

## ВЛИЯНИЕ ПЛАНА ПУТИ НА СКОРОСТЬ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ РАСХОДЫ

Розглядається вплив параметрів плану на швидкість та експлуатаційні витрати.

Рассматривается влияние параметров плана на скорость и эксплуатационные расходы.

The influence of plan parameters on speed and operational expenses is examined.

Как известно, план железнодорожного пути должен состоять из прямых и кривых участков. При этом кривые участки должны состоять из круговых и так называемых переходных кривых. Переходные кривые предназначены для плавного соединения прямых и круговых кривых и устраиваются в виде фрагментов радиоидальной спирали.

Пятьдесят лет назад к элементам плана было «бережное» отношение и при строительстве, и при ремонтах, и при эксплуатации. Все измерения выполнялись специальными приемами, позволяющими контролировать точность, положение пути в плане закреплялось специальными знаками. Такие подходы давали возможность достаточно точно обеспечивать положение пути в плане.

Появление специальных вагонов и машин для контроля и ремонта пути создало ложное впечатление, что теперь вопросы измерений и исправления положения пути можно возложить на них. В результате путь на всех направлениях был «зарихтован», параметры плана, нанесенные на проектных документах, на сегодня не имеют практически ничего общего с реальным положением.

Пока скорости пассажирских и грузовых поездов несильно отличались, комфортность поездки вообще не анализировалась, а экономика носила «затратный» характер, такое положение дел никого не беспокоило. Сегодня, когда, с одной стороны, мы идем по правильному направлению повышения скоростей движения пассажирских поездов, а с другой – хотим в условиях экономического кризиса нести минимальные расходы на передвижение поездов, такой подход к плану железнодорожного пути становится расточительным и даже опасным.

Дело в том, что допускаемые скорости движения определяются для проектного положения пути, которого, как уже отмечалось, на самом деле нет. Устанавливая допускаемые ско-

рости, исходят из того, что ряд параметров движения, такие как непогашенное ускорение, скорость нарастания ускорений и скорость опускания колеса, не превысят допускаемых значений.

Поскольку при движении поезда по кривой возникает центробежное ускорение, для уменьшения его величины состав наклоняют за счет возвышения наружного рельса в кривой по отношению к внутреннему. Т.к. по одной и той же кривой едут поезда с разными скоростями, возвышение устанавливают так, чтобы ускорения наружу кривой для более быстрых поездов и ускорения внутрь кривой для более медленных поездов не превышали допусков. Эти ускорения и называют непогашенными. Для большинства случаев ускорение наружу круговой кривой не должно превышать  $0,7 \text{ м/с}^2$ , а внутрь –  $0,3 \text{ м/с}^2$ .

Следует отметить, что разделение пассажирских и грузовых перевозок по направлениям делает разницу между скоростями отдельных поездов несущественной, в результате имеем практически нулевые значения непогашенных ускорений. Это, в свою очередь, приводит к снижению расходов, связанных с износом пути и подвижного состава.

В прямой (если она действительно прямая) поперечных ускорений нет. Для плавного перехода от прямой к круговой кривой, как уже говорилось, устраивается переходная кривая. Даже если она не предусмотрена проектом, переходная кривая сама формируется под проходящими поездами. При движении по переходной кривой возникает два неблагоприятных фактора. Во-первых, в пределах переходной кривой нарастает поперечное ускорение. Скорость этого нарастания нормируется величиной  $0,6 \text{ м/с}^3$ . Во-вторых, скорость опускания колеса в пределах переходной кривой не должна превышать  $28 \text{ мм/с}$  (в некоторых случаях допускается  $35 \text{ мм/с}$ ).

Как показывает анализ существующих участков плана, именно короткие переходные кривые в абсолютном большинстве случаев ограничивают скорость движения и приводят к неблагоприятным динамическим воздействиям на путь и подвижной состав. Также из-за коротких переходных кривых практически ничего в наших условиях не дает внедрение поездов с принудительным наклоном кузова.

Серьезные вопросы вызывают также участки, считающиеся якобы прямыми. Нормы содержания позволяют считать прямым участок, на котором чередуются круговые кривые с радиусом 5000 м. В то же время такие участки требуют устройства возвышения наружного рельса при скоростях выше 130 км/ч. Поэтому такие нормы являются недопустимыми для линий, на которых обращаются «Столичные экспрессы». На обычных линиях такие «несуществующие» кривые приводят к боковым воздействиям, влиянию и раскачиванию поездов.

