

УДК 625.143

В. И. МАТВЕЦОВ, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, Гомель, В. Н. ПОЗДЕЕВ, кандидат технических наук, Иркутский государственный университет путей сообщения, Россия, Н. Е. МИРОШНИКОВ, управление Белорусской железной дороги, Минск

СТРУКТУРА ДЕФЕКТНЫХ И ОСТРОДЕФЕКТНЫХ РЕЛЬСОВ НА ДОРОГЕ

Рассмотрены аспекты использования дефектных и бездефектных рельсов применительно к состоянию и надежности железнодорожного пути и путевого хозяйства, от чего в значительной степени зависит эффективность и работоспособность железной дороги.

От состояния и надежности железнодорожного пути и путевого хозяйства в огромной степени зависит эффективность и работоспособность железной дороги, допускаемые скорости движения поездов, пропускная способность линий, перерабатывающая способность станций, а также уровень безопасности движения поездов в целом.

Принятый курс увеличения осевых нагрузок для широкого внедрения перспективного подвижного состава, повышения скоростей движения и увеличение веса грузовых поездов ставят перед путевым хозяйством дороги задачи сохранения высокой стабильности и надежности работы железнодорожного пути, мониторинга состояния, диагностики и прогнозирования безаварийной работы рельсового хозяйства, повышения качества ремонтов и текущего содержания пути на основе широкого внедрения современных высокопроизводительных машин и механизмов, рационального и эффективного использования материально-технических ресурсов, автоматизированных систем управления ремонтами и обслуживанием пути, а также глобально-навигационных спутниковых (ГНСС) и геоинформационных (ГИС) систем.

Перед путевым хозяйством стоит задача обеспечения параметров плана и профиля для введения скоростного движения (до 160–200 км/ч) на следующих международных транспортных коридорах: Красное – Брест – Брестский узел протяженностью 1562 км, Гомель – Гомельский узел – Гудогай – 1099 км, Жлобин – Гомель – 1070 км, Берестовица – Полоцк – 1392 км, Барановичи – Могилев – Кричев – Орша – Витебск – Полоцк – 1386 км.

Путевое хозяйство Белорусской железной дороги включает в себя 11746 км развернутой длины железнодорожных путей, из которых 7215,9 км – главные, 3540 км – станционные и 990,1 км – подъездные, 12464 стрелочных переводов. Дорогу обслуживают работники 20 дистанций пути и 7 ПМС.

Средняя грузонапряженность превысила 16 млн т·км брутто/км в год. На отдельных направлениях грузонапряженность превышает 40 млн т·км брутто/км в год. Среднегодовая балльная оценка состояния пути на дороге отличная и составила по каждой дистанции от 16 до 40 баллов.

На главных путях лежат, в основном, рельсы типа Р65, средний погонный вес рельсов составляет 64,4 кг. Два года назад уложили австрийские рельсы повышен-

ной прочности типа 60 E1, которые себя не оправдали. Конструкция бесстыкового пути уложена на протяжении 4553,3 км, что превышает 62 % протяженности главных путей дороги.

Белорусская железная дорога перед развалом Союза и МПС с 1980 по 1990 годы, ежегодно выполняя не менее 350 км капитального ремонта пути, создала значительный запас прочности и надежности рельсового хозяйства. Это позволило ей успешно пережить и нормально функционировать в кризисные девяностые годы прошлого столетия. В таблице 1 приведены данные об объемах выполнения на дороге капитального (восстановительного) ремонта пути, укладке бесстыкового пути, а также укладке в путь рельсов и стрелочных переводов за последние 20 лет.

