

К. Б. ЕРШОВА, В. В. ПЕТУХОВСКИЙ, С. В. ПЕТУХОВСКИЙ,
А. Е. ХОЛИН, Б. А. ЮДИН (ВНИИЖТ, Россия)

К ВОПРОСУ ВЫПРАВКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ПРИ ЕГО РЕМОНТАХ

Викладені питання, що стосуються різних методів виправки колії, наведено порівняльний аналіз результатів роботи систем виправки колії (ALC, «Навігатор», МС ВНИИЖТ-МАТЕСС), можливості використання метода розрахунку просторового положення колії, реалізованого в МС ВНИИЖТ-МАТЕСС.

Изложены вопросы, касающиеся различных методов выправки пути, приведен сравнительный анализ результатов работы систем выправки пути (ALC, «Навигатор», МС ВНИИЖТ-МАТЕСС), возможности использования метода расчета пространственного положения пути, реализованного в МС ВНИИЖТ-МАТЕСС.

Questions concerning various methods of lining of a track are stated, the comparative analysis of results of work of systems of lining of a track (ALC, «Navigator», MS VNIIZHT-MATESS) is resulted, prospects of use of a method of calculation of spatial position of a track realized in MS VNIIZHT-MATESS.

Существует несколько вариантов систем и способов выправки железнодорожного пути. Большинство систем выправки пути, применяемых до середины 90-х годов прошлого века, работали по принципу сглаживания (уменьшения) неровностей пути. При правильной технологии использования этих систем в криволинейных участках пути должны вводиться поправки, определяемые проектными параметрами кривой. Для этого на машинах типа ВПР-1200 были соответствующие таблицы, на машинах ВПР-02 – автоматизированные системы формирования поправок в системы выправки пути в плане, по уровню, в продольном профиле, аналогичные системам UVA, RVA, применяемым на австрийских машинах серии 08. Однако как показали результаты работы машин в кривых участках пути при использовании 4-точечных систем сглаживающего типа, необходимые поправки не вводились, а при работе 3-точечных систем чаще всего поправки вводились вручную – «на глаз».

Для выправки длинных (30 м и более) неровностей пути в плане и в продольном профиле на указанных машинах предусматривалось применение метода фиксированных точек, при котором необходимо было сделать предварительно геодезическую съемку пути, определить требуемые сдвиги и подъемки для каждой 3-й – 4-й шпалы и реализовать их при рабочем проходе машины. Однако этим методом работы пользовались крайне редко в силу его трудоемкости и отсутствия, казалось бы, в этом необходимости, так как такие неровности вагонами-путеизмерителями не измеряются и не штрафуются применяемыми в России и странах СНГ

методами оценки геометрии пути. Поэтому, в основном, длинные неровности пути, возникающие в процессе его эксплуатации или некачественно выполненного ремонта пути, не устранялись. Из-за неправильной длительной эксплуатации систем выправки пути сглаживающего типа с каждым проходом машины переходные кривые удлинялись, образуя при подходе к переходной, в начале и конце переходной кривой, при входе в круговую кривую дополнительные смещения пути (зарихтовки). Такое состояние дел при скоростях движения поездов 80...90 км/ч не угрожало безопасности движения поездов, хотя и привело к тому, что к середине 90-х годов при широком использовании систем сглаживающего типа, существенно увеличились износы рельсов и колесных пар груженого подвижного состава и участились сходы порожняка. Поэтому возникла необходимость, устранения имеющихся неисправностей в геометрии пути, так как фактическое положение пути не соответствует проектному.

Актуальность этой проблемы в последние годы особенно обострилась. Она обусловлена необходимостью повышения скоростей движения поездов, при которых существующая геометрия пути по его положению – наличию длинных неровностей пути и несоответствию проектному положению является сдерживающим фактором в этом направлении развития железнодорожного транспорта.

В середине 90-х годов появились системы выправки пути, работающие по расчету с использованием результатов измерительной поездки. Применяемые системы этого класса

имеют принципиальные отличия. Эти системы можно разделить на несколько типов. Одни системы (ALC, разработанные австрийской фирмой «Плассер и Тойрер») работают с использованием того же принципа сглаживания неровностей, но с несколько увеличенным коэффициентом сглаживания, обеспечивая требуемую плавность выправленного пути. Другие (АС «Навигатор») – с введенными до работы ограничениями на сдвиги и подъемки пути и тоже практически работают по сглаживанию. Третьи (МС ВНИИЖТ-МАТЕСС, разработанные ВНИИЖТом, рис. 1) – с определением пространственного положения пути в плане на прямых и кривых участках пути, в продольном профиле относительно начала и конца работы машины.