Если реальные характеристики плана линии отличаются от проектных, это может вызвать либо ограничение скорости, либо превышение нормативов, что в свою очередь будет приводить к снижению уровня безопасности и комфорта движения и к увеличению сил взаимодействия между колесами подвижного состава и элементами верхнего строения пути. Вследствие увеличения этих сил повышается износ рельсов и других элементов верхнего строения пути, а также колес и элементов подвижного состава.

На комфортность движения у нас пока что почти не обращают внимания, а вот повышенный износ непосредственно приводит к дополнительным затратам на эксплуатацию. В связи с этими факторами и возникает острая потребность в наведении порядка с соблюдением геометрических характеристик плана железнодорожного пути. При этом необходимо решить четыре задачи. Во-первых, необходимо с достаточной точностью получать информацию о положении железнодорожного пути в плане. Во-вторых, при проектировании следует получать проектные решения, которые реально могут быть реализованы при ремонте или модернизации. В-третьих, необходимо при ремонтах ставить путь в положение, соответствующее проектным решениям, и контролировать выполнение таких работ. И наконец, в-четвертых, необходимо обеспечить надежный контроль положения пути в плане в процессе эксплуатации.

Для решения этих задач сегодня предлагается много различных машин и устройств. Обо-

рудование их спутниковыми навигационными системами, гироскопами, бесконтактными системами измерений, компьютерными комплексами делает стоимость таких машин и устройств достаточно высокой, но кроме увеличения стоимости никаких существенных изменений точности не происходит.

Например, сегодня большие надежды возлагают на путеизмерительные вагоны ЦНИИ-4 и КВЛ-П. Производители этих вагонов обещают по результатам своих заездов оценивать с высокой точностью параметры плана. Спутниковые навигационные системы, которые устанавливаются на такие вагоны, действительно могут давать точность получения координат приемника около 5 мм. Для этого приемник должен простоять над каждой точкой 60 минут, при этом второй приемник должен постоянно находиться над точкой с известными координатами. Но все равно при этом мы получим координаты приемника, который находится достаточно далеко от оси пути, вертикальность оси приемника и ее совпадение с осью пути ничем не гарантируется. При движении точность координат приемника ухудшается и составляет около одного метра. Для получения в движении точности порядка 20 мм необходимо создать вдоль линии проезда базовые постоянные станции наблюдения и устанавливать движущийся приемник на специальную гироскопическую платформу.

Исходя из этого, спутниковые системы, установленные на этих вагонах, позволяют весьма ориентировочно оценивать координаты вагона. Так как эти вагоны оценивают пройденный вагоном путь в 20 раз хуже, чем измерения обычной рулеткой, это тоже не позволяет ориентироваться на данные их заездов для оценки параметров плана линии.

Измерение кривизны пути современными вагонами-путеизмерителями производится косвенно через смещение линии рельсов относительно оси вагона. Существенная асимметрия съемки и погрешности измерительных систем дают результаты измерения кривизны никак не лучше простейших «ручных» способов измерения.

Для оценки динамических характеристик плана линии данные вагонов-путеизмерителей вполне пригодны, но определение параметров плана линии для геоинформационных систем, проектирования выправки плана и определения допускаемых скоростей движения поездов явно нереально, невзирая на достаточно высокую стоимость этих вагонов.

Не для всех задач сегодня могут применяться и современные геодезические приборы. Например, электронные тахеометры, несмотря на их стоимость и сложность, практически не позволяют получить координаты оси пути с точностью выше 20 мм, что явно недостаточно при выправке, когда сами рихтовки находятся практически в этих пределах.

Различные тележки (рис. 1) с установленными на них спутниковыми приемниками и другими измерительными системами также не позволяют добиться требуемой и указанной в рекламных материалах точности из-за наклона штанги с приемником и попыток получения координат спутниковым приемником в процессе движения.