Таблица 1 – Объемы ремонта пути и материалов верхнего строения, уложенных в путь

В километрах

Годы	Объемы			
	капитально-го ремонта пути	укладки бесстыкового пути	уложенных в путь рельсов	уложенных в путь стрелочных переводов
1996	167	105	169	903
1997	53	128	96	660
1998	91	107	145	650
1999	75	81	78	474
2000	78	29	43,6	278
2001	101	81	85,4	413
2002	123	123	125	480
2003	127	168	192	407
2004	144,7	156,8	169	332
2005	152,7	107	172,3	310
2006	177,4	215,7	215,7	365
2007	178	155	224,91	235
2008	173,5	175	207,2	310
2009	129,3	119,2	117,87	160
2010	207,7	200	209,3	398
2011	178,1	151	157,7	322
2012	197,4	199	223,8	324
2013	187	198,1	219,1	351
2014	167,4	186,4	202,45	244
2015	189,2	210	221,5	299

На станционных путях лежат, в основном, рельсы типа Р50 и Р65. В путях остается лежать менее 1 % от

протяженности станционных путей рельсов типа Р43. В семидесятых годах прошлого века на станционных путях всех дистанций пути дороги было уложено несколько сцепов старогодных рельсов типа Р75, по которым до этого на Южно-Уральской железной дороге был пропущен тоннаж более 1 млрд т. Ни одного нового рельса типа Р75 на Белорусскую железную дорогу не поступало и в путь не укладывалось. На подъездных путях дороги наряду с рельсами типа Р50 и Р65 лежит до 5 % рельсов типа Р43.

На главных и приемо-отправочных путях лежат, в основном, стрелочные переводы и пересечения типа Р65, из которых 30 % – на железобетонном основании.

При таком состоянии рельсового хозяйства дороги продолжают иметь место ограничения скорости движения поездов. На дороге по состоянию на 05.02.2016 действует 36 длительных предупреждений по ограничению скорости движения на 182,7 км главных путей, в том числе: 12 предупреждений на 20 км по причине бокового износа рельсов, 3 предупреждения на 23,7 км – негодные скрепления, 22 предупреждения на 130,8 км – инвентарные рельсы и остальные предупреждения по прочим причинам.

Средствами неразрушающего контроля дистанций пути в 2014 г. проконтролировано 187087 км главных путей, 36176 км приемо-отправочных и 3992 км станционных путей, 181400 стрелочных переводов, 42749 сварных стыков рельсов, 48823 места, выданных на вторичный контроль по результатам расшифровки.

На рисунке 1 приведена динамика выявления острodefектных рельсов по дороге за последние 10 лет.

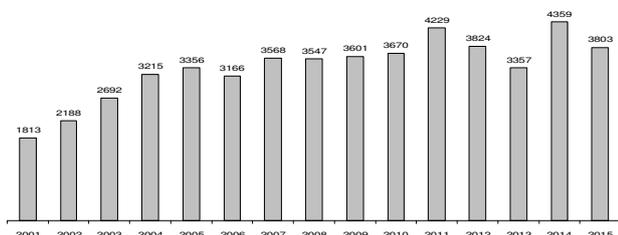


Рисунок 1 – Количество выявленных острodefектных рельсов по годам

Как видно из таблицы 1, происходило постоянное увеличение количества острodefектных рельсов особенно за последние годы. Если в первые 5 лет острodefектных рельсов выявлялось от 3166 до 3601 штуки в год, то начиная с 2010 г. количество выявляемых в год острodefектных рельсов возросло с 3670 до 4359 штук. Свою роль в этом сыграло оснащение дистанций пути современными дефектоскопными средствами с регистраторами.

За последние годы в среднем на каждые 100 км на главных и приемо-отправочных путях выявлялось от 31,1 до 40,6 острodefектных рельсов, что довольно значительно.

Для сравнения на рисунке 2 приведено соотношение дефектных и острodefектных рельсов на Российских железных дорогах за последние годы.

