

$$N = ((1440 - t_{\text{тех}}) / I) \cdot \alpha_{\text{над}},$$

где 1440 – количество минут в сутках; $t_{\text{тех}}$ – продолжительность технологического окна, мин.; I – интервал движения поездов в пакете при полуавтоматике блокировки; $\alpha_{\text{над}}$ – коэффициент надежности работы технических устройств.

На двухпутных линиях $t_{\text{тех}} = 120$ мин, $\alpha_{\text{над}} = 0,95$, $I = 18$ мин.

$$N = ((1440 - 120) / 18) \cdot 0,95 = 69 \text{ пар поездов в сутки.}$$

При непараллельном графике учитывается съём грузовых поездов другими категориями поездов: пассажирскими, пригородными, сборными. Для данного участка коэффициенты съёма для всех перечисленных категорий поездов равны 1,0. Поэтому пропускная способность участка в парах грузовых поездов при непараллельном графике

$$N_{\text{непар}} = N - N_{\text{пасс}} - N_{\text{приг}} - N_{\text{сб.}}$$

$$N_{\text{непар}} = 69 - 6 - 4 - 1 = 58 \text{ пар грузовых поездов в сутки.}$$

Для электрифицированного однопутного участка

$$N = ((1440 - 75) / 28) \cdot 0,93 = 45 \text{ пар поездов в сутки.}$$

$$N_{\text{непар}} = 45 - 6 - 4 - 1 = 34 \text{ пар грузовых поездов в сутки.}$$

Стоимость строительства второго пути требует на 67,2 % больше капиталовложений по сравнению с электрификацией и составляет около 1800 тыс. дол. за 1 км против 590 тыс. дол. (32,8 %). Затраты на эксплуатационные расходы также меньше при электрификации.

Строительство второго пути позволит увеличить пропускную способность на 32 % по сравнению с электрификацией однопутного участка. На двухпутной линии участковая скорость движения увеличивается по сравнению с однопутной линией на 30–40 %. Соответственно, ускоряется доставка грузов и снижается время нахождения в пути пассажиров, уменьшается потребность в подвижном составе.

Двухпутный участок позволит пропустить до 30 пар дополнительных грузовых поездов в сутки, или до 590 тыс. вагонов в год. Это обеспечит перевозку растущих объемов щебня до 1300 вагонов в сутки и дополнительных 400 вагонов в сутки после открытия Ситницкого горно-обогатительного комплекса.

В связи с ростом перевозок гранитного щебня и контейнерных перевозок, ориентированных на восточное направление, заслуживает внимания вариант строительства второго пути [1, 2] на участке Лахва – Ситница с одновременным переводом данного участка или всего направления Барановичи – Лунинец – Калинковичи на электрическую тягу при поддержке государства или иных источников. Это позволит обеспечить высокую провозную способность наряду с низкой себестоимостью перевозок.

Список литературы

1 Государственная программа «Транспортный комплекс», подпрограмма «Железнодорожный транспорт» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь № 165 от 23.03.2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100165>. – Дата доступа : 16.09.2022.

2 Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года: одобр. на заседании Президиума Совета Министров Респ. Беларусь (протокол от 2.05.2017, № 10). – Минск, 2017. – 148 с.

3 Турбин, И. В. Изыскания и проектирование железных дорог : учеб. для вузов / И. В. Турбин. – М. : Транспорт, 1989. – 479 с.

УДК 656.21

К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕЗДОВ НА ГОРНО-ПЕРЕВАЛЬНОМ УЧАСТКЕ

А. Д. ДОМОЖИРОВА, Н. Ю. ГОНЧАРОВА, Р. Ю. УПЫРЬ

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта до 2030 г. обеспечение безопасности движения является одной из приоритетных задач ОАО «РЖД». Так, в утвержденной правитель-

ством России стратегии развития отрасли говорится о том, что повышение уровня безопасности функционирования железнодорожного транспорта является важнейшим государственным приоритетом развития и модернизации отрасли, научных исследований и текущей эксплуатационной работы [1].

