УДК 629.4.015:625.03(045)

DOI: http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-1-9-16

Влияние смятия в зоне сварных стыков на силовое воздействие подвижного состава на путь

В. С. КОССОВ, О. Г. КРАСНОВ, М. Г. АКАШЕВ

Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»), Коломна, 140402, Россия

Аннотация. Экспериментально установлено, что твердость поверхности катания рельса в продольном направлении в зоне термического влияния сварного шва неравномерна и определяется структурами, образующимися от воздействия термических циклов сварки, и качеством локальной термической обработки. Вдоль сварного шва прослеживаются две «впадины» со снижением твердости до 290…300 НВ и с более высокой твердостью непосредственно в сварном стыке — до 350 НВ. Экспериментально исследовано изменение глубины сварного стыка в зависимости от пропущенного тоннажа. С использованием силового метода, разработанного Н. Н. Кудрявцевым, зарегистрированы непрерывные изменения вертикальных сил при движении колес по зоне сварного стыка. Проведена аппроксимация экспериментальных распределений вертикальных сил теоретическими законами распределения по критерию согласования Колмогорова — Смирнова. Сформулированы выводы.

Ключевые слова: сварной стык; зона термического влияния; твердость поверхности катания; вертикальные силы; теоретические законы распределения

Состояние вопроса. При наличии коротких неровностей на поверхности катания рельсов происходит ударное взаимодействие колеса и рельса [1, 2, 3, 4, 5]. К таким неровностям относятся: отслоение металла на поверхности катания рельса, смятия в зонах сварных стыков, седловины в зонах пробоксовок, зазоры и ступеньки в зонах болтовых стыков и т. д.

За последние годы увеличилось количество дефектов по смятию сварных стыков. При сварке рельсов происходит тепловое воздействие на металл в зоне термического влияния, что приводит к снижению твердости рельсовой стали в этой зоне. В исследованиях [6, 7] выделяются шесть характерных зон, при этом в местах сопряжения зоны термического влияния и основного металла наблюдаются зоны высокого отпуска, приводящие к снижению твердости в этой области. Данный эффект характерен как для электроконтактной, так и для алюмотермитной сварки. В работе [8] приведены способы устранения повышенной повреждаемости рельсов в зоне сварных стыков путем совершенствования технологии и оборудования для электроконтактной сварки и локальной термической обработки.

E-mail: krasnov-og@vnikti.com (О. Г. Краснов)

Для снижения негативного влияния на конструкционную прочность сварных стыков после электроконтактной сварки как в стационарных технологических линиях рельсосварочных поездов (РСП), так и при сварке в полевых условиях путевыми рельсосварочными машинами применяется локальная термическая обработка с использованием индукционных установок УИН [9]. Цель локальной термической обработки — перекристаллизация зерна с получением однородной структуры перлита и достижением твердости металла сварных стыков не ниже 15 % от твердости основного металла в соответствии с [10]. В работах [11, 12] представлены исследования по выбору рациональных режимов термической обработки сварных рельсовых стыков в условиях РСП. Однако из-за некорректной (в отдельных случаях) работы индукционного оборудования, отсутствия постоянного контроля качества термообработки в эксплуатацию попадают рельсы с конструкционной прочностью в зоне сварных стыков ниже требуемой. Это приводит к возникновению смятий в зонах сварных стыков (код дефектов 46, 47), смятий с отслоением металла (код дефектов 16,3; 17,3).

В процессе наработки по пропущенному тоннажу происходит эволюция зоны смятия с увеличением ее глубины. Это приводит к повышению величин сил ударного взаимодействия, напряженного состояния зоны сварного стыка и, как правило, к снижению ресурса, а в отдельных случаях — к излому рельса в зоне сварного стыка. На сегодняшний день количество изломов в зонах сварных стыков составляет более 30 % от общего количества изломов рельсов за год.

Исследование твердости поверхности в зонах смятия сварных стыков. Для проведения исследования были выбраны сварные стыки с глубиной смятия 1...2 мм. Измерения твердости в зоне сварного стыка вдоль продольной оси и в поперечных сечениях поверхности катания рельсов произведены переносным динамическим твердомером ТЭМП-4, их результаты представлены на рис. 1 и 2.

В продольном направлении в зоне термического влияния сварного стыка твердость поверхности катания рельса неравномерная, определяется структу-

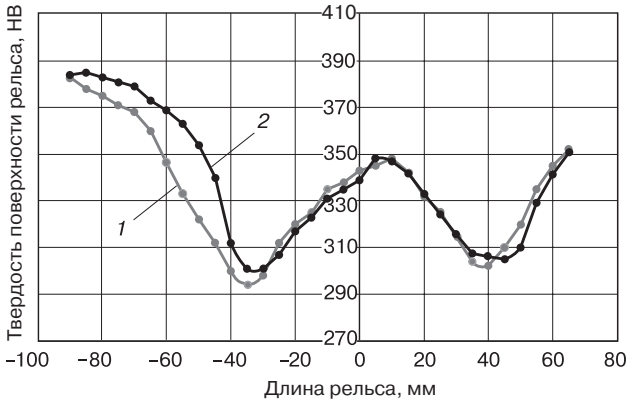

Рис. 1. Распределение твердости по поверхности головки рельса в зоне сварного стыка в продольном направлении:
1 — полевой рельс; *2* — межпутный рельс

Fig. 1. Distribution of hardness on the surface of the rail head in the welded joint zone in the longitudinal direction:
1 — field rail; *2* — inter-track rail