Как видно, на Российских железных дорогах ежегодно изымалось из пути до 110 тыс. рельсов, причем начиная с 2010 до 2013 годы наблюдалась устойчивая

тенденция снижения числа острodefектных рельсов. Однако в 2014 г. по сравнению с 2013 г. число острodefектных рельсов возросло на 2000, а дефектных – даже на 10000 штук. Не улучшилась ситуация с рельсами и в 2015 г., в котором изъято из эксплуатации более 120 тыс. острodefектных рельсов, из которых более 27000 штук или 23 %, были первой укладки с дефектами металлургического производства.

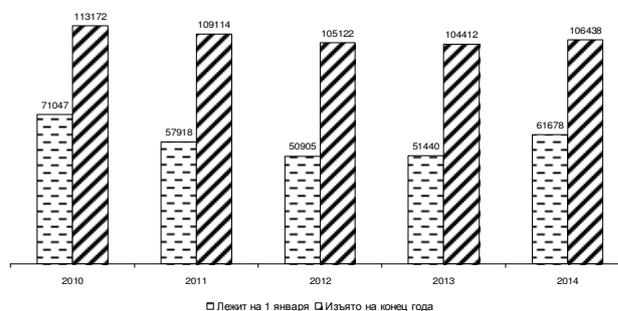


Рисунок 2 – Сводная диаграмма дефектных и острodefектных рельсов, шт., по годам на ОАО «РЖД»

За указанный в таблице период с 2010 по 2013 годы число дефектных рельсов, постепенно снижаясь, достигло 51440 штук. В 2014 г. число дефектных рельсов, эксплуатируемых на Российских железных дорогах, резко возросло и достигло 61628 штук. При этом было выявлено 30,4 тыс. острodefектных рельсов (в 2013 г. – 25,828 тыс.). Необходимо отметить, что средняя грузонапряженность Российских железных дорог вдвое больше грузонапряженности Белорусской железной дороги.

Изъятие острodefектных рельсов и элементов стрелочных переводов по годам проката на Белорусской железной дороге приведено в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, наибольшее изъятие рельсов в 2014 г., прокатанных и уложенных в 1980–1989 гг. составило 2335 штук, или почти 54 % от всех острodefектных рельсов. Из рельсов, уложенных в 1990–1999 гг., изъято 1210 штук, что составило 28 %. На долю всех остальных лет проката рельсов, начиная с 1950 г., приходится менее 18 %. Данные об изъятии острodefектных рельсов в 2014 г. по пропущенному тоннажу на Белорусской железной дороге приведены в таблице 3.

В таблице 3 указаны данные по изъятию рельсов через каждые 100 млн т брутто, от 100 до 1100 млн т пропущенного тоннажа. Как видно, при наработке тоннажа от 501 до 600 млн т брутто изъятие рельсов на дороге составило 1564 штуки, или 36 % от общего числа острodefектных рельсов. При этом 71 рельс не выработал даже своего гарантийного срока и тоннажа, а большинство изъятых рельсов не смогли обеспечить пропуск нормативного межремонтного тоннажа. С тоннажом больше нормативного было изъято только 340 острodefектных рельсов, или всего лишь 8 %.

В таблице 4 и на рисунках 3 и 4 представлена динамика выявления острodefектных рельсов и элементов стрелочных переводов по дистанциям пути и по кодам дефектов на дороге в 2014 г., в котором выявлено 4359 острodefектных рельсов, или на 1002 штуки больше, чем в 2013 г., а также 50 острodefектных элементов стрелочных переводов.

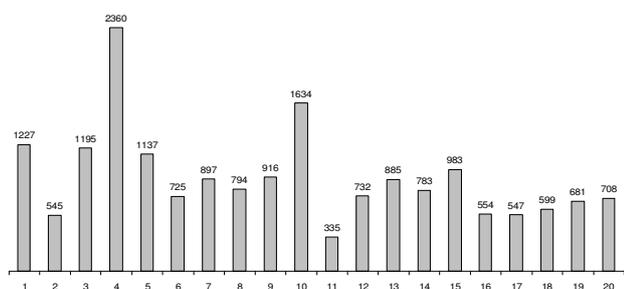


Рисунок 6 – График дефектных рельсов и элементов стрелочных переводов по дистанциям

