



Учет показателей надежности и уровней риска



Елена ГРИНЬ

Elena N. GRIN

Планирование средних ремонтов пути по показателям надежности элементов верхнего строения. Критерии выбора вариантов, предельно допустимые риски в оценках состояния рельсовой колеи и земляного полотна.

Ключевые слова: железная дорога, безопасность движения, средний ремонт пути, технология планирования, показатель надежности, уровень риска, предельно допустимый выход элементов.

Гринь Елена Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Путь и путевое хозяйство» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Качество перевозочного процесса обеспечивается стабильной работой технических средств, участвующих в перевозках, и прежде всего безопасностью и надежностью железнодорожного пути. И именно с учетом этого разработка планов ремонтно-путевых работ должна проводиться на основе всестороннего анализа состояния пути, прогноза его изменения во времени, ресурсов путевого хозяйства, возможностей предотвратить потенциальные риски.

Основным критерием выбора участков для среднего ремонта является загрязненность балласта. Она в наибольшей степени (до 70%) определяет техническое состояние рельсовой колеи – образование просадок, перекосов, отступлений в плане.

Главным критерием необходимости очистки балластного слоя должна служить потеря им несущей способности, когда становится невозможно устранить расстройство геометрии рельсовой колеи сплошной машинной выправкой.

Потребность в замене балласта имеет место при наличии в пути щебня слабых пород, необходимости замены асбестового или других видов балласта на щебеночный.

Таблица 1

Предельные допустимые показатели выхода скреплений на 1 км пути при назначения усиленного среднего ремонта

Класс пути	Количество негодных и дефектных скреплений ¹ , %	Предельно допустимый показатель выхода скреплений на 1 км пути, %	
Звеньевой путь			
		группа А	группа Б
1, 2 и 3	10	3	2
Бесстыковой путь			
		группа А	группа Б
1, 2 и 3	8,5	2,6	1,7

Примечание: 1 – критерии назначения ремонтов согласно положения о системе ведения путевого хозяйства ОАО «РЖД» № 857р от 02.05.2012 г.

Срезанный балласт недопустимо размещать на откосах насыпей, так как он затрудняет фильтрацию воды из тела земляного полотна и его естественное осушение.

Глубокая очистка балластной призмы при ремонте существенно повышает стабильность пути, вместе с тем, учитывая уровень затрат на усиленный средний и средний ремонт, степень стабильности после их выполнения остается недостаточной. Наряду с нарушениями технологии ремонта и наличием сезонных деформаций основными причинами такого положения следует считать малый объем обновления щебня в процессе очистки. В результате около 30% всех ремонтов, включающих очистку щебня, не дают улучшения геометрии рельсовой колеи. Для повышения стабильности пути в процессе глубокой очистки щебня надо производить его обновление не менее чем на 50% по объему с сохранением оптимального фракционного состава.

Зная, что состояние балластной призмы в межремонтный период зависит от своевременно проведенного ремонта по оздоровлению (очистке или вырезке загрязненного), можно сделать вывод, что в межремонтные сроки требуется проведение не менее двух средних ремонтов по оздоровлению балластной призмы и промежуточной очистки локальных мест.

Для увеличения нормативного срока до 1–1,1 млрд тонн брутто нужно в ремонтной схеме предусмотреть выполнение усиленного среднего ремонта пути при наработке тоннажа 500–600 млн тонн брутто и среднего ремонта с заменой вышедших элементов верхнего строения пути при наработке 900 млн тонн брутто.

При оценке фактического состояния балластной призмы в качестве средств

мониторинга используются путеизмерительные вагоны модели КВЛ-П2.1, диагностический комплекс инфраструктуры «Эра», которые оборудованы системой видеонаблюдения и видеоконтроля, системой георадиолокации слоев насыпи и балластной призмы, а также результаты весеннего и осеннего осмотров пути.

Отступления содержания балластной призмы, фиксируемые путеизмерительными выгонами КВЛ-П и диагностического комплекса «Эра», заносятся в ведомость ширины плеча балластной призмы ФП 6.1 (ДФ-3.3), сводную ведомость состояния балластной призмы (со шпальными ящиками) ФП 6.4 (ДЗ-3.5) и сводную ведомость оценки состояния главных путей ФП 7.1, что позволяет более точно оценить состояние балластного слоя и назначить средний (усиленный средний) ремонт пути.