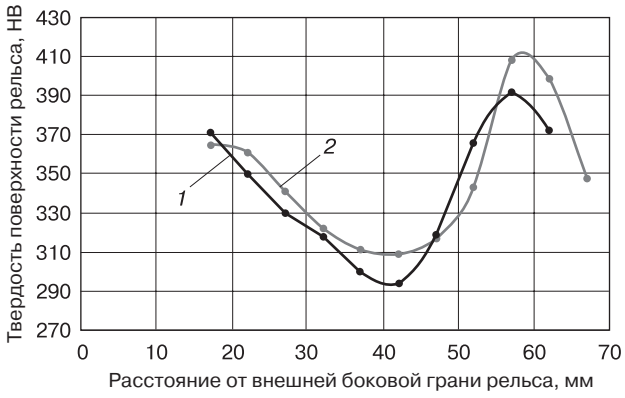

Рис. 2. Распределение твердости по поверхности головки рельса в зоне сварного стыка в поперечном сечении (внутренний рельс):
1 — 1-я впадина; *2* — 2-я впадина

Fig. 2. Distribution of hardness on the surface of the rail head in the welded joint zone in cross section (inner rail):
1 — 1st deformation; *2* — 2nd deformation

рами, образующимися от воздействия термических циклов сварки, и качеством локальной термической обработки. В рассматриваемом случае (рис. 1) прослеживаются две «впадины» относительно сварного стыка. Твердость рельсовой стали у основания «впадин» составляет 300...305 НВ, твердость сварного стыка — до 350 НВ.

Распределение твердости на поверхности катания в поперечных сечениях зоны сварного стыка представлено на рис. 2. Область сварного стыка в поперечном направлении характеризуется неравномерной твердостью, которая изменяется по длине поперечного профиля: у нерабочей боковой грани — 350...370 НВ, в средней зоне — 290...310 НВ, у рабочей грани — 390...410 НВ.

Вне зоны сварного стыка на поверхности катания рельса наблюдалось равномерное распределение твердости со значениями 350...360 НВ. В зоне поперечного сечения поверхности катания, расположенной на расстоянии 15...30 мм от внутренней боковой грани, имело место повышение твердости до 370 НВ. На участках, где колеса не взаимодействуют с поперечным сечением рельса, значения твердости составили 320...330 НВ. Таким образом, из-за термического влияния твердость в зоне сварного стыка на 50...80 НВ ниже, чем у основного металла.

Исследование геометрических параметров в зонах смятия сварных стыков. Геометрические параметры зон сварных стыков определяли с использованием лазерного переносного рельсового профилометра серии ПРП-1М (производитель ООО «РИФТЭК», Республика Беларусь). Измерение поперечного профиля головки рельса осуществляли бесконтактным способом с помощью лазерного датчика и сканирующего устройства с углом сканирования наружу и вовнутрь колеи в 108°.

Продольный профиль рельса в зоне сварного стыка определялся следующим образом: последовательно измерялись поперечные сечения головки рельса с шагом 10 мм и строилась линия продольного профиля по точкам, расположенным на продольной оси симметрии рельса. Такой подход позволил дополнительно получить данные по изменению поперечного профиля рельса в зоне сварного стыка, а также построить 3D-модель стыка для использования в конечно-элементном моделировании.

Общая длина измерения в продольном направлении составляла 1 м — по 500 мм в обе стороны от стыка. Проведенные измерения позволили выявить зависимость изменения глубины смятия от пропущенного тоннажа. На рис. 3 представлены графики изменения продольного профиля рельса в зоне смятия сварного стыка в зависимости от пропущенного тоннажа. Из графиков видно, что характерная W-образная форма продольного профиля сохраняется. При этом имеет место трансформация зоны смятия с ростом глубины второй по ходу движения впадины. Следует отметить, что наблюдалось развитие вертикального износа головки рельса. Так, при повышении значений пропущенного тоннажа с 209,6 до 362,9 млн т брутто величина вертикального износа составила 0,25...0,28 мм, что соответствует интенсивности износа 0,0065 мм/млн т брутто. Кроме того, в зоне сварного стыка развивалась просадка пути из-за повышенного силового и вибрационного воздействия на балластный слой. При пропущенном тоннаже 362,9 млн т брутто величина просадки достигла 10 мм. Для устранения просадки осенью 2018 г. была выполнена подбивка пути в зоне сварного стыка. Это позволило снизить уровни динамических сил и интенсивность смятия, несмотря на более значимую величину смятия при

 © Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ), 2020 ISSN 2223 – 9731

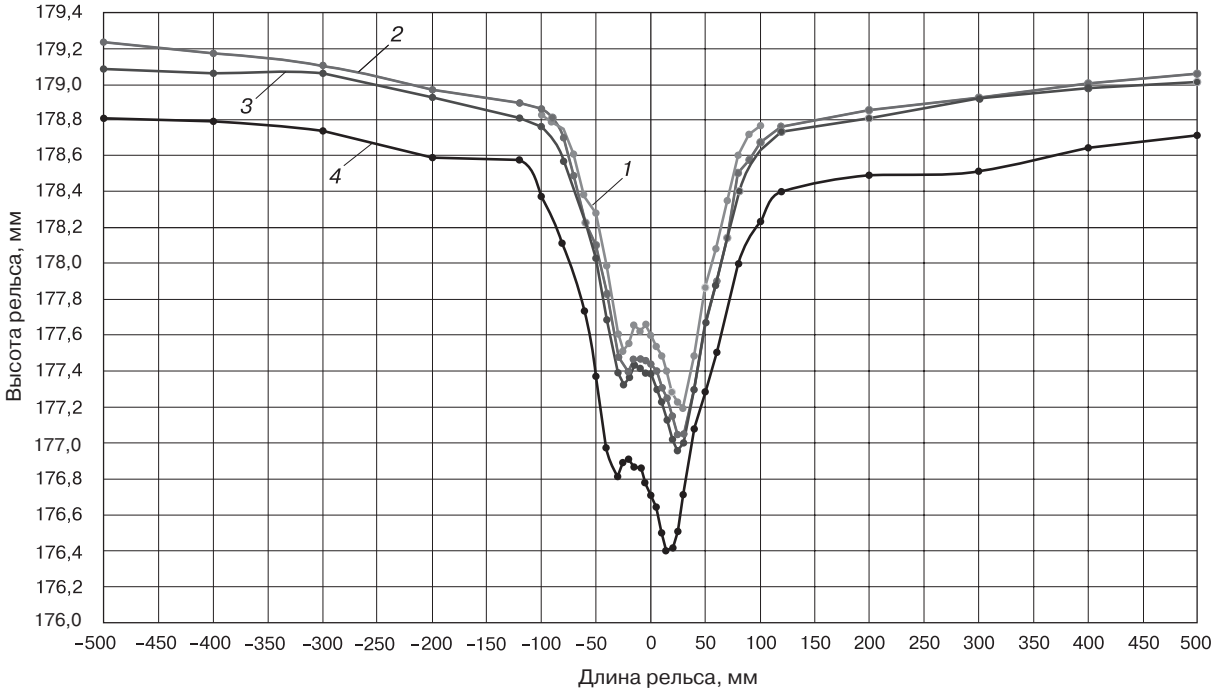

Рис. 3. Изменения продольного профиля рельса в зоне смятия сварного стыка в зависимости от пропущенного тоннажа: *1* — 209,6 млн т (24.04.2018); *2* — 246,1 млн т (16.08.2018); *3* — 267,9 млн т (23.10.2018); *4* — 362,9 млн т (23.05.2019)

Fig. 3. Changes in the longitudinal profile of the rail in the zone of deformation of the welded joint depending on the passed tonnage: *1* — 209,6 million tons (24.04.2018); *2* — 246,1 million tons (16.08.2018); *3* — 267,9 million tons (23.10.2018); *4* — 362,9 million tons (23.05.2019)

пропущенном тоннаже 362,9 млн т брутто. Зависимость изменения глубины смятия от пропущенного тоннажа показана на рис. 4. Глубина смятия и интенсивность изменения глубины смятия в зоне сварного стыка представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что интенсивность изменения глубины смятия находится в пределах 0,0028...0,0076 мм/млн т брутто и определяется величинами динамических сил, которые зависят как от глубины смятия, так и от величины просадки пути в зоне сварного стыка. После подбивки зоны сварного стыка и устранения просадки интенсивность изменения глубины смятия снизилась до 0,0028 мм/млн т брутто, хотя при этом глубина смятия составляла 2,2 мм и была больше по отношению к ранее зафиксированной величине (1,6 мм). Таким образом, снижение интенсивности роста глубины смятия может достигаться своевременной подбивкой шпал в зонах сварных стыков.

Исследования вертикальных сил взаимодействия колес и рельсов в зонах смятия сварных стыков. Для непрерывной регистрации вертикальных сил в зоне сварного стыка использовали силовой метод, предложенный проф. Н. Н. Кудрявцевым [3]. Определение вертикальной нагрузки на рельс производилось на прямых участках пути в местах расположения стыков.

Участки наклейки тензодатчиков располагались в зоне сварного стыка и на удалении от каждого из них на расстоянии не менее 10 м. На каждом участке на шейку рельса наклеивалось по 8 тензодатчиков с каждой стороны на расстоянии 130 мм друг от друга.

На рис. 5 представлены осциллограммы изменений вертикальных сил от колес груженых грузовых вагонов при проезде поездов через зону сварного стыка и при движении вне стыка по эталонному участку.

Анализ процессов изменения вертикальных сил при прохождении колес разного подвижного состава через зону сварного стыка показал:

• наиболее существенно значения вертикальных сил на эталонном участке и в зоне сварного стыка наблюдались при прохождении колес локомотивов.

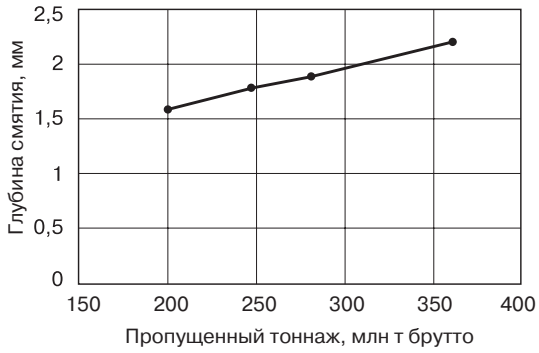

Рис. 4. Изменение глубины продольного профиля рельсов в зоне сварного стыка от пропущенного тоннажа

Fig. 4. Change of the depth of the longitudinal profile of the rails in the welded joint zone from the passed tonnage