Рис. 1. МС ВНИИЖТ-МАТЕСС

Системы ALC могут работать без измерительной поездки и с измерительной поездкой. И в том и другом случае позволяют задавать программные задания проектных параметров переходных кривых: начало, конец и длину; автоматически формировать величины поправки в плане по уровню и по длине переходной кривой. Однако эти системы не позволяют выявлять и выправлять длинные неровности пути, так как работают по принципу уменьшения (сглаживания) неровностей пути, в основном, в пределах геометрической длины (21 м) системы. Для выправки неровностей большей длины (30 м и более) при работе с этой системой необходимо использовать метод работы по фиксированным точкам с проведением геодезической съемки и соответствующих расчетов или лазерной системы.

Метод расчета, реализованный в АС «Навигатор», предполагает перед проведением этих расчетов ввести ограничения, обязательные для всего участка пути. В этом случае получаемые результаты расчетов носят искаженный характер и не отражают фактического положения

пути. Если расчетный сдвиг пути достигает границы введенного ограничения, то появившаяся неровность пути классифицируется как радиусная составляющая. Таким образом, при появлении на прямом участке пути длинных неровностей (заводин) в этой системе им присваиваются радиусы и назначаются соответствующие возвышения по уровню. При появлении длинных неровностей (заводин) на круговой кривой или переходной кривой, они также классифицируются как кривые определенных радиусов с соответствующими возвышениями по уровню для обеспечения расчетных значений непогашенных ускорений. Этим обусловлено появление и паспортизация после АС «Навигатор» многорадиусных кривых в плане с соответствующим многообразием возвышений. Естественно, что в процессе эксплуатации сохранение возвышений, соответствующих расчетной кривизне на многорадиусных кривых, нельзя практически обеспечить, что неизбежно приведет к нарушению требований непогашенных ускорений. Это, в свою очередь, вызовет повышенный износ рельсов и колесных пар подвижного состава, нарушение комфортабельности движения поездов. В определенных ситуациях может возникнуть угроза безопасности движения поездов. В силу своего принципа работы, выражающегося в обязательном введении ограничений, эта система не может выявлять и рихтовать длинные неровности пути в плане и в продольном профиле в прямых и кривых участках пути. Указанные неровности остаются в пути, не обеспечивая тем самым реализацию проектных параметров пути – выдерживание однорадиусных кривых, рихтовку заводин в плане и длинных просядок в продольном профиле. В результате большинство кривых остается зарихтованными (не соответствующими проекту). Даже после ремонтов, не соответствующий проекту путь, сдается в эксплуатацию. В результате возникает необходимость в проведении дополнительных выправочных работ, не предусмотренных существующим Положением о системе ведения путевого хозяйства. Эти факторы сдерживают повышение скоростей движения поездов. Указанная система не может работать без измерительной поездки, то есть не обеспечивает задание в автоматическом режиме проектных параметров пути при работе выправочно-подбивочно-рихтовочной машины в технологическом процессе непосредственно за щебнеочистительной машиной. Практически после выправки пути машиной с АС «Навигатор» со-

храняется та геометрия, которая была до выправки, не устраняются имеющиеся неровности, вызванные неправильной длительной эксплуатацией сглаживающих систем и других негативных факторов. Но самым большим недостатком является то, что оставшиеся неровности паспортизируются – узакониваются, то есть путь фактически содержит много неровностей, а по данным вагонов-путеизмерителей он вполне удовлетворительный.

Практика работы показала, что после работы машин с этой системой переходные кривые не соответствуют проектным, прямые вставки в S-образных кривых ликвидируются, не устраняются дополнительные радиусы на одно радиусной кривой по проекту, которые представляют собой длинные неровности на кривой. Результаты эксплуатации выявили низкую надежность этой системы, так как на большинстве машин были установлены бытовые ноутбуки офисного исполнения, которые не предназначены для работы на борту путевой машины вибрационного действия.