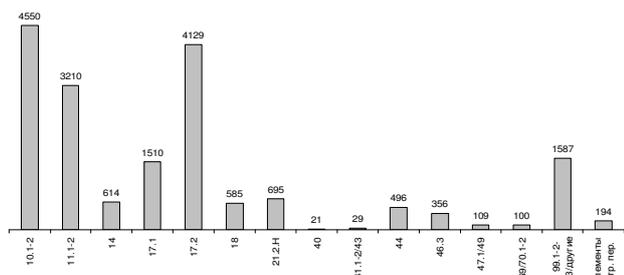


Рисунок 7 – График дефектных рельсов и элементов стрелочных переводов по кодам

Анализируя таблицу 5, отмечаем, что в 2014 г. на дороге в пути лежало 18192 дефектных рельса, что превышало на 802 штуки число дефектных рельсов 2013 г. На семи дистанциях пути произошло уменьшение количества дефектных рельсов от 22 до 362 штук, а на остальных дистанциях произошло увеличение числа дефектных рельсов, лежащих на главных и приемо-отправочных путях от 2 до 440 штук. Наибольшее уменьшение числа дефектных рельсов произошло на 3-й и 1-й дистанциях пути, снижение которых соответственно составило 362 и 253 штуки. Наибольшее увеличение количества дефектных рельсов произошло на 7-й и 5-й дистанциях пути – 440 и 391 штуки.

В пути лежали дефектные рельсы по 17 кодам дефектов действующей классификации НТД [1]. Количество дефектов в каждом коде изменяется в большом диапазоне и находится в пределах от 1 до 4550 штук.

По коду 10.1-2 в пути в 2014 г. эксплуатировалось 4550 дефектных рельсов, по коду 17.2 – 4129, по коду 11.1-2 – 3210, по коду 17.1 – 1510 и по прочим дефектам (код 99.1-2) – 1587 штук. По остальным кодам дефектов, за исключением прочих, количество дефектных рельсов составляет от 1 до 695 штук.

По коду 10 и 11 в пути эксплуатировалось 7760, а по коду 17 – 5639 дефектных рельсов, что соответственно составляет 42,7 и 31 % от общего количества дефектных рельсов на дороге по состоянию на 01.01.2015. Выходит, что по указанным кодам в пути эксплуатировалось 13399 дефектных рельсов или почти 74 % от общего количества дефектных рельсов на дороге. Следовательно, основная доля дефектных рельсов лежит по неисправностям – первой группы дефектов по существующей классификации НТД. С учетом дефектных рельсов по коду 14 и 18 дефектность по кодам первой группы на дороге достигла 14607 штук, что составляет 80,3 % от общего количества дефектных рельсов.

По коду 21.2.H, который характеризует остродефектный рельс, усиленный постановкой на место дефекта шестидырной накладкой, в пути успешно эксплуатировалось 695 дефектных рельсов.

По кодам четвертой группы дефектов (40, 41.1-2, 43, 44, 46.3, 47.1 и 49) в пути эксплуатировалось 1013 дефектных рельсов. По коррозии подошвы (код 69) лежало в пути 99 дефектных рельсов.

Подводя итог, можно констатировать, что все дефектные рельсы, эксплуатировавшиеся на дороге в 2014 г., за исключением кодов 69 и 99, имеют неисправности и повреждения головки рельсов. Основная доля дефектных рельсов (более 80 % эксплуатируемых на дороге) относится к первой группе дефектов рельса (коды 10, 11, 14, 17 и 18).

Наибольшее количество 4550 дефектных рельсов на дороге характеризуется кодом 10.1-2, появляющимся в результате отслоений и выкрашивания металла на поверхности катания головки рельса из-за недостаточной механической прочности и недостатков технологии изготовления рельсов (волоосвин, закатов, плен и т.п.).