Под безопасностью движения поезда на железнодорожном транспорте понимается свойство движения поезда находиться в неопасном состоянии за расчетное время, когда отсутствует угроза сохранности жизней и здоровья пассажиров, технического персонала, населения, сохранности грузов, объектов хозяйствования, технических средств транспортной системы [2].

Увеличение интенсивности движения поездов, повышение мощности и скорости локомотивов, используемых для движения поездов – всё это факторы, способствующие увеличению вероятности наступления негативных последствий, нарушения безопасности. К примеру, вероятность и последствия схода с рельсов поезда или вагонов при скоростях движения 10 и 160 км/ч будут существенно отличаться, а пропуск в единицу времени большего количества поездов может привести к большему суммарному времени задержек поездов, вынужденно простаивающих из-за аварийной остановки одного поезда.

С другой стороны, современная потребность в грузоперевозках ставит задачу по повышению пропускной способности Байкало-Амурской и Транссибирской железнодорожных магистралей в 1,5 раза к 2024 году. Решение такой задачи усложняется наличием на Восточно-Сибирской железной дороге горно-перевального участка Большой Луг – Слюдянка, относящегося к числу грузонапряженных отрезков, профиль пути которого включает кривые малого радиуса, затяжные подъемы и спуски, являясь при этом одним из самых узких мест Транссиба. Движение поездов на данном участке осуществляется с минимальными интервалами 8–10 минут, а движение тяжеловесных поездов осуществляется с использованием подталкивающих локомотивов.

Увеличение пропускной способности железных дорог является сложной технико-экономической задачей, затрагивающей все стороны перевозочного процесса. В общепринятом представлении, пропускная способность отражает возможность удовлетворить потребности в перевозках заданных объёмов грузов и является индикатором производительности системы железнодорожного транспорта. Потребность в бесперебойном продвижении поездопотоков остаётся ключевой на сегодняшний день, так как сохраняется высокий уровень погрузки.

Основными факторами, влияющими на пропускную способность, являются [3]:

- техническое оснащение и надёжность устройств станций, перегонов (количество станционных путей, средства автоматики и связи, схемные станционные решения, профиль пути, мощность локомотивного хозяйства и др.);

- организация технологии работы станций, диспетчерских участков, депо и др.;

- внешние факторы, не подлежащие корректировке (погодно-климатические условия);

- человеческий фактор (компетентность персонала, руководящего работой станции, участков).

Расчет пропускной способности осуществляется согласно действующим нормативным документам [4], согласно которым при определении наличной пропускной способности учитываются продолжительность суточного бюджета времени, а также коэффициент α_n , учитывающий надежность работы технических средств: инфраструктуры и подвижного состава (на электрифицированных однопутных линиях 0,93, а при тепловозной тяге – 0,92; на двухпутных линиях величина коэффициента надежности принимается при электротяге – 0,96, а при тепловозной тяге – 0,95).

На наш взгляд, в предложенной методике расчета значения α_n являются условно постоянными и не учитывают индивидуального технического состояния перегонов и станций.

Надежность работы технических устройств определяет качество и безопасность перевозочного процесса. Надежность есть важнейшая характеристика любого технического объекта, от которой зависит целесообразность его использования по назначению.

Надежность работы объектов железнодорожного транспорта (подвижной состав и инфраструктура) характеризуется безотказностью, продолжительностью или объемом выполненной работы (наработка) и работоспособностью.

На горно-перевальном участке Большой Луг – Слюдянка были рассчитаны значения коэффициентов надежности работы технических средств, определяемых как функции количества отказов, определена потребность в пропускной способности каждого перегона участка, установлены перегоны с самыми низкими коэффициентами надежности. Выявлены наиболее частые факторы причин возникновения отказов: неисправности изолирующих стыков; гибкого фиксатора контактной сети; дугогасительной камеры вакуумного выключателя, рамы токоприемника, якоря тягового двигателя

постоянного тока, силовых контактов электромагнитного контактора силовой цепи; тормозной магистральной грузовой вагона, резервуаров грузовой вагона, буксового узла грузовой вагона, воздухораспределителя грузовой вагона; линзового светофора, реле аппаратуры автоблокировки.