МС ВНИИЖТ-МАТЕСС (патент № 2098538 от 27 августа 1996 г.) принципиально отличается от всех известных отечественных и зарубежных систем аналогичного назначения как по принципу действия, так и по использованным аппаратным средствам. Эта система является единственной в мире системой, которая рассчитывает пространственное положение пути в плане, в продольном профиле на прямых, переходных и круговых кривых относительно начала и конца участка пути, для которого выполняется расчет, выявляя при этом все имеющиеся в пути длинные и короткие неровности. При этом исключаются геодезические съемки пути, лазерная система. Расчет положения пути в МС ВНИИЖТ-МАТЕСС выполняется по результатам измерения стрел изгиба (прогиба) пути в плане (в продольном профиле). Реализован подход, при котором первоначально определяется положение пути, после чего, при необходимости, вносят коррективы, учитывающие локальные ограничения на сдвиги пути, вызванные наличием мостов, переездов и пр. В результате расчета выявляются, в том числе, длинные неровности пути (30 м – 300 м и более) в плане (заводины) в прямых, переходных, круговых кривых и в продольном профиле (длинные лощины), которые выправляются в процессе рабочего прохода машины. Эта система может работать и работает (на трех машинах ВПО-3000, ВПОЗ-3000 Московской ж.д.) при несимметричной хорде с любым соотношением плеч этой хорды.

Изготовителем и поставщиком этой системы является ООО «МАТЕСС». Она может применяться на всех типах выправочно-подбивочно-рихтовочных машин циклического, непрерывно-циклического и непрерывного действия (ВПР-02, ВПРС-02, ВПРС-03, Дуоматик, Унимат, ВПО-3000, ВПОЗ-3000 и пр.). Система изготовлена на базе промышленного оборудования ведущих мировых производителей и предназначена для работы на путевых машинах в условиях вибрации, ударных нагрузок, повышенной влажности и запыленности, электро и радиопомех, температуре окружающей среды от –20 до +70 °С.

В отличие от всех известных систем, МС ВНИИЖТ-МАТЕСС обеспечивает установку пути в проектное положение в плане, в продольном профиле и по уровню в прямых и кривых участках пути любой сложности с четкой фиксацией начала (конца) переходной кривой по длине пути, проектных параметров и соответствие возвышения по уровню кривизне пути в плане. Эта система может работать с предварительной измерительной поездкой и без нее. Без предварительной измерительной поездки при работе непосредственно за щебнеочистительной машиной или при недостатке времени в «окно» (в режиме сглаживания) эта система позволяет вводить проектные параметры кривизны пути в плане и возвышения по уровню любой сложности и конфигурации.

В режиме с предварительной измерительной поездкой при рабочем проходе машины с МС ВНИИЖТ-МАТЕСС обеспечиваются:

- установка пути в проектное положение с реализацией проектных длин переходных кривых, радиусов и возвышений в круговых кривых, прямых вставок в S-образных и составных кривых с учетом четкой привязки к длине пути по проекту;

- выправка длинных (30...300 м и более) и коротких неровностей пути в плане в прямых, переходных и круговых кривых, в продольном профиле, положения пути по уровню с учетом, при необходимости, габаритных мест (переезды, мосты и пр.);

- плавность пути, удовлетворяющая пропуску пассажирских поездов с высокими скоростями.

Разработанная во ВНИИЖТе система рассчитывает пространственное положение пути, обеспечивает определение параметров кривизны пути в плане и положения пути по уровню, соответствующих реальному положению пути, и возможность использования этой достоверной информации для паспортизации пути.

Результаты длительной эксплуатации этих систем (с 1997 г. по настоящее время) на машинах разного типа (ВПр-02, ВПр-02М, ВПрС-02, ВПрС-03, ВПО-3000, ВПОЗ-3000) показали, что высокое качество выправленного пути машинами, оборудованными этой системой, позволяет сохранять его стабильное положение длительное время. При этом уменьшается боковой износ рельсов и колесных пар подвижного состава, в стабильном состоянии сохраняется конструкция пути, снижается количество предупреждений об ограничении скоростей движения поездов, повышаются скорости движения поездов. Это подтверждено актами испытаний, в том числе приемочных, результатами эксплуатации машин, оборудованных МС ВНИИЖТ-МАТЕСС, отзывами и справками, полученными с дорог. Подтверждена не только ее эффективность, но и высокая надежность. Система проста в эксплуатации и не требует специальной подготовки машинистов компьютерной технике. Экономический эффект от использования составляет свыше 2 млн руб./год на одну систему.