Дополнительным критерием выбора участков, подлежащих среднему ремонту, служит процент негодности деревянных шпал и скреплений.

Для назначения сроков усиленного среднего ремонта пути в таблицах 1 и 2 приведены дополнительные критерии выбора участков, подлежащих такому виду ремонта на участках 1 и 2 классов.

Негодность скреплений на километре можно определять выборочно: на двух звеньях по 25 м (на бесстыковом пути с железобетонными шпалами – на двух отрезках пути длиной по 25 м).

Контроль состояния элементов скреплений ведется путеизмерительными вагонами типа КВЛ-П, оборудованными системой видеоконтроля рельсовых скреплений, диагностическим комплексом «Эра», и в ходе осмотров пути.



Предельные допустимые показатели количества шпал с выплесками на 1 км пути при назначении усиленного среднего и среднего ремонтов

Класс пути	Количество шпал с выплесками ¹ , %	Предельно допустимый показатель количества шпал с выплесками, %			
		группа А		группа Б	
		звеньевой путь	бесстыковой путь	звеньевой путь	бесстыковой пути
1	3	0,9	0,8	0,6	0,5
2	5	1,5	1,3	1,0	0,9

Примечание: 1 – критерии назначения ремонтов согласно положения о системе ведения путевого хозяйства ОАО «РЖД» № 857р от 02.05.2012 г.

Анализ фактического состояния элементов креплений выполняется по следующим выходным формам: ведомость стыковых зазоров более заданной величины ФП 4.11 (ДФ-2.2), комплексная ведомость состояния стыков ФП 4.15 (ДФ-3.15), ведомость неисправностей, требующих ограничения скорости движения поездов по параметрам состояния рельсов и стыков ФП 4.17 (ДР4), ведомость регулировки стыковых зазоров ФП 4.12, итоговая ведомость оценки состояния рельсов и стыков ФП 4.16, ведомость характеристик зазоров бесстыкового пути ФП 4.13 (ФП-2.4), ведомость подвижек рельсовых плетей ФП 4.14 (ФП-2.5), сводная ведомость оценки состояния главных путей ФП 7.1.

Загрязненность щебня и количество выплесков оценивается в год, предшествующий назначению ремонта пути; выплески, устраненные в течение года, также входят в эту сумму.

При назначении сроков среднего ремонта по показателям надёжности и уровней риска для звеньевой конструкции пути необходимо учитывать состояние деревянных шпал. В таблице 3 приведены критерии выбора участков по величине предельного допустимого показателя выхода деревянных шпал на 1 км пути

Методика определения предельно допустимого показателя выхода деревянных шпал на 1 км пути ($\zeta_{шп}$) состоит в следующем.

Вначале находится коэффициент пропорциональности между предельно допустимым значением выхода деревянных шпал на 1 км пути ($a_{шп}$) и пропущенным нормативным тоннажом для рассматриваемой конструкции пути (T_0) по зависимости [1, 2]:

$$\zeta_{шп} = a_{шп} T_0 K_t; \quad (1)$$

$$K_t = 1 + 0,01 (t - 6)^2, \quad (2)$$

где K_t – параметр учета времени эксплуатации шпал, годы (при $t \leq 6$ лет, $K_t = 1$);

t – фактическое время в годах (либо опре-

деляемое как пропущенный тоннаж отнесенный к грузонапряженности участка).

Далее по таблице 3 (колонка 2) определяется допустимое количество негодных и дефектных шпал на 1 км пути в зависимости от класса линии (процент негодных и дефектных шпал на 1 км переводится в штуки).

Затем выполняется расчет $\zeta_{шп}$ по зависимости (1). Полученные результаты расчета $\zeta_{шп}$ при различной наработке тоннажа выражаются в процентах от предельного количества негодных и дефектных шпал на 1 км верхнего строения пути (таблица 3, колонка 2).

При назначении ремонтов понятия «негодная шпала» и «дефектная шпала» не разделены, что противоречит инструкции по ведению шпального хозяйства. К негодным относятся шпалы, не обеспечивающие стабильность рельсовой колеи, а к дефектным – шпалы по каталогу дефектов.

