

Результаты наблюдений по оценке влияния эксплуатационных факторов на боковой износ рельсов

В. О. ПЕВЗНЕР¹, О. Ю. БЕЛОЦВЕТОВА¹, А. В. ПОТАПОВ²

¹Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), Москва, 129626, Россия

²Московский государственный университет путей сообщения императора Николая II (МИИТ), Поволжский филиал, Самара, 410004, Россия

Аннотация. В 2012–2015 гг. проводились эксплуатационные наблюдения по оценке интенсивности бокового износа в зависимости от условий эксплуатации в кривых радиусом более 350 м. В статье представлены данные по исследованию влияния эксплуатационных факторов на боковой износ рельсов на Восточно-Сибирской, Южно-Уральской и Приволжской железных дорогах. Показано, что основными факторами, влияющими на боковой износ, являются лубрификация, подуклонка рельсов, радиус кривой и уровень непогашенного ускорения. Для управления процессом бокового износа и снижения его интенсивности рекомендуется: устранение много радиусности кривых, поддержание подуклонки рельсов в пределах 1/16 – 1/27, а также обеспечение выполнения известных технических решений — соблюдение нормативов непогашенного ускорения, лубрификация рельсов в кривых участках пути.

Ключевые слова: боковой износ рельсов; радиус кривой; лубрификация; подуклонка рельсов; уровень непогашенного ускорения

История вопроса. Проблема бокового износа рельсов тесно связана с вопросами повышения эффективности безопасной эксплуатации железных дорог. В 1940–1960-х гг. этой проблемой занимались такие ведущие ученые, как М. А. Чернышев [1], А. Ф. Золотарский [2], Л. П. Мелентьев [3, 4, 5], С. М. Андриевский [6, 7], М. Ф. Вериго [8, 9].

Л. П. Мелентьев определил [3, 4, 5] геометрию контакта колесо — рельс и возвышение наружного рельса в кривых как основные факторы, влияющие на износ.

С. М. Андриевский [6, 7] предложил для снижения бокового износа рельсов увеличение возвышения наружного рельса, лубрификацию, снижение необрессоренного веса и другие меры для уменьшения удельных давлений в контакте колес с рельсом.

Проф. М. Ф. Вериго в 1950–1960-х гг. описал механические и динамические составляющие сил, действующих в контакте колесо — рельс и вызывающих боковой износ рельса в кривых [8, 9]. В 1990-х гг. он математически описал и смоделировал боковой износ рельсов с учетом таких факторов, как высокочастотное силовое воздействие колес на рельсы [10]. Кроме того, М. Ф. Вериго поставил вопрос о необходимости

профильной шлифовки рабочих граней головок рельсов и рабочих выкружек гребней колес.

В работах М. Ф. Вериго [10, 11] указано, что в кривых малого радиуса интенсивность бокового износа различна по длине наружного рельса и увеличивается в зонах неровностей рельсов и пути в плане.

К факторам, влияющим на интенсивность бокового износа рельса, М. Ф. Вериго причислил [12]:

- «кривизну рельсов в пути», т. е. радиус кривой;
- неровности пути в плане и непогашенное ускорение экипажа.

Для снижения интенсивности бокового износа рельса, особенно в кривых малого радиуса, М. Ф. Вериго предлагал снижать горизонтальную поперечную жесткость рельсов по их головке [10], при этом отмечалось, что увеличение ширины колеи в кривой радиусом 300 м с 1530 мм до максимально возможной (1540 мм) изменяет фактор износа рельсов и гребней колес на величину, меньшую точности их измерения [10].

Начиная с 2006 г. развернулась активная дискуссия о причинах интенсивного бокового износа рельсов и подреза гребней колес, особенно у локомотивов. В качестве решающего фактора в работе [13] называлась унификация ширины колеи в кривых, начатая на сети с 1972 г.

