

УСИЛЕНИЕ МОЩНОСТИ 19-КИЛОМЕТРОВОГО ТОННЕЛЯ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ТРАНЗИТНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ МЕЖДУ КИТАЕМ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮЖНОЙ АЗИЕЙ

*Саидов Абдоржон Анварович, магистрант 2-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Мавлонов Мансур Одилевич, магистрант 2-го курса
кафедры «Инженерия железных дорог»*

*Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент
(Научный руководитель – Умаров Х.К., канд. техн. наук, доцент)*

Согласно Постановлению Правительства Республики Узбекистан № ПП-1985 в 2013 году начато строительство железной дороги Ангрен – Пап. Проект был разработан с учетом сложнейших инженерно-топографических условий и в 2016 году железнодорожная линия введена в эксплуатацию. В составе проектной документации имеется большой проект по строительству 19-километрового тоннеля. Проектом предусмотрено не только соединить железной дорогой Ферганскую долину с остальной частью территории Республики Узбекистан, но и обеспечить кратчайшие пути для экономического взаимодействия территорий Западного Китая с Южной Азией. Однако планы по соединению Западного Китая со странами Южной Азии в силу ряда причин откладывались на неопределенное время.

В данный момент решение вопроса о соединении Западного Китая с Южной Азией снова становится актуальным за счет пересмотра причин, по которым было приостановлено соединение этих двух важных территорий. Реализация планов по соединению Западного Китая со странами Южной Азии по линии Ангрен - Пап может привести к значительному росту размеров перевозок. Однако, ситуация с объемами перевозок в первые 5 - 15 лет при условии эксплуатации железнодорожной линии Ангрен - Пап и находящейся в её составе 19-ти километрового тоннеля весьма неопределенна.

Известно, что размер первоначальных инвестиций для строительства железных дорог, сроки проведения последующих реконструктивных мероприятий по усилению мощности линии, а также эксплуатационные расходы в значительной степени зависят от размеров и динамики роста объемов перевозок.

Усиление мощности тоннеля (строительство второго тоннеля), с целью переключения транзитных грузопотоков между Китаем и Центральной и Южной

Азией, требует значительных дополнительных инвестиций и привлечения иностранных специалистов. Кроме того, железная дорога Ангрэн - Пап расположена в горных условиях, что создает большие трудности сооружения в таких условиях 19-ти километрового тоннеля и влечёт большие эксплуатационные расходы. Именно в таких сложнейших условиях требуется анализ неопределенностей и рисков при обосновании усиления мощности железнодорожной линии Ангрэн – Пап с целью переключения транзитных грузопотоков между Китаем и Центральной и Южной Азией и, в частности при оценке усиления мощности 19-километрового тоннеля. Правильная оценка рисков даст возможность экономии строительно-эксплуатационных расходов и повышения конкурентоспособности с альтернативными видами транспорта.

Прогнозный грузопоток по железным дорогам между Китаем и Центральной и Южной Азией для 2020 года – 7,24 млн. тонн, для 2025 года – 8,58 млн. тонн и для 2031 года – 10,72 млн. тон [1].

По проекту на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 предполагается осуществление грузовых перевозок в размере 21 пары поездов в сутки [2]. Очевидно, что усиление мощности перегона ст. Сардала – Разъезд 2 необходимо при переключении транзитных грузопотоков между Китаем и Центральной и Южной Азией. Увеличение мощности перегона ст. Сардала – Разъезд 2 в перспективе, является как сложным, так и дорогостоящим.

Для организации безостановочного скрещения необходим двухпутный участок достаточно большого протяжения (не менее 4-5 км), что требует значительных капиталовложений. Поэтому введение безостановочного скрещения осуществляется, как правило, в качестве этапа усиления мощности однопутной железной дороги по мере увеличения размеров движения. При этом наряду с двухпутными участками, образованными путем удлинения одного из станционных путей, как правило, с целью существенного увеличения пропускной способности линии сооружают двухпутные ставки (Рис. 1).

