

системы «плита – основание». Этот подход позволяет полностью определить напряженно-деформированное состояние основания, исследовать контактную зону, вычислить внутренние усилия и осадки шпалы.

Преимущество вариационно-разностного подхода состоит в том, что граничные условия получаются автоматически при решении уравнений на границах области того же вида, что и внутри области. Различие разностных уравнений внутри области и на ее границе является одной из главных причин неустойчивости МКР. Кроме того, в получающемся решении компоненты перемещения изменяются от узла к узлу монотонно, без «гармошки», характерной для МКР.

Вычисления показали, что:

- а) применение вариационного подхода в решении контактной задачи вместе с физическими итерациями по А. А. Ильюшину приводит к быстрой сходимости расчета (максимум пять – шесть итераций);
- б) на скорость сходимости итерационного процесса влияет правильный выбор модели основания и вида функциональной зависимости между интенсивностями напряжений и деформаций;
- г) подтверждается наличие распределительной способности основания, поэтому в инженерных расчетах необходимо ее учитывать.

УДК 625.14+06

СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

И. С. СОРОЧКИНА

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

В инфраструктуре Российских железных дорог путевое хозяйство занимает ведущее место. Основопологающим направлением безопасности является коренное изменение подходов к системе текущего содержания пути. Однако для эффективного функционирования системы технического обслуживания необходима информация о состоянии пути. Особую актуальность приобретает задача повышения информативности оценки состояния, создание и формирование базы данных состояния пути с целью анализа и прогноза изменений, определения необходимой периодичности контроля и потребности в ремонтно-путевых работах, исходя из фактического состояния объектов путевого хозяйства. Динамические нагрузки на путь при движении поездов вызывают в нем различные разрушающие процессы, которые приводят к необходимости регулярного выполнения работ по его текущему содержанию, а также замене отдельных элементов. Характерным отрицательным эффектом любого эксплуатационного процесса является интенсивный начальный износ участвующих в нем элементов, приводящий к раннему появлению дефектов, и функциональные ограничения, возникающие у этих элементов в конце срока службы и обычно сопровождающиеся интенсивным конечным износом.

Рельсы в эксплуатации подвергаются высоким нагрузкам со стороны подвижного состава. Для обеспечения безопасности движения необходимо с помощью соответствующих методов контроля своевременно обнаруживать и оценивать возникающие дефекты. Для этой цели используется ультразвуковая и вихретоковая дефектоскопия. Неразрушающий магнитный контроль, осуществляемый индукционным методом (вихретоковый метод), дает возможность обнаруживать места возникновения усталостных трещин на ранней стадии их зарождения.

Стрелочный перевод, вышедший из строя в связи с обледенением или снегопадом, способен вызвать серьезный сбой в движении поездов. Оснащение стрелочных переводов обогревателями уже в течение десятилетий является стандартом.

Большое влияние на качество и прочность железнодорожного пути оказывает щебеночный балласт. В связи с этим к нему предъявляется ряд особых требований. На качество балласта большое влияние оказывает наличие загрязнений. Один из наиболее опасных загрязнителей — мелкие фракции, образующиеся в результате истирания частиц щебня. Причины загрязнения балластного слоя могут быть следующими: недоброкачественный новый щебень, эксплуатационные нагрузки, перегрузка нижнего строения пути из-за недостаточной толщины балластного слоя, размягчение под действием влаги земляного полотна в результате недостаточного поперечного уклона защитного слоя, отсутствие дренажа, увеличение доли мелких фракций вследствие перегрузки нижнего строения пути, попадание мелких фракций в балласт при перевозке грузов, осадение мелких фракций из воздуха, работы по текущему содержанию и ремонту пути. Новые системы верхнего строения балластного пути позволяют снизить эксплуатационные расходы и общие затраты жизненного цикла, повысить качество инфраструктуры и снизить нагрузки на окружающую среду. Кроме того, некоторые из этих систем увеличивают сопротивление пути поперечному сдвигу в крутых кривых, препятствуют выбросу щебня с поверхности балластной призмы и повышают устойчивость последней к механическим нагрузкам.