В 2009 г. на совместном заседании ученых советов ОАО «ВНИИЖТ» и ОАО «ВНИКТИ» (№ УС-1/09/ от 28.05.2009 г.) было отмечено, что проведенное в 2007–2008 гг. (по утвержденным ОАО «РЖД» методикам и программам) исследование по влиянию норматива ширины колеи и других факторов на боковой износ при компьютерном моделировании процессов взаимодействия экипажа и пути показало, что влияние ширины колеи по показателям износа в системе колесо — рельс и безопасности движения находится на 4–5-м местах из десяти рассмотренных факторов. Отмечено, что значительно большее влияние оказывали профили колес и рельсов, разность диаметров колес, амплитуда неровностей пути, коэффициент трения между боковой поверхностью головки рельса и гребнем. Было рекомендовано провести экспериментальные

■ E-mail: belotsvetova.olga@vniizht.ru (О. Ю. Белоцветова)

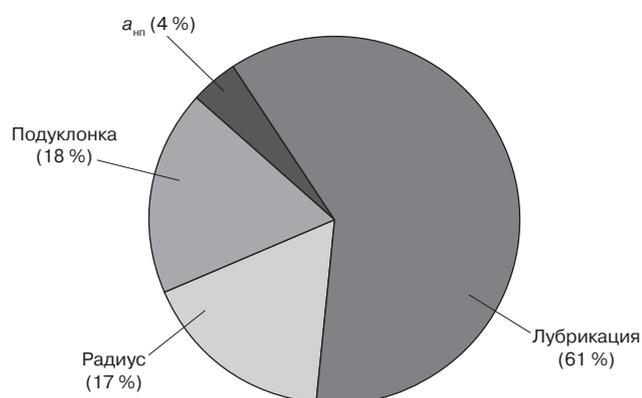


Рис. 1. Влияние разных факторов на износ рельсов на Восточно-Сибирской, Южно-Уральской и Приволжской железных дорогах, $R = 350 \div 650$ м, подуклонка $1/17 - 1/25$, $a_{\text{нп}} = -0,3...+0,3 \text{ м/с}^2$
 Fig. 1. Influence of different factors on the wear of the rails on the East Siberian, South Ural and Volga Railways, $R = 350 \div 650$ m, canting $1/17 - 1/25$, $a_{\text{нп}} = -0,3...+0,3 \text{ м/с}^2$

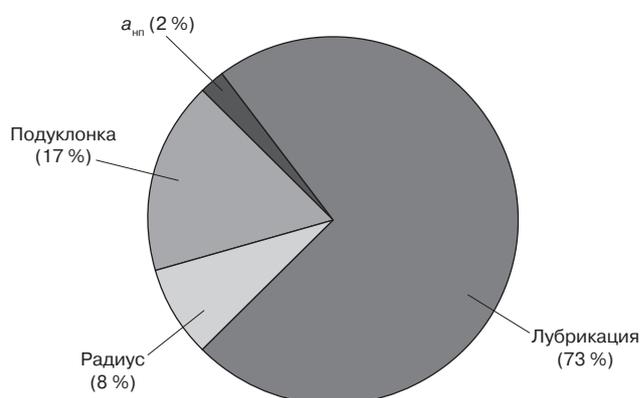


Рис. 2. Влияние разных факторов на износ рельсов на Восточно-Сибирской, Южно-Уральской и Приволжской железных дорогах, $R = 350 \div 450$ м, подуклонка $1/17 - 1/25$, $a_{\text{нп}} = -0,3...+0,3 \text{ м/с}^2$
 Fig. 2. Influence of different factors on the wear of the rails on the East Siberian, South Ural and Volga Railways, $R = 350 \div 450$ m, canting $1/17 - 1/25$, $a_{\text{нп}} = -0,3...+0,3 \text{ м/с}^2$

исследования (в условиях эксплуатации) по оценке влияния ширины колеи в кривых радиусом 350–450 м.