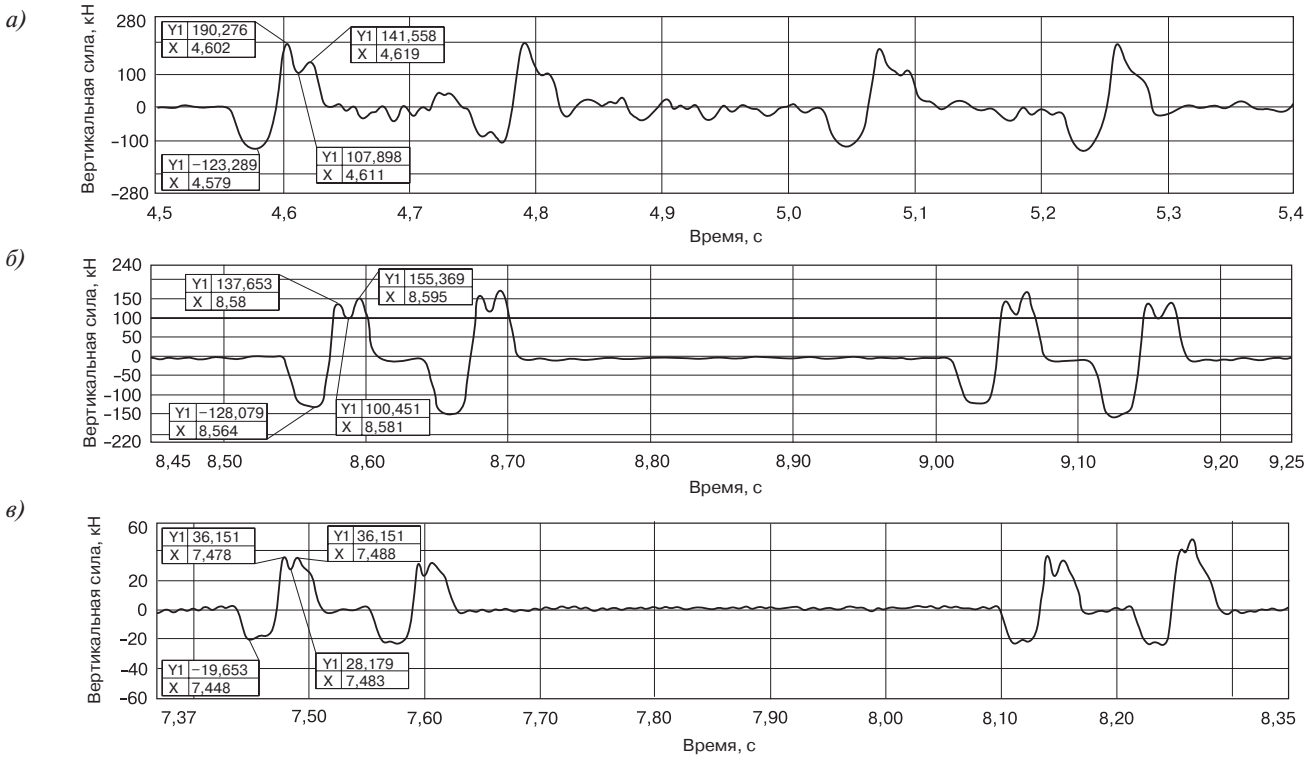

Рис. 5. Типовые осциллограммы изменения вертикальных сил от колес при движении через зону сварного стыка: *а* — локомотивов; *б* — груженых вагонов; *в* — порожних вагонов

Fig. 5. Typical oscillograms of the change of vertical forces from the wheels when running through the welded joint zone: *а* — locomotive; *б* — loaded cars; *в* — empty cars

Это может быть объяснено большей величиной необрессоренной массы, участвующей в ударном взаимодействии и включающей половину массы колесной пары, тягового электродвигателя и редуктора. На эталонном участке максимальные значения вертикальных сил не превышали 135...140 кН, в то время как при проезде сварного стыка их уровень повышался до 180...210 кН;

• при движении груженых грузовых вагонов по эталонному участку уровни вертикальных сил изменялись в пределах 110...125 кН, в зоне сварного стыка значения вертикальных сил повышались до 145...170 кН. При наезде на стыковую неровность нагрузки возрастали до 145...170 кН в течение 0,01 с, после чего происходило обезгруживание рельса в течение 0,006 с до 110 кН, а далее вертикальная сила за 0,003...0,004 с вновь импульсно повышалась до 145...170 кН;

• характер взаимодействия колес порожних вагонов и стыковой неровности идентичен процессу взаимодействия колес груженых вагонов со стыковой неровностью. Различие состояло в уровнях силового воздействия. При движении колес порожних вагонов по ровному рельсу уровни вертикальных сил от колес на рельс были в пределах 18...20 кН. При взаимодействии колес порожних вагонов с неровностями в зоне смятия сварного стыка вертикальные силы повышались до 32...36 кН, после чего снижались до уровней статических нагрузок.

В табл. 2 представлены статистические показатели ансамблей вертикальных сил, действующих

Таблица 1

Глубина смятия и интенсивность ее изменения в зависимости от пропущенного тоннажа

Table 1

Deformation depth and intensity of its changing depending from the passed tonnage

Параметр	Пропущенный тоннаж, млн т брутто			
	209,6	246,1	267,9	362,9
Глубина смятия, мм	1,6	1,8	2,1	2,2
Интенсивность изменения глубины смятия, мм/млн т брутто	0,0049	0,0056	0,0076	0,0028*

* После подбивки шпал и устранения просадки.

при прохождении колес груженых грузовых вагонов поездов при движении по эталонному участку и через зону сварного стыка. Анализ опытных данных показал (табл. 2), что при движении грузового поезда по стыковой неровности имеет место смещение средних значений сил (по сравнению с эталонным участком пути) в область более высоких значений. Также увеличиваются величины среднеквадратических отклонений, так:

• средние значения вертикальных сил от колес груженых вагонов в зоне смятия сварного стыка с глубиной 1,6 мм выше, чем на эталонном участке на 12,3 %, увеличились величины среднеквадратических отклонений на 16 %, максимальные значения ударных сил — на 17,9 %;

• в зоне сварного стыка после подбивки балласта при увеличении глубины смятия с 1,6 до 2,2 мм средние значения ударных сил практически не измени-

Таблица 2

Статистические показатели ансамблей вертикальных сил, действующих при прохождении колес грузового поезда по эталонному участку пути и через зону смятия сварного рельсового стыка

Table 2

Statistical indicators of vertical forces compositions, operating during the passage of the wheels of a freight train along the reference section of the track and through the deforming zone of the welded rail joint