При уменьшении количества негодных деревянных шпал следует в первую очередь производить разрядку «кустов» в кривых участках пути, а потом в прямых. По результатам осмотров пути надо учитывать и звенья с недопустимым числом негодных шпал, которые останутся в пути после разрядки «кустов», что обеспечит адресный контроль ведения шпального хозяйства.

Негодные шпалы заменяются на звеньях, где скорость движения снижена по предельному количеству негодных шпал на звене. Работы следует проводить в первую очередь в кривых. Дефектные шпалы, подлежащие изъятию из пути в плановом порядке, заменяются при плановых ремонтах.

Наличие негодных шпал и «кустов» может оказывать влияние на появление отступлений II и III степени.

Таблица 3

Предельные допустимые показатели выхода деревянных шпал на 1 км пути при назначении среднего ремонта (дополнительный критерий) для участков с грузонапряженностью 100 млн т брутто/км в год (группа А)

Класс пути	Количество негодных и дефектных шпал на 1 км верхнего строения пути ¹ , %	Предельно допустимый показатель выхода шпал на 1 км пути $\zeta_{шп}$, %					
		Пропущенный тоннаж, млн т брутто					
		100	200	300	400	500	600
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	2	3	5	6	8	10
2	12	2	4	6	8	10	12

Применяемые на Куйбышевской и Южно-Уральской дорогах железобетонные шпалы обеспечивают наработку до 800 млн т брутто и более. За указанный период доля негодных креплений составляет 2-3%. В совокупности с негодностью шпал при наработке тоннажа 1 млрд т брутто и более доля этих элементов, требующих замены, не превысит 15%.

При весеннем и осеннем осмотрах необходимо указывать подробнее вид дефекта, повреждения деревянных и железобетонных шпал, тогда можно проследить степень развития дефекта, при котором шпалы подлежат ремонту в пути, замене в плановом порядке или первоочередной замене.

Периодичность проведения мониторинга состояния шпал принимается 1 раз в квартал путеизмерительным вагоном КВЛ-П или диагностическим комплексом «Эра» и 2 раза в год в ходе весенних и осенних комиссионных осмотров.

Отступления содержания шпал, фиксируемые программным обеспечением путеизмерительных вагонов КВЛ-П и диагностического комплекса инфраструктуры «Эра», выгружаются в следующие выходные формы: сводная ведомость состояния шпал, креплений, земляного полотна и габаритности (ПУ-32 Д), ведомость гра-

ничений скорости по параметрам состояния шпал, креплений, земляного полотна и габаритности (Д4), ведомость отступлений 3-й степени по параметрам состояния шпал, креплений, земляного полотна и габаритности (Д3), графическая диаграмма характеристики состояния шпал, креплений, земляного полотна и габаритности (Д1), сводная ведомость состояния шпал и креплений ФП 5.1 (ДФ-3.1, ДФ-3.2).

Анализ состояния шпал по названным формам призван более точно определить перечень работ при выполнении усиленного среднего и среднего ремонтов пути. Контроль состояния шпал возможен с использованием результатов видеонаблюдения диагностическим комплексом.

Основным видом ремонта на главных путях, если обобщать, целесообразно планировать средний ремонт в различных вариантах с проведением нескольких таких в межремонтном цикле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лысюк В. С., Сазонов В. Н., Башкатова Л. В. Прочный и надежный железнодорожный путь. – М.: Академкнига, 2003.
2. Лысюк В. С., Камеский В. Б., Башкатова Л. В. Надежность железнодорожного пути – М.: Транспорт, 2001.
3. Гринь Е.Н. Факторные зависимости на дистанции пути//Мир транспорта. – 2011. – № 5. ●

REGISTRATION OF RELIABILITY INDICES AND RISK LEVELS

Grin, Elena N. – Ph. D. (Tech), associate professor at the department of railway tracks and track facilities of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

The author proposes her vision of the planning of medium repairs of the railway track, based on the indices of reliability of the elements of the permanent way. The article contains criteria of choice of different variants, describes ultimate permissible risks in estimation of rail-gauge and subgrade conditions.

Key words: railway, traffic safety, medium track repair, planning, reliability index, risk level, ultimate permissible output of the structures.

Координаты автора (contact information): Гринь Е. Н. – miit-grin@rambler.ru.

