

Причины контактно-усталостных дефектов



Евгений КРЕМНЕВ

Evgeny A. KREMNEV

Анализ рельсовых дефектов, их классификация. Исследования и сравнения причин контактно-усталостных деформаций на участках пути разного типа и в разных эксплуатационных условиях. Выводы и рекомендации с учетом выявленных критических оценок.

Ключевые слова: железная дорога, колесо-рельс, контактно-усталостный дефект, причины износа, повышение ресурса износоустойчивости.

Кремнев Евгений Алексеевич – аспирант Московского государственного университета путей сообщения (Нижегородский филиал).

Рельс – это дорогостоящий и дефицитный элемент железнодорожного пути, от которого напрямую зависит надежность, безопасность и экономичность любых видов перевозок. Поэтому выявление причин образования дефектов в рельсах никогда не снимался с повестки дня.

Ресурс рельса призван наращиваться, и пропущенный тоннаж до изъятия из пути ныне по принятым критериям должен составлять свыше 1 млрд тонн брутто/км. По статистике на сети железных дорог РФ количество изломов и дефектов рельсов идет к снижению, но продолжает еще оставаться высоким.

Среди общего числа дефектов рельсов по ОАО «РЖД» (ведомость Ф.ПО-4) наибольшее их количество приходится на головки рельсов, на конец 2010 года – 70715. Первое место занимает дефект по коду 17 – трещина, отслоение и выкрашивание металла по поверхности катания головки рельса, в том числе и в рельсовой плети. На втором месте дефект по коду 10 – трещины по поверхности катания головки рельсов. На третьем – поперечные усталостные трещины в головке рельсов код 21. Далее идет дефект по коду 11 – трещины,



Рис. 1. Количество снятых дефектных рельсов по коду 10 с разбивкой по тоннажу на ГЖД в 2007 году.

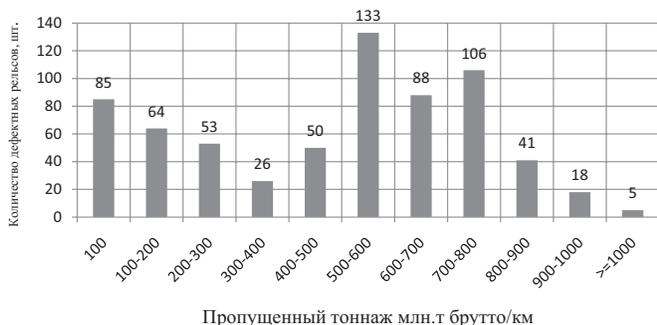


Рис. 2. Количество снятых дефектных рельсов по коду 11 с разбивкой по тоннажу на ГЖД в 2007 году.

отслоения и выкрашивания металла по боковой рабочей выкружке головки рельса. По Горьковской железной дороге (ГЖД) на первом месте, если судить по количеству рельсов, снятых с главных путей, дефект 10. Причинами этих фактов, согласно нормативно-технической документации по дефектам рельсов (НТД/ЦП-93), являются неметаллические включения, волосовины, плёны, закаты, что чаще всего связано с нарушениями технологии изготовления рельсовой стали [1].

Дефекты 10 и 11 возникают при пропущенном тоннаже порядка (100 млн т брутто/км), примеры приведены на рис. 1, 2. Причем заметно, что дефекты в головке рельсов часто наблюдаются сразу после проведения капитального ремонта пути или его реконструкции. То есть естественным образом, рождается вопрос, не служат ли причинами большей части дефектов некачественные рельсы, поставляемый железнодорожникам путевой материал? Какие вообще здесь существуют зависимости?

По данным металлографических исследований, проведённых на металлургических предприятиях, рельсовая сталь в местах изломов соответствует стандарту. [2]. Но это не значит, что тем самым вопрос закрыт. Проблема контактно-усталостных дефектов на поверхности катания и боко-

вой выкружке рельсов существует и за рубежом. Решается она не только с позиции совершенствования прочностных характеристик рельсовой стали. Например, в Англии одной из причин возникновения контактно-усталостных дефектов головки рельса считаются высокие напряжения, связанные с рассогласованием профилей колеса и рельса [3]. И скорее всего именно отсутствие уверенности в оценках экспертов оставляет проблему нерешенной. По сути, сегодня нет единых воззрений на природу возникновения контактно-усталостных дефектов в рельсах.