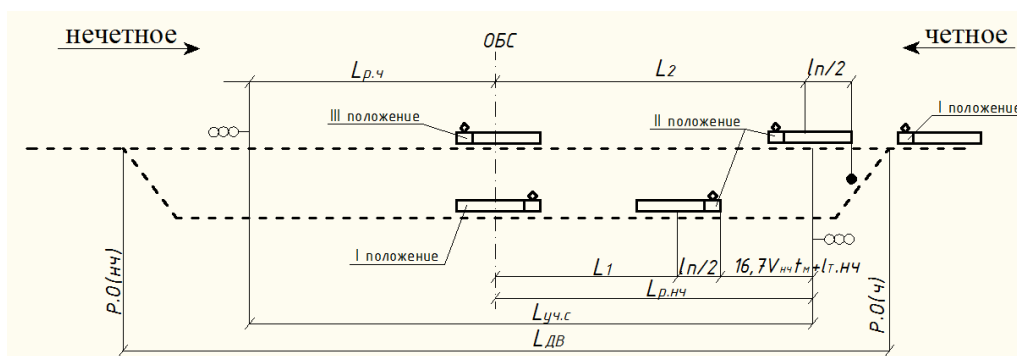


Рисунок 1 – Схема участка безостановочного скрещения поездов на перегоне

Введение безостановочного скрещения поездов позволяет увеличить пропускную способность участка (перегона) в $1,5 \div 1,7$ раза и повысить участковую скорость на $40 \div 60\%$ [3], снизив, тем самым, требуемое количество локомотивов, вагонов, локомотивных бригад и т.д.

Ниже рассматривается аналитический метод определения длины двухпутного участка безостановочного скрещения поездов.

Как видно из рис. 1 при расчете длины участка скрещения ($L_{уч.с}$) фиксируются три положения поездов:

I положение – момент, когда середина нечетного поезда находится на оси безостановочного скрещения (ОБС), а четный еще не вступил на участок скрещения;

II положение – хвост четного поезда за предельным столбиком входной стрелки и не достиг изолирующего стыка, т. е. не освободил перегон. В этот момент голова нечетного поезда должна находиться от выходного сигнала нечетного направления на расстоянии, равное длине тормозного пути $l_{т.нч}$ с учетом дополнительного расстояния ($l_{доп}$), эквивалентного времени, необходимого для установки маршрута и открытия выходного сигнала, т. е. $l_{доп} = 16,7V_{нч} \cdot t_m + l_{т.нч}$; здесь t_m – время подготовки маршрута, $l_{т.нч}$ – длина тормозного пути нечетного поезда (определяется тяговыми расчетами);

III положение – это момент, когда середина четного поезда находится на ОБС.

Из изложенного ясно, что за период времени от I до II положения нечетный поезд проходит расстояние L_1 :

$$L_1 = L_{р.нч} - \left(\frac{t_m}{2} + 16,7V_{нч} \cdot t_m + l_{т.нч} \right), \text{ м} \quad (1)$$

где $V_{нч}$ - скорость движения нечетного поезда от оси безостановочного скрещения до выходного светофора, км/ч; t_m - время формирования маршрута (при автоблокировке составляет $0,2 \div 0,3$ мин); $l_{т.нч}$ - расчетная длина тормозного пути; $V_{нч}$ - скорость движения нечетного поезда от оси безостановочного скрещения до выходного светофора, км/ч; $V_{вх.ч}$ - скорость входа четного поезда на участок ОБС, км/ч.

Затрачиваемое время, мин:

$$t_1 = \frac{L_1}{16,7 \cdot V_{нч}}, \text{ мин} \quad (2)$$

Если обозначить время хода поезда между II и III положениями t_2 , мин, и принять, что предельный столбик входной стрелки и выходной сигнал размещены в одном сечении, то получим:

$$t_2 = \frac{L_2}{16,7 \cdot V_{\text{вх.ч}}} = \frac{L_{\text{р.нч}} - \frac{l_{\text{п}}}{2}}{16,7 \cdot V_{\text{вх.ч}}}, \text{ мин} \quad (3)$$

Сумма $(t_1 + t_2)$, мин, характеризует величину разновременности прибытия поездов:

$$t_{\text{разн}} = t_1 + t_2 = \frac{L_{\text{р.нч}} - \left(\frac{l_{\text{п}}}{2} + 16,7 \cdot V_{\text{нч}} \cdot t_{\text{м}} + l_{\text{т.нч}}\right)}{16,7 \cdot V_{\text{нч}}} + \frac{L_{\text{р.нч}} - \frac{l_{\text{п}}}{2}}{16,7 \cdot V_{\text{нч}}}, \text{ мин} \quad (4)$$

Решив полученное уравнение в относительно $L_{\text{р.нч}}$, имеем:

$$L_{\text{р.нч}} = \frac{l_{\text{п}}}{2} + \frac{16,7(t_{\text{разн}} + t_{\text{м}})V_{\text{нч}} \cdot V_{\text{вх.ч}} + l_{\text{т.нч}} \cdot V_{\text{вх.ч}}}{V_{\text{нч}} + V_{\text{вх.ч}}}, \text{ м} \quad (5)$$