Статистические параметры	Участок пути	
	Эталонный участок	Зона сварного стыка
Математическое ожидание, кН	107,543	122,303
Среднеквадратическое отклонение, кН	10,501	12,518
Минимальное значение, кН	56,302	75,828
Максимум, кН	151,565	184,253

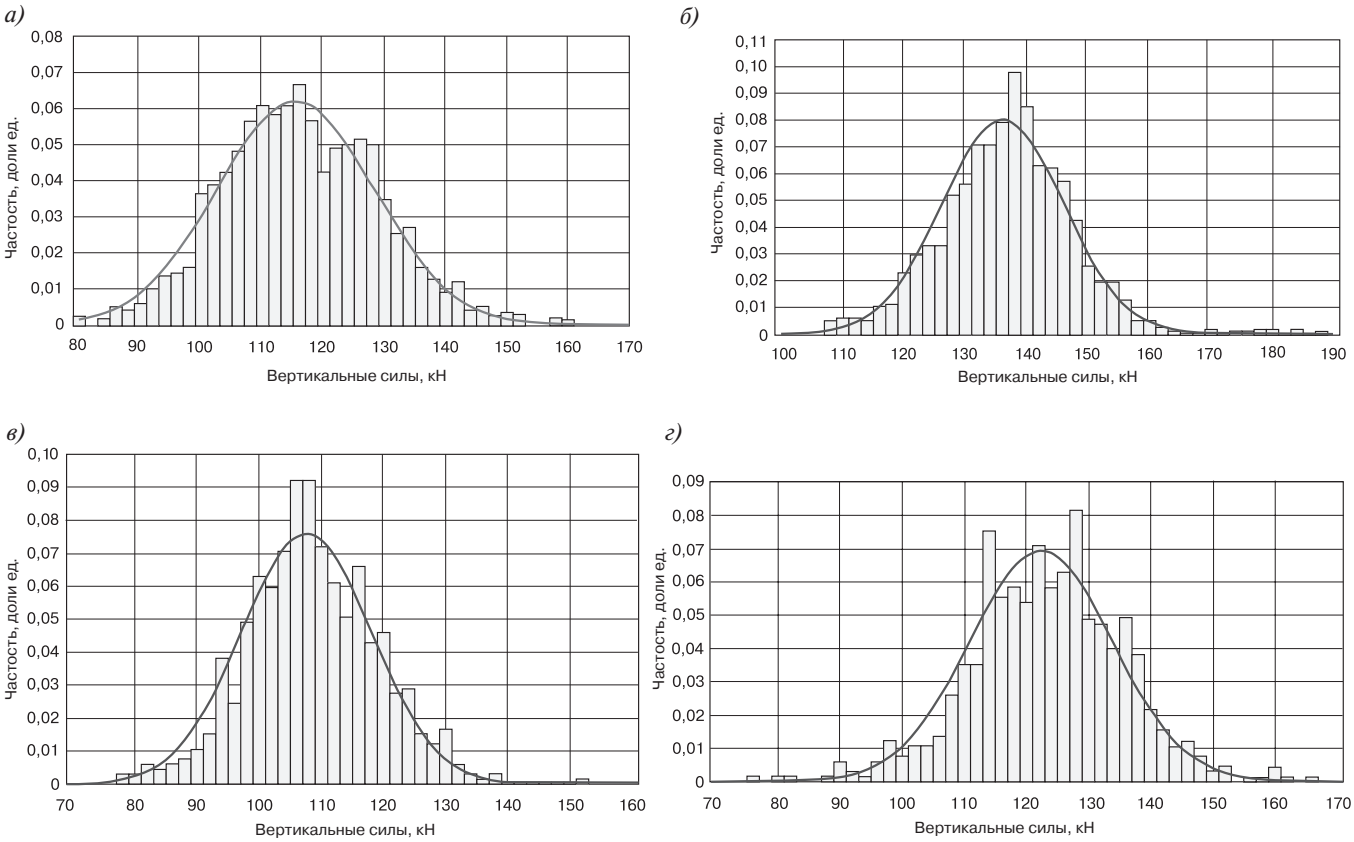

Рис. 6. Гистограммы распределения вертикальных сил от колес грузовых поездов и аппроксимация их теоретическими законами распределения в зимний и летний период:
а — при движении по эталонному участку в зимний период; *б* — при движении в зоне сварного стыка с глубиной смятия 2,2 мм в зимний период; *в* — при движении по эталонному участку в летний период; *г* — при движении в зоне сварного стыка с глубиной смятия 2,2 мм в летний период

Fig. 6. Histograms of the distribution of vertical forces from the wheels of freight trains and its approximation by theoretical laws distribution in the winter and summer period:
а — when driving along the reference area in the winter period; *б* — when running through welded joint zone with deformation depth of 2.2 mm in the winter period; *в* — when driving along the reference area in the summer period; *г* — when running through welded joint zone with deformation depth of 2.2 mm in the summer period

лись. Это подтверждает тот факт, что своевременная подбивка просадок пути в зоне сварных стыков является действенной мерой по снижению интенсивности роста глубины смятия и снижения значений ударных сил.

Исследования силовых факторов, возникающих в зоне смятия сварных стыков, выполнялись как в летний, так и зимний период. Анализ вертикальных сил от воздействия колес грузовых поездов показал:

• в зимний период средние значения вертикальных сил от колес грузовых поездов на эталонном участке возросли до 115,4 кН, в зоне сварного стыка — 135,8 кН. При этом величины среднеквадратических отклонений на эталонном участке составили ±12,7 кН, а в зоне сварного стыка несколько снизились и составили ±10,9 кН;

• в зимний период за счет повышения жесткости пути уровни силового воздействия повысились: на эталонном участке в 1,07 раза; в зоне сварного стыка в 1,12 раза.