Второе место занимают дефектные рельсы по коду 17.2 в количестве 4129 штук, причина которых заключается в отслоении и выкрашивании металла на поверхности катания в закаленном слое головки (при отсутствии наплавки) вне стыка по всей длине рельса. По этой же причине только с выколами поверхности катания головки рельса эксплуатировалось в пути 1510 рельсов с дефектами по коду 17.1. В итоге оказалось, что в главных и приемо-отправочных путях дороги лежало 5639 дефектных рельсов по коду 17.1-2.

Следующими в количестве 3210 штук оказались дефекты рельсов по коду 11.1-2, причина появления которых заключается в выкрашивании металла на боковой поверхности рабочей выкружки головки из-за недостаточной контактно-усталостной прочности металла, которые появляются и развиваются под воздействием колес подвижного состава в процессе эксплуатации рельсов.

Непосредственно от воздействия подвижного состава, а именно от пробуксовки рельсов колесами локомотивов возникло 614 дефектных рельсов по коду 14. Также из-за недостаточной механической прочности металла, вызвавшей необходимость наплавки поверхности катания, и некачественной наплавки из-за выкрашивания наплавленного слоя металла на поверхности катания головки рельса образуются дефекты по коду 18 в торцах рельсов, которых находилось в пути 585 штук.

Количество дефектных рельсов, эксплуатировавшихся в пути из расчета на каждые 100 км протяженности главных и приемо-отправочных путей на дороге по состоянию на 01.01.2015, составляло 207 шт./100 км пути. Наибольшее количество дефектных рельсов и элементов стрелочных переводов на каждые 100 км пути имеются на 10, 4 и 1 дистанциях, где эксплуатировалось в пути 490, 482 и 287 дефектных рельсов соответственно. Наименьшее число дефектных рельсов эксплуатировалось на 11, 2 и 17 дистанциях пути. По состоянию на 01.01.2016 число дефектных рельсов уменьшилось незначительно и составило 205 штук на каждые 100 км главных и приемо-отправочных путей.

Наиболее тяжелые последствия при нарушении безопасности движения поездов имеют место в результате из-

ломов рельсов и схода подвижного состава, которые, как правило, происходят при высоких скоростях движения.

Чтобы сломать новый бездефектный рельс типа Р65 в пути при эпоре шпал 1840–2000 шт/км необходима сила более 2 МН, т.е. в десятки раз превышающая действующую от колес исправного грузового подвижного состава при движении с допустимой скоростью. Изломы, как правило, происходят при большой усталостной трещине в рельсе или в результате значительного превышения динамического воздействия колес на рельсы.

Поперечные трещины в подошве рельса могут появиться из-за различных механических повреждений (дефект 65) в результате ударов по ним инструментом, рельса о рельс и т.п. на поверхности подошвы рельса возникают насечки. Эти места – концентраторы напряжений, способствующие появлению трещин даже при нормальной поездной нагрузке. Такие повреждения быстро развиваются и нередко приводят к излому рельса, особенно в морозы под воздействием растягивающих температурных сил. Примерно 70 % случаев излома рельсов под поездами приходится на прямые, а 20 % – на кривые участки пути.

В восьмидесятых годах прошлого века на российских магистралях наибольшее число изломов происходило по дефектам 21, 53.1 и 52.1. На долю минусовых температур воздуха в среднем по дорогам приходится менее 25 % годового времени. Несмотря на это доля изломов при морозах в зимнее время составляла от 60 до 70 % общего их количества за год, т.е. зимой они случались в 4–7 раз чаще, чем летом. В общем виде причины такой разницы хорошо изучены. Установлено, что усталостная долговечность при микро- и, тем более, макротрещинах с понижением температуры резко снижается, особенно после термического упрочнения по мере наработки пропущенного тоннажа.

