

УДК 625.153

В. Я. Негрей, Е. М. Масловская

Белорусский государственный университет транспорта

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛОГИХ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

Установлено, что максимальная эффективность скоростных стрелочных переводов обеспечивается оптимальным соотношением затрат на их производство и эксплуатацию и эффекта, вызванного минимизацией потерь, связанных с зонами ограничения скоростей движения на отдельных пунктах, в большинстве случаев лимитированными параметрами стрелочных переводов. При переходе к скорости 250 км/ч и более во всех местах необходимо укладывать стрелочные переводы марки не круче 1/32.

Высокоскоростные специализированные магистрали (ВСМ) – объединённая тенденция развития пассажирских перевозок. Анализ мирового опыта показывает, что увеличение скоростей в пассажирском движении до 200 – 250 км/ч достигается:

- 1) строительством новых скоростных магистралей по кратчайшему расстоянию между главными пассажирообразующими пунктами;
- 2) реконструкцией существующих линий (скорость до 200 км/ч);
- 3) совместное использование новых ВСМ и старых модернизированных участков;
- 4) соединение отдельных линий в высокоскоростную сеть.

Развитие общих технических и технологических решений обуславливает и различные требования к одному из основных элементов транспортной коммуникации – стрелочным переводам.

В результате обследования состояния существующих стрелочных переводов на железнодорожной линии Красное – Брест и анализа работоспособности стрелочных переводов по измерениям ширины рельсовой колеи в наиболее неблагоприятных сечениях (в переднем стыке рамного рельса и в середине переводной кривой) выявлено, что имеются отклонения от установленных допусков как по сужению рельсовой колеи (в меньшем количестве случаев), так и по уширению (в большем).

Таким образом, при существующих скоростях движения и принятых ограничениях (до 40 км/ч) часть переводов требует замены уже в ближайшее время. А с повышением скоростей движения вероятность выхода их из строя

резко повысится. Поэтому в результате введения высокоскоростного движения пассажирских поездов необходимо будет выполнить замену практически всех стрелочных переводов.

Анализ реальных проектов ВСМ позволил установить ориентировочное количество переводов на 100 км длины магистрали:

всего комплектов.....	15 – 30;
в том числе для различных типов соединений:	
в диспетчерских съездах.....	8 – 12;
в местах контакта с участками разветвлений ВСМ.....	2 – 4;
на соединениях главных и приёмо-отправочных путей	5 – 14.

В настоящее время общепринято деление скоростных стрелочных переводов на две группы: первая обеспечивает высокие скорости движения только по прямому пути, вторая – как по прямому, так и при движении на боковой путь.

Максимальные скорости движения поездов при отклонении на боковой путь, лимитируемые параметрами стрелочных переводов второй группы (маркой крестовины $1/N$, радиусом переводной кривой R , начальным углом β_n , начальным радиусом острья R_o) изменяются в широких пределах.

Одной из основных характеристик, определяющих выбор марки стрелочных переводов для организации высокоскоростного движения, являются потери времени, связанные с ограничением скорости поездов при отклонении на боковой путь, которые рассчитаны с использованием метода приближённых тяговых расчётов (среднее значение ускорений разгона и замедления поезда в определённых диапазонах скоростей).

С ростом скорости движения (при прочих равных условиях) увеличение пологости стрелочного перевода позволяет сократить потери времени при прохождении поездом данного перевода. Например, при $v = 300$ км/ч и увеличении пологости с 46 до 65 время хода сокращается на 60 %.

Одной из основных характеристик, определяющих эффективность укладки пологих стрелочных переводов, является обоснованная оценка 1 пассажиро-часа, реалистичность которой обеспечивает получение достоверных результатов.

В настоящее время целесообразно рассматривать диапазон стоимости 1 пассажиро-часа с учётом разных гипотез экономического развития страны от одного до трёх долларов США.

Внедрение стрелочных переводов пологих марок требует дополнительных капитальных вложений и годовых эксплуатационных расходов по сравнению с базисным вариантом, ориентированным на применение стрелочных переводов марки 1/18. Для расчёта дополнительных капитальных вложений, связанных с применением стрелочных переводов пологих марок, обобщён

мировой опыт. Установлено увеличение годовых эксплуатационных расходов по сравнению с базовым вариантом.

Например, увеличение пологости марки крестовины с 18 до 30 требует дополнительных капитальных вложений примерно 8000 \$, а до 60 – 38000 \$. Аналогичным образом дополнительные эксплуатационные расходы на содержание стрелочных переводов пологих марок при увеличении N с 18 до 30 составляет 75000 \$, а при увеличении до 60 – 140000 \$ (на 100 км длины железнодорожного полотна).

Одна из центральных проблем проектирования высокоскоростных магистралей – принятие решения. От её успешного решения зависит эффективность использования духовных и материальных ресурсов.