Количество дефектов по кодам 10 и 11 не нарастает в зависимости от пропущенного тоннажа, а даже снижается — показано на рис. 1, 2. Следовательно, существуют другие причины отказов, в том числе связанные и с отклонениями параметров рельсовой колеи.

Принято полагать, что взаимодействие системы колесо-рельс имеет случайный характер, но местоположение дефекта всегда ориентировано на вполне конкретные характеристики пути. По данным лент путеизмерителя, рельсошпалобалластным картам и дефектным ведомостям службы пути можно констатировать, что достаточно большая доля дефектов головки рельса, например по коду 10, возникает не только в кривых, но и прямых участках пути с отличной балль-



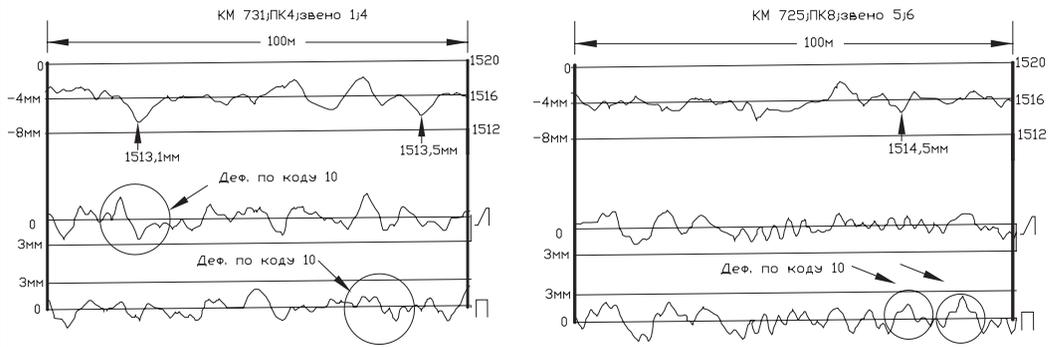


Рис. 3. Оцифрованные фрагменты путеизмерительной ленты участков пути 725 км и 731 км с дефектами по коду 10.

ностью, примеры таких участков оцифрованы и приведены на рис. 3. Характеристики пути сведены в таблицу № 1.

Путь представлен рельсовыми плетями на железобетонных шпалах, щебеночном балласте, рельсы Р65, пропущенный тоннаж составляет 465 тонн брутто. По обозначенным километрам, пикету и звену, на которых были выявлены дефекты по коду 10, можно определить местоположение дефекта с указанием размеров отклонений, уточнением нитей. По существующей нормативно-технической документации основные геометрические параметры пути это: ширина колеи 1520 (+8–4 мм), уровень рельсовых нитей, рихтовки двух нитей (углы в плане), просадки, подуклонка рельса 1/20 (1/12–1/60). На рис. 3 представлены измерения ширины колеи и рихтовки пути, эти параметры характеризуют качество конструкции рельсошпальной решетки.

Известно, что движение экипажа на прямом участке пути описывается синусоидой по формуле Клингеля. В пределах оговоренных условий любое нарушение таких геометрических параметров рельсовой колеи, как шаблон и подуклонка, приводит к нарушению плавности хода, происходит влияние экипажа, что ведёт к увеличению рамных сил.

При анализе фрагментов путеизмерительных лент видно, что дефекты по коду 10 произошли в местах заужения колеи 1513,5–1514,5 мм и резких отклонений в плане «потенциально опасных мест». Вместе с тем при расчётном взаимодействии колеса и рельса металл в средней части рельсовой головки работает в условиях, близких к всестороннему сжатию, и способен пропустить значительный тоннаж без

пластических деформаций. Но выкрашивание по дефектам 10 и 11 имеют пластические деформации — наклёп, что свидетельствует о многократном ударном, нерасчётном взаимодействии колеса и рельса. Наложение профиля выкрашивания на профиль рельса демонстрирует, что он имеет форму полуэллипса с высотой полуоси (глубина выкрашивания) от 3,2 до 8 мм. Это говорит о воздействии поперечной касательной силы на головку рельса, направленной под определённым углом к вертикальной оси рельса.

