- соотношение суммарных поперечных и вертикальных сил, действующих от оси на путь (ASLV);
- соотношение поперечных и вертикальных сил, действующих от тележки на путь (TSLV);
- соотношение поперечных и вертикальных сил, измеренных на переднем и заднем по направлению движения колесах (TLFR);
- поперечное усилие нетто от оси (NAL), а также некоторые другие параметры.

С использованием этих индикаторов технического состояния принимается решение об изъятии тележки из эксплуатации. Как правило, проводимая затем проверка подтверждала наличие износа или дефектов в отдельных конструктивных элементах тележек.

Неудовлетворительное техническое состояние тележек идентифицируется в тех случаях, когда обнаружены:

- прокат сверх установленной величины на поверхности катания колеса;
- нарушение высоты расположения боковых опор;
- отсутствие смазки в пятниковом узле;
- износ в зоне клиновых гасителей колебаний фрикционного типа.

На железных дорогах США в 2005 г. действовали около 20 систем TPD, которые в реальном времени могут генерировать предупредительные сигналы и передавать информацию в базу данных о значениях вертикальных и поперечных сил и угла набегания.

Консорциум по исследованию характеристик вагонных тележек, куда входят представители железных дорог, компаний — изготовителей вагонных тележек и поставщиков детекторов TPD, а также специалисты ТТС, подготовил

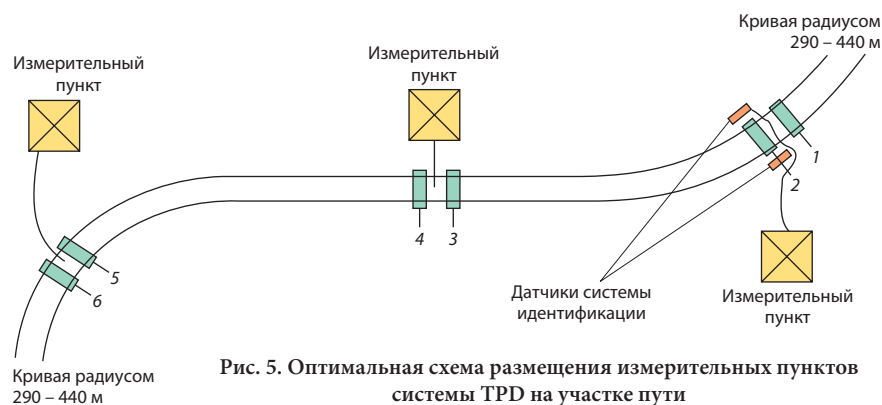


Рис. 5. Оптимальная схема размещения измерительных пунктов системы TPD на участке пути

требования к размещению измерительных пунктов системы на пути и рекомендации по ориентировочным критериям выдачи предупредительных сигналов (рис. 5). ААР и ТТС работали над определением соответствующих критериев для включения их в Interchange Rules.

Национальная база данных

Интерпретация данных о поведении тележек и наличии дефектов, полученных при использовании системы детекторов одного уровня (например, определяющих ударную нагрузку от колеса) или от нескольких систем (например, определяющих ударную нагрузку, перегрев буксовых подшипников и наличие дефектов букс методом акустической эмиссии), как полагают, обеспечит достаточный объем информации о необходимых ремонтных работах и может стать базой интегрированной системы прогнозируемого предупредительного технического обслуживания и ремонта парка грузовых вагонов.

С целью облегчения интеграции, анализа и контроля данных, получаемых от детекторов разных типов, размещенных на железнодорожной сети Северной Америки, а также с учетом того положительно факта, что каждый из приблизительно 1,6 млн. эксплуатируемых грузовых вагонов снабжен элект-

ронным ярлыком и учитывается в системах автоматической идентификации подвижного состава, в ТТС разработана комплексная база данных InteRRIS (Railway Remote Information Service) на основе Интернета. Так, информация о чрезмерных ударных нагрузках немедленно поступает не только машинисту поезда, но и в базу данных для архивирования и последующего анализа. InteRRIS ведет мониторинг работы 52 систем WILD и 19 систем TPD.

Архитектура и функциональность InteRRIS способствуют использованию мониторинга технического состояния тележек для повышения эффективности эксплуатационной деятельности на сети железных дорог. Полезность такой базы данных можно оценить, учитывая размеры парка подвижного состава, масштабы охватываемых территорий и объем контролируемых системами дистанционного мониторинга показателей взаимодействия пути и подвижного состава.

Заключение

Очевидно, что не может быть однозначного подхода к оптимизации конструкции и методов содержания железнодорожного пути, предназначенного для движения

тяжеловесных поездов. Программа HAL, реализуемая на полигоне FAST, обеспечила отрасли определенные преимущества за счет облегчения ввода в эксплуатацию вагонов грузоподъемностью 128 т с осевой нагрузкой 33 т. Последние выводы, полученные при реализации исследовательской программы, продемонстрировали возможность:

- увеличения срока службы рельсов и рельсовых стыков, сваренных методом термитной сварки, на 50% и более по сравнению с тем, что был 10 лет тому назад;
- использования преимуществ оптимизированных технологий шлифования рельсов и методов их лубрикации;
- увеличения срока службы стрелочных переводов на путях движения поездов с повышенными осевыми нагрузками;
- совершенствования организации и технологии ремонта и методов решения разного рода проблем, связанных, например, с абразивным износом подошвы рельсов, уложенных на железобетонные шпалы.

Продолжаются исследования, направленные на разработку экономичных конструкций путевой структуры, способных воспринимать нагрузки, которые возникают при пропуске вагонов с большой осевой нагрузкой. В равной степени продолжается совершенствование организации и технологии работ по текущему содержанию и ремонту пути. Подлинная оптимизация конструкции и методов содержания пути, предназначенного для движения тяжеловесных поездов, может быть достигнута только за счет совершенствования пути и подвижного состава, рассматриваемых в виде единой системы.

R. Allen. Rail Engineering International, 2005, № 2, p. 11 — 16.