Исходя из этого, на НТС ОАО «РЖД» (№ 7 от 26.11.2009 г.), согласуясь с мнением ученых ВНИИЖТа и ВНИКТИ, было принято решение о нецелесообразности изменения нормативов ширины колеи в кривых менее 350 м и более 650 м и необходимости дополнительной проверки влияния ширины колеи, а также других факторов на боковой износ рельсов в кривых радиусом 350–650 м в эксплуатационных условиях на Российских железных дорогах.

Благодаря принятым на сети мерам по снижению интенсивности бокового износа (вождение грузовых поездов с непогашенным ускорением $\pm 0,3 \text{ м/с}^2$, массовое внедрение вагонов-рельсосмазывателей и т. д.) остроту проблемы удалось снизить, но степень влияния отдельных факторов требовала уточнения.

Одним из изучаемых факторов, влияющих на боковой износ рельсов, был радиус кривых — известно, что в кривых радиусом 600 м износ в 4 раза менее интенсивный, чем в кривых радиусом 300 м.

Результаты эксплуатационных наблюдений. В 2010–2011 гг. учеными ВНИИЖТа на сети проводилась эксплуатационная проверка нормативов ширины колеи, в ходе которой решалась задача сравнения интенсивности уширения колеи и бокового износа рельсов в кривых радиусом 350–650 м при норме ширины колеи 1520 и 1530 мм. Было установлено, что номинал ширины колеи 1520 и 1530 мм в кривых радиусом 350–650 м не оказывал статистически значимого влияния на интенсивность бокового износа и уширение колеи.

В 2012–2015 гг. были продолжены эксплуатационные наблюдения за интенсивностью развития бокового износа в кривых радиусом 350–650 м на ряде железных дорог сети:

- с номиналом ширины колеи 1520 и 1530 мм с начальной подуклонкой $1/20$, с ее изменением вместе с

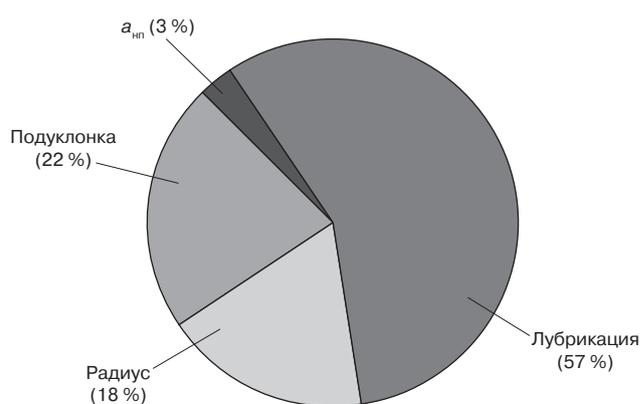


Рис. 3. Влияние разных факторов на износ рельсов на Восточно-Сибирской, Южно-Уральской и Приволжской железных дорогах, $R = 450 \div 650$ м, подуклонка $1/17 - 1/25$, $a_{\text{нп}} = -0,3...+0,3 \text{ м/с}^2$
 Fig. 3. Influence of different factors on the wear of the rails on the East Siberian, South Ural and Volga Railways, $R = 450 \div 650$ m, canting $1/17 - 1/25$, $a_{\text{нп}} = -0,3...+0,3 \text{ м/с}^2$

боковым износом наружного рельса в процессе наработки тоннажа;

- в кривых радиусом около 600 м с искусственным изменением начальных значений подуклонки рельсов ($1/20 \leftrightarrow 1/14 \leftrightarrow 1/33$) за счет применения клиновидных прокладок после капремонта;

- на расширенном полигоне в кривых со скреплениями АРС с различной интенсивностью бокового износа и подуклонкой рельсов (58 кривых).