При понижении температуры с +20 до минус 40 °С энергия разрушения при копровых испытаниях новых рельсов Р65 снижается вдвое, после пропуска 150 млн т брутто – в три раза, после 250 млн т брутто – в четыре раза, а после 500 млн т брутто энергия разрушения рельса снижается уже в 12 раз [3]. Исходя из этого в Канаде не укладывают закаленные рельсы на участках, где морозы достигают минус 40 °С. Там используют только малоуглеродистые (мягкие) рельсы, а также такие, у которых верхняя половина головки имеет высокую твердость, а нижняя часть головки, шейка и подошва – низкую твердость и высокую ударную вязкость.

Россия освоила производство дифференцированно термоупрочненных рельсов категории ДТ-350, которые выпускаются ОАО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат». Указанные рельсы с 2014 г. начали укладывать на главных направлениях Белорусской железной дороги.

Получено 15.04.2016

V. I. Matvetsov, V. N. Pozdeev, N. E. Miroshnikov. Structure of defective and extremely defective rails on the railway.

The article discusses aspects of the use of defective and non-defective rails in relation to the status and reliability of the railway track and track facilities, of which largely depends on the effectiveness and efficiency of the railway.

На рисунке 8 приведены данные об изломах рельсов под поездами на дороге за последние 10 лет.

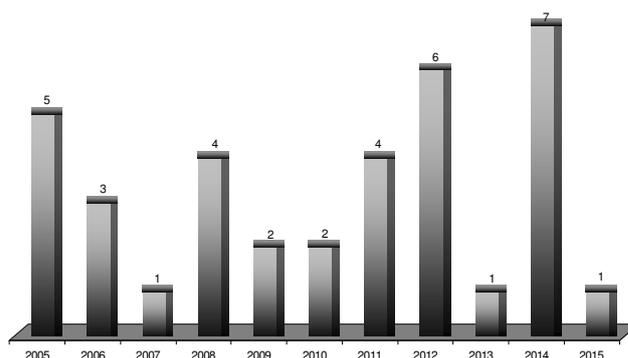


Рисунок 8 – Случаи излома рельсов по годам

Как видно из рисунка 8, количество изломов на дороге за последние годы составило от 1 до 7. В среднем за указанный период ежегодно происходило по 3 излома рельсов. Из 7 изломов 2014 г. 5 произошло зимой за две недели, с 21.01 по 04.02 (2 – по коду 69, 1 – по коду 10.2, 1 – по коду 21.2 и 1 – по коду 56.3). Два излома произошло ночью, один – в конце октября – по коду 69 и второй – в ноябре по кодам 10.2 и 21.2. И в остальные годы изломы рельсов происходили, как правило, в зимний период.

Следовательно, для увеличения жизненного цикла рельсов и уровня безопасности движения поездов, наряду с заводскими мерами по повышению качества, прочности и надежности поставляемой рельсовой продукции, необходимо предусмотреть в системе ведения рельсового хозяйства специальные профилактические меры по шлифовке, фрезеровке, ремонту и смазке рельсов. Большим подспорьем в этом является вводимый на РСП-10 ремонт старогонных рельсов с перепрофилированием их головок.

Список литературы

- 1 Классификация дефектов рельсов // НТД/ЦП-1-93. Нормативно-техническая документация МПС РФ. – М. : Транспорт, 1993. – 64 с.
- 2 Классификация дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов. Каталог дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов // Дополнение к НТД/ЦП-1-93. Нормативно-техническая документация МПС РФ. – М. : Транспорт, 1996. – 46 с.
- 3 Крысанов, Л. Г. Работоспособность рельсов в условиях низких температур / Л. Г. Крысанов, А. Ю. Абдурашитов // Повышение эффективности и надежности работы рельсов : сб. науч. тр. ВНИИЖТа. – М. : Транспорт, 1990.
- 4 Лисицын, А. И. Проблемы увеличения межремонтного ресурса рельсов с 700 до 1500 млн т груза / А. И. Лисицын // Путь и путевое хозяйство. – 2015. – № 5. – С. 13–16.