а $L_{\text{р.ч}}$ определится по формуле (6):

$$L_{\text{р.ч}} = \frac{l_{\text{п}}}{2} + \frac{16,7(t_{\text{разн}} + t_{\text{м}})V_{\text{ч}} \cdot V_{\text{вх.нч}} + l_{\text{т.ч}} \cdot V_{\text{вх.нч}}}{V_{\text{нч}} + V_{\text{вх.ч}}}, \text{ м} \quad (6)$$

Длина участка скрещения (расстояние между выходными сигналами):

$$L_{\text{уч.с}} = L_{\text{р.нч}} + L_{\text{р.ч}}, \text{ м}, \quad (7)$$

а полная длина двухпутной вставки с учетом длин горловин:

$$L_{\text{дв}} = L_{\text{уч.с}} + L_{\text{г}}, \text{ м} \quad (8)$$

где $l_{\text{п}}$ - длина поезда, м; ОБС – ось безостановочного скрещения; L_1 - расстояние между I и II положениями поезда, движущегося в нечетном направлении; L_2 - расстояние между II и III положениями поезда, движущегося в четном направлении; $L_{\text{уч.с}}$ - длина участка безостановочного скрещения поездов четного и нечетного направлений; $L_{\text{дв}}$ - полная длина двухпутной вставки с учетом горловин; РО(нч), РО(ч) – расчетные оси (начало) двухпутного участка нечетного и четного направлений; $L_{\text{р.ч}}$, $L_{\text{р.нч}}$ - расстояние от оси безостановочного скрещения до выходного сигнала в четном и нечетном направлениях.

Ниже представлены предлагаемые мероприятия по усилению интересующего перегона.

Расстояние от оси безостановочного скрещения до выходного сигнала в четном и нечетном направлениях на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 определяется по формулам (5) и (6):

$$L_{p,нч} = \frac{651}{2} + \frac{16,7(3 + 0,2) \cdot 50 \cdot 40 + 1200 \cdot 40}{50 + 40} = 2046,4 \text{ м};$$

$$L_{p,ч} = \frac{651}{2} + \frac{16,7(3 + 0,2) \cdot 40 \cdot 50 + 1200 \cdot 50}{50 + 40} = 2179,7 \text{ м};$$

Длина участка скрещения (расстояние между выходными сигналами) определяется по формуле (7):

$$L_{уч.с} = 2046,4 + 2179,7 = 4226,1 \text{ м}$$

Длина двухпутной вставки с учетом длин горловин на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 определяется по формуле (8).

$$L_{дв} = 4226,1 + 2 \cdot 39,063 = 4304,23 \text{ м}$$

Необходимо уложить второй путь на участке безостановочного скрещения поездов, два стрелочных перевода.

На рис. 2 приведены итоговые результаты по усилению мощности перегона ст. Сардала – Разъезд 2.