Проведенные в 2012–2015 гг. эксплуатационные наблюдения в кривых радиусом 350–650 м на Приволжской, Южно-Уральской и Восточно-Сибирской железных дорогах и обработка их результатов методами многофакторного анализа показали, что основными факторами, определяющими интенсивность бокового износа рельсов, являются:

- наличие лубрикации рельсов (степень влияния на износ рельсов составляет 57–73% в зависимости от радиуса кривой, рис. 1–3);

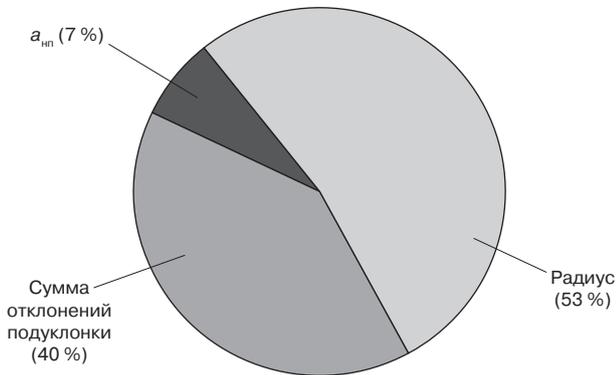


Рис. 4. Влияние разных факторов на интенсивность износа рельсов на Приволжской железной дороге (без лубрикации), $R = 300 \div 1100$ м, сумма отклонений подуклонки $-0,04 + 0,02$, $a_{нн} = -0,6... + 0,4 \text{ м/с}^2$

Fig. 4. Influence of different factors on the intensity of wear of the rails on the East Siberian, South Ural and Volga Railways (without lubrication), $R = 300 \div 1100$ m, canting deviations sum $-0,04 + 0,02$, $a_{нн} = -0,6... + 0,4 \text{ м/с}^2$

- подуклонка рельсов (степень влияния на боковой износ рельсов 17–22% (см. рис. 1–3) при наличии лубрикации и до 40% по сумме отклонений подуклонки обоих рельсов — при отсутствии лубрикации, рис. 4);
- радиус кривой (степень влияния на износ рельсов 8–18% в диапазоне радиусов 350–650 м при лубрикации (см. рис. 1–3) и 53% в диапазоне радиусов 300 и более метров без лубрикации (см. рис. 4);
- уровень непогашенного ускорения в кривой (степень влияния 2–7%, см. рис. 1–4).

Общий характер распределения факторов по степени влияния приведен на рис. 1.

На рис. 2 и 3 приведены результаты анализа по более узким диапазонам радиусов.

Результаты наблюдений на ряде участков при отсутствии в ходе эксплуатации лубрикации приведены на рис. 4.

Для более точной оценки степени влияния факторов по каждому параметру были отобраны

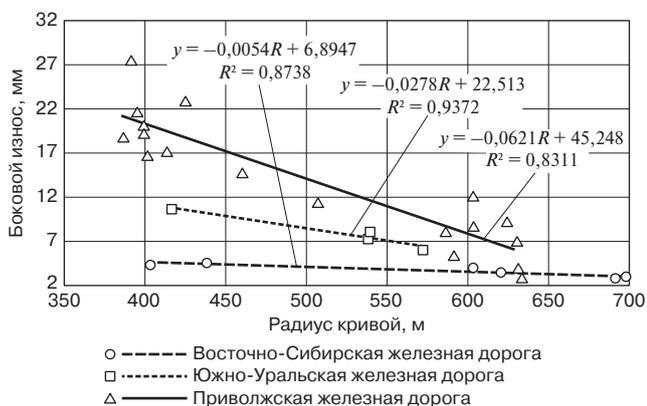


Рис. 5. Зависимость бокового износа при наработке 125 млн т брутто от радиуса кривой

Fig. 5. Dependence of lateral wear at operating time of 125 million gross tonnes from the radius of the curve

только значения, лежащие в пределах 20% разброса от номинала.

Анализ степени влияния каждого из перечисленных факторов при 20%-ном разбросе значений параметров, влияющих на интенсивность бокового износа, показывает, что наибольшее влияние на интенсивность бокового износа оказывает **лубрификация** (увеличение бокового износа при отсутствии лубрикации в зависимости от радиуса кривой в 2–4 раза).