К передовым методам повышения качества эксплуатации железнодорожного пути относятся разработки японской компанией *Sekisui* по созданию синтетического материала *Eslon Neo Lumber FFU*, известного как искусственная древесина. Она используется в конструкциях балластного и безбалластного пути, стрелочных переводов и верхнего строения пути на мостах. Имеет значительно больший срок службы, чем изделия из натурального дерева. Разработанный компаниями *Frenzel-Bau*, *BayermaterialScience* и *Hennecke* новый тип балластной постели *Durflex* (скрепление щебеночного балласта полиуретановой пеной). Благодаря этому методу исключается возможность возникновения слоя измельченного щебня под подошвой шпалы и у ее торцов.

Внедряются современные специализированные путевые машины, предназначенные для проведения работ в рамках текущего содержания пути. На железных дорогах Нидерландов (*NS*) внедрение мобильной системы видеонаблюдения для инспектирования пути позволило отказаться от пеших осмотров. Начиная с декабря 2008 г. компания инфраструктуры *ProRail* контролирует состояние путей на сети магистральных линий *NS* с помощью мобильных машин, что повысило производительность и качество инспектирования, а также обеспечило полную безопасность персонала. Компания *Holland* (штаб-квартира в г. Крит, штат Иллинойс) для точного определения местоположения дефектов рельсов оснастила системой *GPS* используемую уже 15 лет машину типа *TrackSTAR* (*Track Strength Testing Analysis and Recording*), предназначенную для комплексного обследования пути по контрактам с железными дорогами. Корпорация *Plasser American* предлагает железным дорогам самоходные путеизмерительные вагоны типа *EC-5*, которые относятся к новейшему поколению универсальных технических средств для инспектирования пути.

Таким образом, железные дороги имеют в настоящее время широкий выбор технических средств для контроля состояния пути. Вместе с тем компании – изготовители оборудования и компании, оказывающие услуги в данной сфере, продолжают совершенствование технических средств и технологических процессов в данной области для повышения производительности работ и безопасности персонала.

УДК 625.17

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

В. В. СТРОМУК, П. В. СТОЦКИЙ

Управление Белорусской железной дороги, г. Минск

Первой попыткой опытной укладки бесстыкового пути в условиях нормальной эксплуатации в СССР следует считать 1949 г., когда на Томской дороге по предложению инженера М. С. Бочёнкова (впоследствии – доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники СССР) был уложен бесстыковой путь особой конструкции, названный путем с саморазрядкой температурных напряжений. Свобода перемещений плетей обеспечивалась специальными промежуточными скреплениями и уравнительными приборами на концах плетей. Для возвращения переместившейся части плети в исходное положение в средней ее части сооружалось пружинное или тросовое возвращающее устройство. После переезда Бочёнкова М. С. в Москву в 1954–1955 гг. бесстыковой путь с саморазрядкой температурных напряжений продолжали укладывать на бывшей Московско-Курско-Донбасской дороге, где он эксплуатировался до 1961 г.

Для нормальной эксплуатации бесстыкового пути необходимо соблюдение ряда условий: рельсы должны обладать дополнительным запасом прочности для компенсации температурных напряжений; рельсошпальная решетка должна иметь жесткость, достаточную для создания повышенной устойчивости рельсовых плетей; щебеночная балластная призма должна быть хорошо уплотнена и иметь увеличенные размеры плеч для обеспечения боковой устойчивости; промежуточное и стыковое скрепление должно исключать угон плетей и значительные температурные перемещения концов плетей в стыках.

К концу 1956 г. организовали выпуск железобетонных шпал для рельсов типа *P50* и раздельное скрепление, что позволило в 1957 г. уложить бесстыковой путь на 43 км.

Дальнейшее развитие бесстыкового пути шло более быстрыми темпами. В 1958 г. появились длинные плети с рельсами типа *P50* на железобетонных шпалах с раздельным скреплением на Юго-Западной, в 1959–1960 гг. – на Октябрьской, Львовской и других дорогах.

Первый участок бесстыкового пути без сезонной разрядки напряжений был уложен в 1959 г. на Донецкой дороге. К этому времени уже были выпущены скрепления для рельсов типа *P65* и машины, пригодные для сварки этих рельсов. Конструкция пути была усилена применением специальных стыков. Участок на Донецкой дороге характеризовался большой грузонапряженностью, скоростями, осевыми нагрузками и находился в условиях эксплуатации особенно целесообразно.