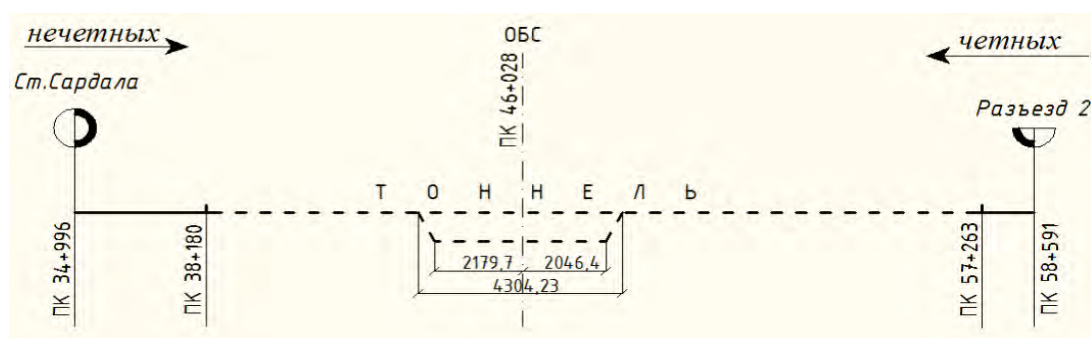


Рисунок 2 – Результаты усиления мощности перегона Сардала – Разъезд 2

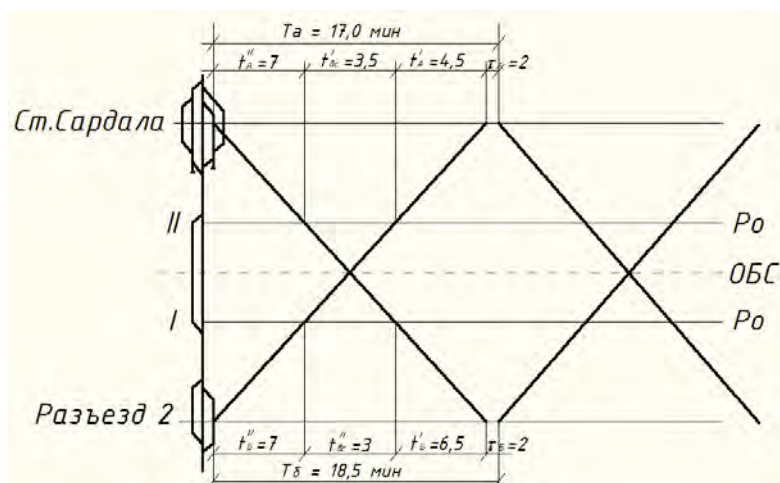


Рисунок 3 – Организация движения поездов при наличии двухпутной вставки на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2

Как видно на рис. 3 при наличии на перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 двухпутной вставки, позволяющей реализовать безостановочное скрещение поездов, пропускной способностью перегона можно определить по формуле (9):

$$n = \frac{(1440 - t_{\text{ТЕХН}}) \cdot \alpha_{\text{н}}}{T_{\text{А}} + T_{\text{Б}}}, \left(\frac{\text{пар поездов}}{\text{сутки}} \right) \quad (9)$$

$$n = \frac{(1440 - 90) \cdot 0,95}{17,0 + 18,5} = 36 \frac{\text{пар поездов}}{\text{сутки}}$$

где $t_{\text{ТЕХН}}$ – технологическое окно, на основе статических данных $t_{\text{ТЕХН}}$ принимается равным на однопутных линиях 90 мин; $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент надежности, с учетом отказов подвижного состава. В целом коэффициент надежности при расчете наличной пропускной способности принимается на электрифицированных однопутных линиях 0,95; t'_A, t''_A, τ'_{bc} – время хода нечетного и четного поездов между ст. Сардала и двухпутной вставкой и интервал безостановочного скрещения по расчетной оси I, мин; t'_B, t''_B, τ'_{bc} – время хода нечетного и четного поездов между Разъезд 2 и двухпутной вставкой; τ'_{bc}, τ''_{bc} – и интервал безостановочного скрещения по расчетной оси I и II, мин.

Количество грузовых поездов на участках с преимущественным грузовым движением определяется по формуле (10):

$$n_{\text{гр}} = n - n_{\text{пс}} \cdot \varepsilon_{\text{пс}} - n_{\text{сб}}(\varepsilon_{\text{сб}} - 1), \text{ (пар поездов/сутки)} \quad (10)$$

$$n_{\text{гр}} = 36 - 2 \cdot 1,7 - 1 \cdot (1,8 - 1) = 32 \text{ пар поездов/сутки.}$$

где n – пропускная способность участка; ε_{nc} , ε_{cb} – коэффициент съема для пассажирских и сборных грузовых поездов $\varepsilon_{nc} = 1,7$; $\varepsilon_{cb} = 1,8$; n_{nc} , n_{cb} – размеры движения (поездов, пар поездов) различных категорий; пассажирских и сборных поездов $n_{nc} = 2$; $n_{cb} = 1$.

На перегоне ст. Сардала – Разъезд 2 устройство двухпутной вставки позволяет организовать безостановочное скрещение поездов повысить количество грузовых поездов на участках на 11 пар в сутки.

Заключение

Овладение перевозками предполагается на перегоне ст. Сардала – Раз.2 строительством двухпутной вставки. На этом перегоне устройство двухпутных вставок позволяет организовать безостановочное скрещение поездов и тем самым повысить пропускную способность однопутной линии. Мероприятие является наиболее экономичным, так как требует менее значительных капитальных вложений, чем строительство на перегоне второго пути. Если предложенное мероприятие будет выполнено во время реализации основного проекта, это будет экономически выгоднее на 20-25 %, чем рассматриваемый перегон в перспективе.

Литература:

1. Математическая модель по прогнозированию грузопотока Китая и Южной Кореи между Центральной и Южной Азией / Х. К. Умаров, Е. С. Свинцов // Известия. Вестник. Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2015. – Вып. 2 (58). – С. 104-110.
2. Строительство железнодорожной линии Ангрэн - Пап и ее роль в формировании сети железных дорог республики Узбекистан / Х. К. Умаров, Е. С. Свинцов // Известия. Петербургского университета путей сообщения. – 2014. – Вып. 4 (41). – С. 80-86.
3. Железнодорожные станции и узлы / И.Е. Савченко, С.В. Зембликов, И.И. Страковский. – М.: Транспорт, 1973.