Проведена аппроксимация экспериментальных распределений вертикальных сил от колес подвижного состава грузового поезда, зарегистрированных на эталонном участке и при проезде через зону сварного стыка в летний и зимний период. На рис. 6 представлены гистограммы вертикальных сил и их аппроксимация теоретическими законами распределения.

Экспериментальные распределения вертикальных сил от колес грузовых поездов как на эталонном участке, так и в зонах смятия сварных стыков в летний и зимний период аппроксимируются нормальным законом распределения по критерию согласования Колмогорова — Смирнова. Различия при этом определяются параметрами нормального закона — математическими ожиданиями и среднеквадратическими отклонениями, которые экспериментально установлены для выше рассмотренных условий.

Выводы. 1. Геометрия стыковой неровности имеет форму W-образной вмятины с наплывом металла на принимающем рельсе и понижением на отдающем. Ширина верхней части вмятины изменяется в пределах 160...200 мм вдоль оси рельса.

2. Твердость в зоне сварного стыка изменяется от 340...360 НВ в зоне нерабочей боковой грани до 370...410 НВ у рабочей грани с провалом в центральной зоне до 300...305 НВ.

3. Зона смятия сварного стыка является источником повышенного динамического воздействия от колес подвижного состава на элементы верхнего строения пути. По результатам экспериментальных исследований установлено, что наибольшее повышение динамических воздействий наблюдалось от колес локомотивов — до 45...70 кН, максимальные значения достигали 180...210 кН, от колес груженых грузовых вагонов значения вертикальных сил увеличились на 35...45 кН, максимальные значения достигали 145...170 кН, от колес порожних вагонов повышение динамических воздействий составило 14...16 кН, максимальные значения достигали 32...36 кН.

4. Для минимизации вредного воздействия подвижного состава на путь в зонах понижения сварных стыков целесообразно:

• при достижении просадок более 10 мм проводить подбивку пути в указанной зоне;

• проработать эффективность использования локальной шлифовки в зоне сварных стыков с формированием отводов 1:1000 при глубине смятия более 1 мм;

• проработать целесообразность использования упругих подшпальных подкладок в зоне сварных стыков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вериго М. Ф., Коган А. Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. М.: Транспорт, 1986. 560 с.

2. Коган А. Я. Динамика пути и его взаимодействие с подвижным составом. М.: Транспорт, 1997. 326 с.

3. Кудрявцев Н. Н. Исследование динамики необрессоренных масс вагонов // Тр. Всесоюзн. науч.-исслед. ин-та ж.-д. транспорта. М.: Транспорт, 1965. Вып. 97. 168 с.

4. Кудрявцев Н. Н., Мелентьев Л. П., Грановский А. Н. Измерение вертикальных сил, действующих от колес подвижного состава на рельсы // Вестник ВНИИЖТ. 1973. № 6. С. 31 – 33.

5. Яковлев В. Ф. Исследование динамических контактных деформаций в колесах и рельсах в эксплуатационных условиях // Науч. тр. Ленингр. ин-та инженеров ж.-д. транспорта. Л., 1964. Вып. 210. С. 76 – 124.

6. Пути устранения повышенной повреждаемости рельсов в зоне сварных стыков / Е. А. Шур [и др.] // Вестник ВНИИЖТ. 2019. Т. 78. № 4. С. 210 – 217. DOI: http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-4-210-217.

7. Генкин И. З. Разработка и внедрение технологии сварки рельсов, подвергнутых объемной и поверхностной закалке // Информация по отдельным вопросам. М.: ЦНИИТЭИ МПС, 1971. Вып. 2: Опыт работы рельсосварочных поездов. С. 26 – 38.

8. Резанов В. А. Методика исследования изменения температуры на различном расстоянии от стыков при сварке рельсов // Вестник ВНИИЖТ. 2011. № 4. С. 40 – 43.

9. Комплекс высокочастотный индукционный нагревательный УИН 001-100/РТ-С: паспорт ГБНК.682322.001. 2006.

10. Рельсы железнодорожные старогодные. Технические условия на ремонт, сварку и использование рельсов: утв. МПС РФ № ЦПТ-80/350 от 10.10.2003. М., 2003. 43 с.

11. Николин А. И., Борц А. И. Методы повышения циклической прочности и износостойкости сварных рельсов и снижения энергозатрат на их термическую обработку // Развитие железнодорожного транспорта в условиях реформ: сб. науч. тр. / под ред. В. И. Панферова, Г. В. Гогричиани. М.: Интекст, 2003. С. 225 – 231.

12. Николин А. И. Совершенствование процессов сварки и термической обработки рельсов магистральных железных дорог: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.01, 05.03.06. М., 2004. 200 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

КОССОВ Валерий Семенович,
д-р техн. наук, профессор, генеральный директор АО «ВНИКТИ»

КРАСНОВ Олег Геннадьевич,
канд. техн. наук, заведующий отделом пути и специального подвижного состава, АО «ВНИКТИ»

АКАШЕВ Михаил Геннадьевич,
ведущий инженер, АО «ВНИКТИ»

Статья поступила в редакцию 05.09.2019 г., актуализирована 10.01.2020 г., принята к публикации 24.01.2020 г.

Для цитирования: Коссов В. С., Краснов О. Г., Акашев М. Г. Влияние смятия в зоне сварных стыков на силовое воздействие подвижного состава на путь // Вестник ВНИИЖТ. 2020. Т. 79. № 1. С. 9–16. DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-1-9-16.