В работе [5] впервые построены кривые усталостного разрушения объёмно-закалённых рельсовых плетей по максимальному и минимальному срокам службы рельсов от укладки их в путь до излома (кривые Веллера). Критические напряжения при разрушении рельсовой плети изменяются от 1000 до 5000 кгс/см² и более, что указывает на большой диапазон перегрузок плети. По этим кривым графическим методом можно определить, что разрушение по дефектам кода 10 произошло при критических напряжениях в диапазоне от 2000 до 4000 кгс/см² в прямом участке пути с отличной балльностью. В условиях, указанных в таблице 1, такие высокие напряжения способны возникать только в результате нерасчётного взаимодействия колеса и рельса.

Ударную природу зарождения имеют разные дефекты головки рельсов — с кодами 10, 11, 17, 21, 30 и другие. Зачастую же они могут возникать в пути только в одном потенциально опасном месте. Сочетание дефектов показано на рис. 4.

Вывод, если не делать чрезмерных обобщений, сводится к нескольким локальным рекомендациям. Для того чтобы во много

Таблица 1

Дефекты рельсов по коду 10, возникающие в прямых участках пути, при отличной балльности по оценке ленты путеизмерителя (ГЖД Шахунская дистанция пути ПЧ-8)

№	КМ участка пути	Ширина колеи, мм, диапазон на ПК	Рихт. пр. Кол-во потенциально опасных мест на ПК	Рихт. лев. кол-во потенциально опасных мест на ПК	Длина дефекта, мм Код 10	Глубина дефекта, мм Код 10
1	722	1520–1516	3	8	35	4,0
2	724	1520–1516	6	4	35	3,5
3	725	1516	В допуске	В допуске	40	3,5
4	725	1516	В допуске	В допуске	36	4,10
5	731	1516	В допуске	В допуске	45	3,1
6	731	1516	В допуске	В допуске	35	3,5
7	732	1516	В допуске	В допуске	35	3,5
8	741	1516	В допуске	В допуске	35	4,0

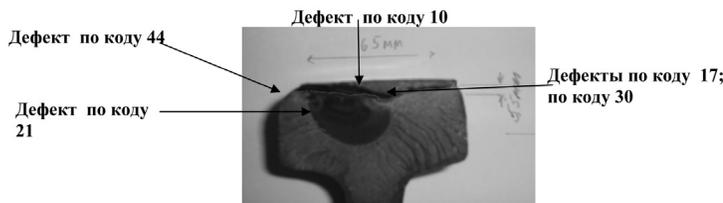


Рис. 4. Наложение дефектов по кодам 10, 11, 17, 21, 30, 44.

раз сократить количество дефектов в головке рельсовых плетей главным образом по коду 10, 11 на сети дорог необходимо:

- улучшить качество рельсошпальной решетки, поставляемой для главных путей, установить допуски по ширине колеи 1520 мм в диапазоне от +0,5 мм до –0,5 мм и подуклонке рельсов 1/20 (1/19–1/21).

- пересмотреть существующую классификацию дефектов НТД/ЦП-93, по которой причиной большинства дефектов головки рельсов является нарушение технологии рельсовой стали, что, судя по многим исследованиям, следует считать заключением ошибочным.

- внедрить систему контроля качества при реконструкции и ремонте пути с целью создания бездефектного пути.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативно-техническая документация дефектов рельсов НТД/ЦП-93. – М.: Транспорт, 1993 г.
2. Иванов П. С., Малов Е. В., Кулёмин В. Н. Усталостное разрушение рельсов бесстыкового пути//Путь и путевое хозяйство. – 1998. – № 3.
3. Grassie S. L. Проблема излома рельсов//Железные дороги мира. – 2001. – № 1.
4. Иванов П. С., Малов Е. В., Кулёмин В. Н. Усталостное разрушение рельсов бесстыкового пути//Путь и путевое хозяйство. – 1998. – № 2.
5. Иванов П. С. Кинетика усталостного разрушения рельсовых плетей железнодорожного пути по дефектам в подошве рельса. – Н. Новгород, 2009. ●

CAUSES OF CONTACT WEAR FAULTS

Kremnev, Evgeny A. – Ph. D. student of Moscow State University of Railway Engineering (Nizhny Novgorod branch).

The author analyzes rail imperfections, proposes its classification, and describes the results of researches and comparative studies on deformations caused by contact wearing at different track sections operated under variable conditions. The article contains recommendations based on revealed situation.

Key words: railway, rail-wheel, contact wear imperfection, causes of wearing, increased wear resistance.

Координаты автора (contact information): Кремнев Е. А. – Rewyil207@yandex.ru.