Проведенное исследование надежности работы горно-перевального участка Большой Луг – Слюдянка позволило сделать следующие выводы:

– анализ полученных значений позволяет выявить сильную статистическую взаимосвязь количества задержанных поездов от количества отказов согласно интерпретации значений коэффициента корреляции, составляющего 97 %;

– использование одного и того же значения коэффициента надежности – 0,96 для электрифицированных двухпутных линий не всегда приводит к точному расчету пропускной способности, а это, в свою очередь, не позволяет в полной мере оценить возможную мощность участка в продвижении поездопотоков. Согласно полученным данным, на исследуемом участке имеются перегоны с резервом пропускной способности, и перегоны с меньшими значениями пропускной способности по сравнению с расчетами (нормативным коэффициентом). В свою очередь, это приводит к некорректному соотношению наличной пропускной способности с потребной и, как следствие, вызывает неравномерность поездопотока;

– причина возникновения отказа имеет системный характер, и в совокупности может быть сопоставлена и определена некоторым уровнем нагрузки на инфраструктуру (грузонапряженностью линии).

Таким образом, обеспечение высокого уровня надежности работы технических устройств является непростой научно-технической проблемой. Комплексное изучение вопросов в этом направлении позволяет установить закономерности возникновения отказов и восстановления работоспособности; рассмотреть влияние внешних и внутренних факторов на работу отдельных объектов; разработать методы оценки надежности с учетом специфики работы системы; изыскать способы повышения надежности.

Техническое оснащение линии определяет уровень обеспечения безопасности, а также пропускной способности, массу и скорость движения поездов, а в конечном итоге и себестоимость перевозок. Повышение грузонапряженности линии может привести к увеличению потока отказов из-за повышения уровня нагрузок, воздействующих на инфраструктуру, которые ранее не учитывались. Для исследуемого горно-перевального участка, являющегося узким местом Восточного полигона, характерны ограничения пропускной способности ввиду сложного профиля. В этой связи на таких участках необходимо в разы увеличивать надежность технических средств по сравнению с другими участками с наиболее благоприятными профилями, поскольку цена отказа на участке Большой Луг – Слюдянка очень высока.

Список литературы

1 Стратегия развития железнодорожного транспорта до 2030 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mintrans.gov.ru/documents/7/1010?type=>. – Дата доступа : 20.09.2022.

2 Обеспечение безопасности движения поездов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. – 148 с. – Режим доступа : <http://umczdt.ru/books/1194/30033/>. – Дата доступа : 20.09.2022.

3 Доможирова, А. Д. Основные факторы, влияющие на пропускную и провозную способности, в условиях современной системы организации вагонопотоков / А. Д. Доможирова // Молодая наука Сибири : электрон. науч. журн. [Электронный ресурс]. – 2019. – № 3 (5). – Режим доступа : <http://mnv.irkups.ru/toma/35-2019>. – Дата доступа : 16.09.2022.

4 Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог : утв. ОАО «РЖД». – 2010. – 289 с.

5 Доможирова, А. Д. Исследование надежности эксплуатационной работы железнодорожной линии на горно-перевальном участке / А. Д. Доможирова, Н. Ю. Гончарова, Р. Ю. Упырь // Транспорт: наука, техника, управление. – 2020. – № 6. – С. 24–27.

УДК 625.143.5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УКЛАДКИ РЕЛЬСОШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ В КРИВЫХ УЧАСТКАХ ПУТИ МАЛОГО РАДИУСА

Я. В. ДОРОФЕЕВ

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

На железных дорогах Российской Федерации уложено порядка 4500 км кривых малого радиуса (до 350 м). Одной из проблем, связанных с такими кривыми, является укладка звеньев рельсошпальной решетки. В настоящее время отсутствует утвержденный технологический процесс укладки РШР в кривых малого радиуса, а работы выполняются без учета необходимости изгиба звена.