Необходимо отметить, что в последние годы микропроцессорная система, разработанная во ВНИИЖТе, получила свое дальнейшее развитие. Успешно выполняются работы по обеспечению выправки пути и установки его в проектное положение в неподвижной системе координат с использованием реперной сети. Впервые разработан метод расчета положения пути в пространстве в неподвижной системе координат с учетом реперной сети и устройство для его осуществления, защищенные патентом Российской Федерации (патент № 2212486 от 05.02.2001 г.). Для осуществления работы по этому варианту в МС ВНИИЖТ-МАТЕСС устанавливается другая версия программного обеспечения, выправочно-подбивочно-рихтовочная машина оснащается видеоизмерительным устройством (рис. 2) и другим необходимым дополнительным оборудованием. При работе по этому варианту видеоизмерительное устройство автоматически определяет местоположение репера и измеряет фактическое положение пути относительно метки, расположенной на репере, в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Между реперами измеряются стрелы изгиба (прогиба), положение пути по уровню штатной контрольно-измерительной системной машины. По результатам сравнения измеренного фактического положения пути с проектными значениями в местах расположения реперов, а также с учетом измеренных стрел изгиба (прогиба) и по-

ложения пути по уровню между реперами осуществляется расчет требуемых сдвигов и подъемов пути для всего участка с дискретностью по длине пути 1 метр. При рабочем проходе машины в автоматическом режиме реализуются расчетные величины сдвигов и подъемов пути, путь устанавливается в проектное положение в неподвижной системе координат с использованием реперной сети. Для измерения фактического положения пути и сопоставления его с проектным положением могут быть использованы репера, установленные на опорах контактной сети, или репера-приемники с использованием спутниковых радионавигационных систем (ГЛОНАСС – Россия; GPS – США).



Рис. 2. Видеоизмерительное устройство

Исследования, проведенные во ВНИИЖТе, позволили на базе метода, реализованного в МС ВНИИЖТ-МАТЕСС, обеспечить расчет положения пути в пространстве в плане на прямых, переходных и круговых кривых и в продольном профиле по результатам измерения пути вагонами-путеизмерителями типа КВЛП. В качестве примера на рис. 3 и 4 приведены результаты расчета положения пути в плане после его ремонта. Наглядно видно, что на некоторых участках пути (рис. 3) отклонения от проектной оси пути не превышают по положению 15...25 мм, а на других участках (рис. 4) – превышают 70...90 мм с периодом 200 м. Результаты этих работ могут быть использованы для мониторинга геометрии пути.