The impact of deformation in the zone of welded joints on the force action of the rolling stock on the track

V. S. KOSSOV, O. G. KRASNOV, M. G. AKASHEV

Joint Stock Company "Research and Design Institute of Rolling Stock" (JSC "VNIKTI"), Kolomna, 140402, Russia

Abstract. The causes of deformation in the zone of welded joints are considered. Authors experimentally studied changes in hardness on the rolling surface of the rail in the longitudinal and transverse profiles within the thermally affected zone of the welded joint. It is established that the hardness of the rolling surface of the rail in the longitudinal direction in the thermally affected zone of the joint is uneven and is determined by the structures arising from the effects of the thermal cycles of welding and the quality of the local heat treatment. In this case, two "low spots" are clearly traced with a decrease in hardness to 290...300 HB and with a higher hardness up to 350 HB right in the welded joint. Experimentally investigated the change in the depth of the welded joint from the implemented tonnage. At the same time with strain gauge method, using the force method developed by N. N. Kudryavtsev, continuous changes in vertical forces when the wheels move along the welded joint zone were recorded. Average values of vertical forces from loaded cars were established. Experimental distributions of vertical forces were approximated by theoretical laws according to the Kolmogorov — Smirnov matching criterion. Recommendations are given on minimizing the harmful impact of rolling stock on the track in areas of lowering welded joints.

The following conclusions were made.

1. Geometry of the joint irregularity is in the form of a W-shaped deformation with an influx of metal on the receiving rail and lowering on the directing rail. The width of the upper part of the deformation varies between 160...200 mm along the axis of the rail.

2. Deformation zone of the welded joint is a source of increased dynamic impact from the wheels of the rolling stock on the elements of the upper track structure. According to the results of experimental studies it was found that the greatest increase in dynamic effects was observed from locomotive wheels up to 45... 70 kN, maximum values reached 180...210 kN, from the wheels of loaded freight cars the values of vertical forces increased by 35...45 kN, maximum values reached 145...170 kN, from the wheels of empty cars increase dynamic impacts amounted to 14...16 kN, maximum values reached 32...36 kN.

Keywords: welded joint; thermally affected zone; rolling surface hardness; vertical forces; theoretical laws of distribution

DOI: http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-1-9-16

REFERENCES

1. Verigo M. F., Kogan A. Ya. *Vzaimodeystvie puti i podvizhnogo sostava* [Interaction of the track and rolling stock]. Moscow, Transport Publ., 1986, 560 p.

2. Kogan A. Ya. *Dinamika puti i ego vzaimodeystvie s podvizhnym sostavom* [Dynamics of the track and its interaction with rolling stock]. Moscow, Transport Publ., 1997, 326 p.

3. Kudryavtsev N. N. *Issledovanie dinamiki neobressorennykh mass vagonov* [The study of the dynamics of unpressured masses of cars]. Tr. Vsesoyuzn. nauch.-issled. in-ta zh.-d. transporta [Proc. of the All-Union Railway Research Institute]. Moscow, Transport Publ., 1965, no. 97, 168 p.

4. Kudryavtsev N. N., Melent'ev L. P., Granovskiy A. N. *Izmerenie vertikal'nykh sil, deystvuyushchikh ot koles podvizhnogo sostava na rel'sy* [Measurement of vertical forces acting on the rails of rolling stock wheels]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 1973, no. 6, pp. 31–33.

5. Yakovlev V. F. *Issledovanie dinamicheskikh kontaktnykh deformatsiy v kolesakh i rel'sakh v ekspluatatsionnykh usloviyakh* [Investigation of dynamic contact deformations in the wheels and the rails in the operating conditions]. Nauch. tr. Leningr. in-ta inzhenerov zh.-d. transporta [Scientific proceedings of the Leningrad's Institute of the Railway Engineers]. Leningrad, 1964, no. 210, pp. 76–124.

6. Shur E. A., Fedin V. M., Borts A. I., Ronzhina Yu. V., Fimkin A. I. *Puti ustraneniya povyshennoy povrezhdaemosti rel'sov v zone svarnykh stykov* [Methods of elimination of rails increased damage in the area of weld joints]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2019, Vol. 78, no. 4, pp. 210–217. DOI: http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-4-210-217.

7. Genkin I. Z. *Razrabotka i vnedrenie tekhnologii svarki rel'sov, podvergnutykh ob"emnoy i poverkhnostnoy zakalke* [Development and implementation of technology of rails welding subjected to bulk and surface hardening]. Informatsiya po otdel'nym voprosam. Vyp. 2: Opyt raboty rel'sosvarochnykh poezdov [Information on specific issues. Issue 2: Experience in rail welding trains]. Moscow, TsNIITEI MPS Publ., 1971, pp. 26–38.

8. Rezanov V. A. *Metodika issledovaniya izmeneniya temperatury na razlichnom rasstoyanii ot stykov pri svarke rel'sov* [Methodology for studying temperature changes at different distances from the joints when welding the rails]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2011, no. 4, pp. 40–43.

9. *Kompleks vysokochastotnyy induktsionnyy nagrevatel'nyy UIN 001-100/RT-S: pasport GBNK.682322.001. 2006* [High-frequency induction heating complex UIN 001-100/RT-S: passport GBNK.682322.001.2006].

10. *Used rails. Technical conditions for repair, welding and use of rails.* Approved by Ministry of Railways of the Russian Federation No. TsPT-80/350 dated October 10, 2003. Moscow, 2003, 43 p. (in Russ.).

11. Nikolin A. I., Borts A. I. *Metody povysheniya tsiklicheskoy prochnosti i iznosostoykosti svarnykh rel'sov i snizheniya energozatrat na ikh termicheskuyu obrabotku* [Methods to increase the cyclic strength and wear resistance of welded rails and reduce energy costs for its heat treatment]. Razvitie zheleznodorozhnogo transporta v usloviyakh reform. Sb. nauch. tr. [Development of railway transport in the conditions of reforms. Proc. of scientific works]. Moscow, Intext Publ., 2003. pp. 225–231.