В подавляющем большинстве случаев для оценки вариантов используется такой показатель, как суммарные приведенные строительно-эксплуатационные затраты. Они включают капитальные вложения и эксплуатационные затраты за период времени АТ, причём принципом методики расчёта является принцип адаптивного сложения капитальных вложений и эксплуатационных расходов, а для того чтобы сделать затраты, проводимые в разное время, соизмеримыми, применяется коэффициент приведения затрат.

Однако исследования показывают, что в связи с непрерывным увеличением затрат на добычу топлива, ростом расходов по содержанию постоянных устройств и другим причинам даже при постоянных размерах перевозок эксплуатационные расходы увеличиваются, поэтому эффективность укладки пологих стрелочных переводов необходимо определять по следующей принципиальной формуле:

$$E = \sum_{t=0}^{t_0} K_t \eta_t + \sum_{t=1}^{t_0} \Xi_t \eta_t,$$

где K_t , Ξ_t – капитальные вложения и эксплуатационные расходы в t -м году;
 η_t – коэффициент, учитывающий уменьшение значимости затрат через t лет;

t_0 – период суммирования расходов.

Коэффициент η_t определяется по формуле

$$\eta_t = \frac{1 \pm \varphi t}{(1 + E)^t},$$

где ϕ – темп изменения (или функция) цен на строительство или норм эксплуатационных расходов;

E – норма дисконта.

Применение пологих марок стрелочных переводов обеспечивает экономию:

- годовых эксплуатационных расходов, связанных с временем движения поездов по магистрали (поездо-часами), и расхода энергии;
- времени пассажиров, связанную с сокращением продолжительности их нахождения в поездах.

Эти два вида эффекта напрямую связаны с размерами движения и пологостью стрелочного перевода.

В общем виде экономия от сокращения затрат времени пассажиров, размеры эффекта от сокращения эксплуатационных расходов, связанных с временем движения поездов по магистрали (поездо-часами), и экономия электроэнергии образуют суммарную величину эффекта в зависимости от пологости марки стрелочного перевода.

Пологость стрелочных переводов зависит также от величины дополнительных расходов, состоящих из дополнительных затрат на пологие стрелочные переводы, и эффекта от увеличения пологости N . Оптимальная пологость стрелочного перевода находится в зоне 32-34, если $n=3$ пары поездов, стоимость одного пассажиро-часа – 1,2 \$, одного поезда-часа – 62 \$.

В этом случае дополнительные затраты окупятся эффектом от сокращения затрат времени пассажиров на перемещение и движение поездов по магистрали.

Аналогичные расчёты были выполнены для других подсистем двухпутных высокоскоростных магистралей. В частности, установлено, что диспетчерские съезды при потребной скорости по прямому пути 250 – 300 км/ч и скорости на боковой путь 100 – 130 км/ч целесообразно проектировать стрелочными переводами марки 1/22 – 1/30; отклонения и разветвления линий рационально осуществлять в зависимости от количества поездов стрелочными переводами марки 1/32 – 1/70. При отклонении 3 – 5 поездов на боковой путь и скорости 130 – 160 км/ч необходимо применять стрелочные переводы пологости 1/35 – 1/40; 5 – 8 поездов – 1/40 – 1/50; 10 поездов – 1/60 – 1/70.

Выполненные расчёты позволяют прогнозировать потребное количество стрелочных переводов пологих марок. При переходе к скорости 250 км/ч и более во всех местах необходимо укладывать стрелочные переводы марки не круче 1/32. Поэтому существующие стрелочные переводы пологости 1/22 экономически не выгодно размещать на двухпутных высокоскоростных магистралях, а необходимо проектировать выпуск новых стрелочных переводов более пологих марок.

Для линии Брест – Минск – Красное протяжённостью 603 км в соответствии с расчётами необходимо иметь следующее количество комплектов переводов пологих марок:

- в диспетчерских съездах – 78 шт. пологости 1/22 – 1/30;
- в местах контакта с участками и разветвлениями высокоскоростной магистрали – 18 шт. пологости 1/32 – 1/34;
- на соединениях главного и приёмо-отправочных путей – 48 шт. пологости 1/35 – 1/40.

Анализируя главные факторы, определяющие показатели и инвестиционную привлекательность введения высокоскоростного движения пассажирских поездов, лицо, принимающее решение, может учесть реальную обстановку и формировать параметры стрелочных переводов в транспортной коммуникации, обеспечивающие достижение заданного результата на рынке транспортных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шахуняц Г.М. Проектирование железнодорожного пути. – М.: Транспорт, 1987. – 480 с.
- 2 Негрей В.Я., Негрей Н.П. Принятие решений при развитии железнодорожных станций и узлов // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов: Межвуз. сб. науч. тр. – Гомель: БелИИЖТ, 1992. – С. 17 – 27.
- 3 Иващенко Г.И. Стрелочные переводы для повышения скоростей движения по ответвлённому пути: Тр. ЦНИИ МПС. 1960. Вып. 193. С. 11 – 17.

Получено 09.02.2001