Рис. 1. Измерительная тележка со спутниковым приемником

Не лучше сегодня обстоят дела и с проектированием выправки или переустройства плана линии. Для этих задач зачастую используются недостаточно точные измерения, при расчетах не учитываются реальные возможности реализации запроектированных смещений оси пути. Во многих случаях проектное решение совершенно не оценивается экономически. Например, обеспечение однорадиусности круговой кривой и одинаковых переходных кривых по ее концам может потребовать затрат в десятки раз больших по сравнению с многорадиусной кривой. Но это редко останавливает проектировщиков, тем более, что заказчику «нравится», когда на профиле нарисованы красивые однорадиусные симметричные кривые.

При реализации проекта строительная организация практически не контролирует соответствие полученного плана линии и проектных материалов. В лучшем случае положение пути может очень неточно контролироваться между путями. Проектировщики не осуществляют авторский контроль за реализацией проекта. В результате за соответствие плана линии про-

ектным параметрам несет ответственность инженер техотдела дистанции пути, который не выполнял ни проектирования, ни строительства.

Особо следует остановиться на путерихтовочных машинах. В Украине сегодня эксплуатируется множество типов путерихтовочных машин, в том числе и изготовленных в Австрии. В сопроводительных материалах к австрийским машинам указывается, что они могут обеспечивать постановку пути в проектное положение только при наличии специальных тележек и реперной системы. В противном случае данные машины осуществляют простое сглаживание плана пути. Учитывая отсутствие в Украине и такой реперной системы, и специальных тележек, получение проектных параметров по результатам работы этих машин является абсолютно нереальной задачей. Опытная проверка работы одной из таких машин на перегоне Игрень – Илларионово подтвердила эти выводы. В то же время в различных материалах постоянно указывается выполнение работ по

постановке плана пути в проектное положение, благодаря наличию таких машин.

Единственными машинами, которые дают относительно неплохие результаты работы, являются машины, оборудованные новосибирской системой «Навигатор». Хотя реальной проверки работы таких машин выполнить не удалось, но принципы работы такой системы позволяют надеяться на хорошие результаты при небольших значениях рихтовок. Следует отметить, что «Навигатор» не позволяет проверять соответствие габаритов нормативным значениям и имеет ограниченные возможности по расчету проектного возвышения наружного рельса и допустимых скоростей.

Контроль положения пути в плане при эксплуатации также осуществляется с недостаточной точностью, влияние отклонений не оценивается с точки зрения безопасности и комфортности движения.

В планах Укрзализныци неоднократно поднимался вопрос создания реперной системы для контроля соответствия плана проектному положению. При этом рассматриваются либо чрезвычайно дорогая и при создании, и в процессе эксплуатации европейская реперная система, либо не имеющая никакой практической ценности реперная система, предлагаемая некоторыми российскими железнодорожниками, либо система, которой смогут пользоваться только изыскатели с дорогой геодезической техникой.

Все указанные проблемы сегодня требуют взвешенного и планомерного подхода. Например, расчеты показали, что только за счет правильной установки возвышения в кривых на Львовской дороге можно повысить скорость движения по этим кривым на 20...30 км/ч (или уменьшить износ колес и рельсов при прежних

скоростях), а за счет соответствующего расчета и постановки пути в проектное положение можно поднять маршрутную скорость до 130 км/ч, оставляя путь в пределах существующего земляного полотна, т.е. без огромных затрат на перенос оси трассы.

На многих кривых, которые анализировались, возвышения наружного рельса были установлены по радиусу кривой без учета длины переходных кривых. В результате определяющими ограничениями становились скорость нарастания ускорений и скорость опускания колеса. Только за счет неправильного возвышения по кривой скорость нельзя было устанавливать выше 50 км/ч (вместо 100...120 км/ч).

Специалистами ДИИТа разработаны специальные технологии высокоточной съемки плана линии, программа расчетов выправки плана с обеспечением максимальных скоростей, методика создания относительно простой реперной системы, которая позволит с достаточной точностью выполнять съемку, ставить план пути в проектное положение и контролировать его в процессе эксплуатации.

Все это неоднократно проверялось экспериментально и в Украине, и в России, требует небольших финансовых вложений, а после приведения плана пути в правильное положение позволит повысить скорости движения поездов, улучшить комфортность поездок и снизить расходы, связанные с износом пути и подвижного состава.

Над реализацией таких подходов по нашей методике в настоящее время работают специалисты Восточно-Сибирской дороги и линии Марабда – Ахалкалаки.

Поступила в редколлегию 01.12.2008.