12. Nikolin A. I. *Sovershenstvovanie protsessov svarki i termicheskoy obrabotki rel'sov magistral'nykh zheleznykh dorog*. Kand. tekhn. nauk diss. [Improving the processes of welding and heat treatment of rails of main railways. Cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2004, 200 p.

E-mail: krasnov-og@vnikti.com (O. G. Krasnov)

ABOUT THE AUTHORS

Valeriy S. KOSSOV,
Dr. Sci. (Eng.), Professor, General Director of the JSC "VNIKTI"

Oleg G. KRASNOV,
Cand. Sci. (Eng.), Head of the Department of track and special rolling stock, JSC "VNIKTI"

Mikhail G. AKASHEV,
Leading Engineer, JSC "VNIKTI"

Received 05.09.2019
Revised 10.01.2020
Accepted 24.01.2020

For citation: Kossov V. S., Krasnov O. G., Akashev M. G. The impact of deformation in the zone of welded joints on the force action of the rolling stock on the track. Vestnik of the Railway Research Institute. 2020. 79 (1): 9–16 (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21780/2223-9731-2020-79-1-9-16.

ВЫШЛИ В СВЕТ ТРУДЫ ВНИИЖТ

Марков Д. П. Атомно-молекулярные механизмы вещественного трения. М.: РАС, 2019. 102 с.

В монографии представлены результаты 40-летних поисков ответа на вопрос «Что такое трение?». Даны определения полевого и вещественного трения. Уточнены понятия и особенности действия адгезионных и когезионных сил межатомного притяжения, введено понятие дегезионных сил межатомного отталкивания. Предложены новые атомно-молекулярные теории внешнего трения и изнашивания, течения жидкостей, дислокационной и аморфной пластической деформации и разрушения кристаллических тел. Выдвинута гипотеза активации плавления, кристаллизации, пластической деформации и других процессов волнового акустического теплового диапазона и произведена оценка их параметров. На обсуждение выносятся 14 гипотез, очерчивающих контуры теории вещественного трения на границе и внутри твердых тел, в жидкостях и газах.

Монография предназначена для научных и научно-технических работников, изучающих процессы трения, также может быть полезна преподавателям и студентам вузов.

Певзнер В. О. Научные основы системы управления состоянием пути. М.: РАС, 2018. 272 с.

Рассмотрены цели и задачи систем управления состоянием пути, организации технического обслуживания пути, методы оценки воздействия подвижного состава на путь и возможности их совершенствования, вопросы работы пути в условиях повышения осевых нагрузок подвижного состава, опыт унификации ширины колеи на российских железных дорогах и оптимизации возвышения наружного рельса в кривых, перспективные направления совершенствования системы оценки состояния пути и его технического обслуживания.

Ромен Ю. С. Взаимодействие пути и экипажа в рельсовой колее. М.: РАС, 2019. 160 с.

Рассмотрены проблемы системы «колесо–рельс». Дано описание основных этапов моделирования динамических процессов и проведения испытаний. Изложена методика составления математической модели движения подвижного состава и определения параметров взаимодействия подвижного состава и пути в процессе испытаний. Показано влияние состояния поверхности катания на силы вписывания, а также влияние неровностей на колебания тележки.

Книга предназначена для научных и научно-технических работников железнодорожного транспорта, а также может быть полезна преподавателям и студентам транспортных вузов.

Научное сопровождение развития высокоскоростных магистралей в России: коллективная монография / под ред. А. Б. Косарева, О. Н. Назарова. М.: РАС, 2018. 119 с.

Рассмотрены вопросы научно-технического сопровождения работ, связанных с созданием, испытаниями, вводом в эксплуатацию систем инфраструктуры и высокоскоростного подвижного состава отечественных железных дорог.

Книга рассчитана на научных и инженерно-технических работников железнодорожного транспорта, а также может быть полезна преподавателям и студентам транспортных вузов.

Экспериментальная оценка взаимодействия экипажа и пути при скоростном и высокоскоростном движении»: коллективная монография / под ред. А. М. Бржезовского. М.: РАС, 2019. 152 с.

Авторы: к.т.н. А. М. Бржезовский — редактор (предисловие, 1.1, 1.2, 1.4, 2–4, 5.1, заключение); к.т.н. Д. Н. Аршинцев (3.1–3.3, 4); инж. О. Г. Бржезовская (2.1); д.т.н. проф. Б. Э. Глюзберг (1.3, 5.2); инж. В. Г. Донец (5.2); к.т.н. А. В. Заверталюк (1.2); к.т.н. Д. Е. Кирюшин (3.2); к.т.н. М. В. Козлов (2.2, 3.4); к.т.н. И. Н. Максимов (5.1); инж. А. Г. Парчевский (4.1); к.т.н. И. В. Смелянский (3.1–3.3, 4); д.т.н. проф. Ю. С. Ромен (1.2, 1.4); к.т.н. Ю. С. Тихов (4.1); к.т.н. М. И. Титаренко (5.2); инж. С. В. Толмачев (3.1–3.3, 4, 5.1).

В монографии приведен обзор особенностей конструкции экипажной части скоростного и высокоскоростного пассажирского подвижного состава железных дорог шириной колеи 1520 мм. Обобщены результаты комплексных ходовых и по воздействию на путь и на стрелочные переводы испытаний различных типов пассажирского подвижного состава, проведенные с целью определения условий обращения на линиях смешанного пассажирского и грузового движения.

Книга рассчитана на научных и инженерно-технических работников железнодорожного транспорта, а также может быть полезна преподавателям и студентам транспортных вузов.

По вопросам приобретения книг обращаться по адресу: 129626, г. Москва, 3-я Мытищинская ул., д. 10, редакционно-издательский отдел АО «ВНИИЖТ».

Тел.: (499) 260-43-20, e-mail: rio@vniizht.ru, www.vniizht.ru.