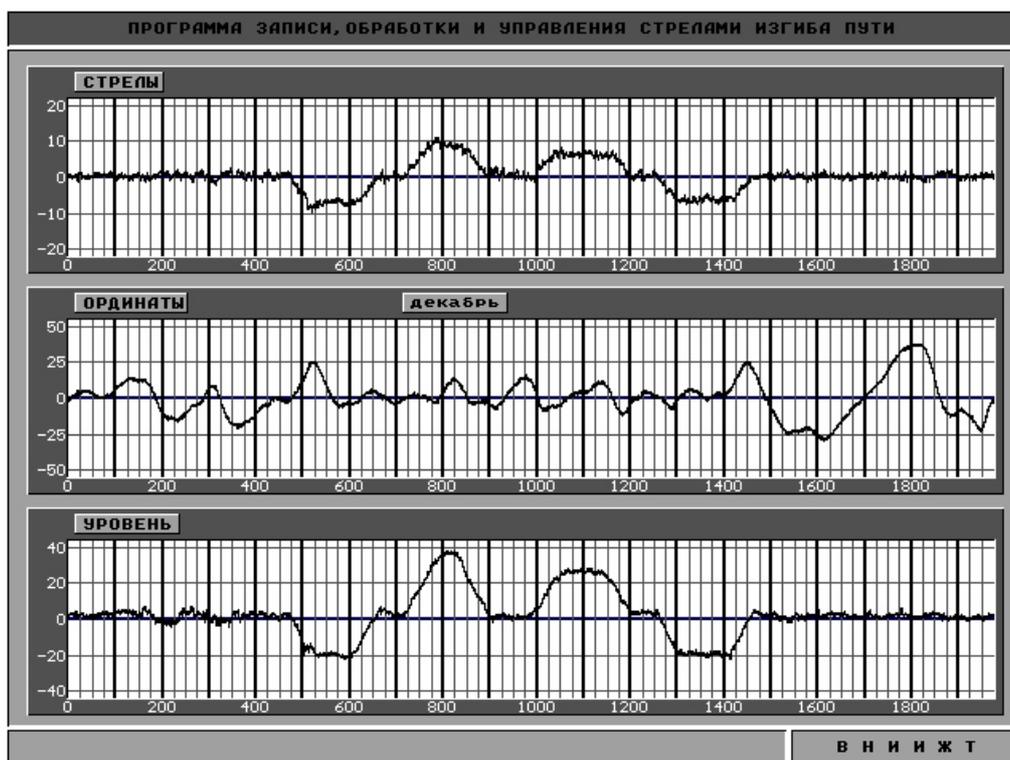


Рис. 3. Москва Пасс.–Смоленск, II путь (Московская ж. д.)

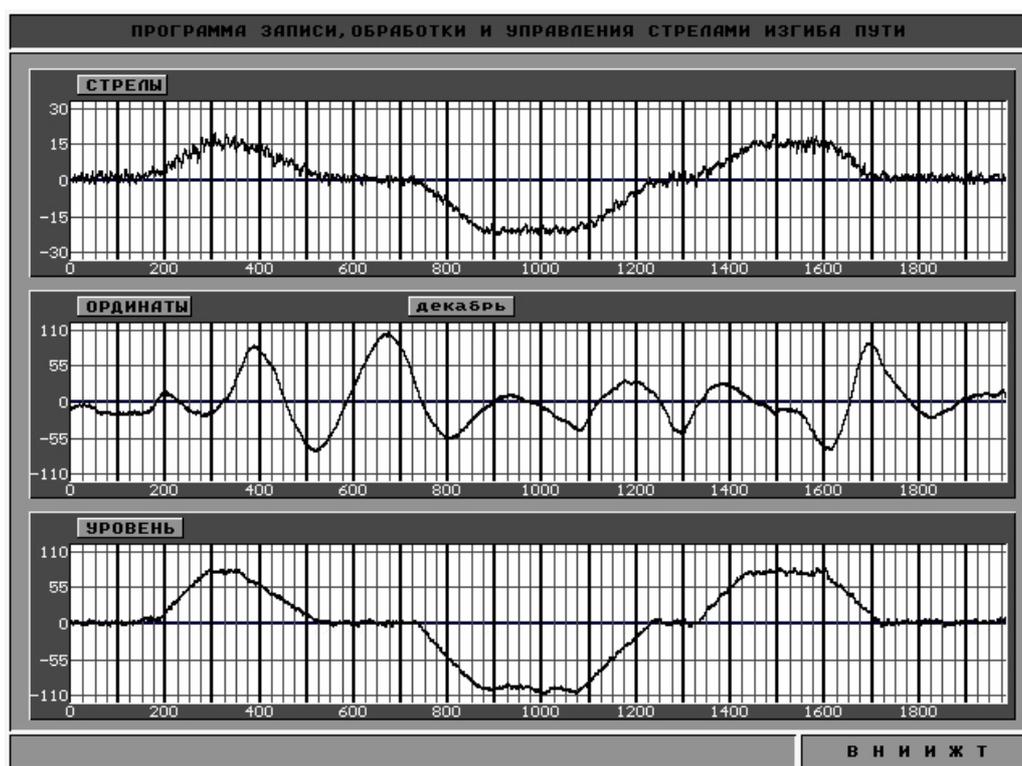


Рис. 4. Москва Пасс.–Минск, I путь (Московская ж. д.)

Расчет положения пути в пространстве с использованием методов, разработанных во ВНИИЖТе, открывает новые возможности информационного характера, разработки новых

методов оценки геометрии пути, мониторинга геометрии пути и прочих направлений.

Поступила в редколлегию 21.06.2005.