По анализу 20%-ного разброса влияние лубрикации было выявлено из сопоставления результатов в кривых одинаковых радиусов на Приволжской железной дороге (отсутствие лубрикации) и Восточно-Сибирской железной дороге. Оно составило:

- 331% в кривых радиусом 400 м;
- 238% в кривых радиусом 500 м;
- 119% в кривых радиусом 600 м.

На втором месте влияния на боковой износ рельсов стоят **подуклонка рельсов** и **радиус кривой**, которые могут увеличить интенсивность бокового износа почти в 2 раза.

Влияние **радиуса кривой** при идентичном характере лубрикации на фоне других факторов проявляется в увеличении бокового износа на 0,54–2,78 мм на каждые 100 м уменьшения радиуса (рис. 5).

При этом установлено, что 20%-ный разброс значений радиуса кривой приводит к изменению интенсивности бокового износа:

- на 16–45% в кривых радиусом менее 450 м (различие обусловлено уровнем лубрикации и величиной непогашенного ускорения в пределах изменения $-0,3... + 0,3 \text{ м/с}^2$);
- на 18–93% в кривых радиусом более 450 м.

Кроме того, дисперсионный анализ влияния перечисленных факторов на интенсивность бокового износа показал, что в 62% случаев различия значений бокового износа в кривых радиусом 350–650 м обусловлены различием радиуса кривой.

Изменение подуклонки наружного рельса в пределах $\pm 20\%$ ($1/17 - 1/25$) ведет к изменению интенсивности бокового износа наружного рельса на 38% при отклонении до $1/17$ и на 96% при отклонении до $1/25$.

В работе В. О. Певзнера, А. В. Потапова, В. В. Михайлова [14] впервые был поставлен вопрос о влиянии на боковой износ рельсов в кривых «разности поворота смежных сечений рельса», т. е. суммы подуклонки рельсов. Проверка влияния данного параметра в эксплуатационных условиях показала, что при учете суммы отклонений подуклонки по обоим рельсам в условиях отсутствия лубрикации степень влияния данного фактора на интенсивность бокового износа достигает 40%.

Установлено, что на процесс износа наружного рельса влияет не только подуклонка по отдельным рельсовым нитям, но и суммарное отклонение

подуклонки обеих нитей от номинала. Так, в кривых Приволжской железной дороги в условиях отсутствия смазки изменение суммы отклонений подуклонки обоих рельсов от нормального значения $1/20$ в 48% случаев приводит к изменению интенсивности бокового износа. При этом смещение значения суммы отклонений подуклонки обоих рельсов от нормального значения $1/20$ в отрицательную сторону ($0 \rightarrow -0,01$) в 84% случаев приводит к изменению бокового износа и его интенсивности.

Кроме того, было установлено, что процесс изменения подуклонки происходит одновременно с ростом износа рельсов, т.е. эти процессы взаимосвязаны. Без учета влияния непогашенного ускорения при смещении средних по кривой значений подуклонки наружного рельса от нормативных значений $1/20$ как в сторону разуклонки, так и в сторону переуклонки интенсивность бокового износа возрастает (при этом коэффициент детерминации полиномиальной линии тренда составляет 0,96, рис. 6).

При изначальном искусственном изменении подуклонки по обеим нитям рельсов в пределах $1/14 - 1/20 - 1/33$ было установлено, что уже в процессе приработки (наработка тоннажа до 25 млн т брутто) наблюдается самоцентрирование рельсовых нитей в сторону номинала подуклонки $1/20$.

Кроме того, установлено, что в кривых с клиновидными прокладками* с начальным смещением подуклонки наружного и внутреннего рельса в сторону как переуклонки (до $1/14$), так и разуклонки (до $1/33$) в период пропуски до 76,8 млн т:

- различие фактических (на данный момент наблюдения) значений подуклонки рельсов на 82% обусловлено значениями начальной подуклонки рельсов. Данное явление говорит в пользу того, что подуклонку рельсов нужно исправлять в ходе наработки тоннажа, при ее изменении, но не задавать изначальные отклонения;

- интенсивность бокового износа практически не зависит от начальной заданной подуклонки рельсов, но зависит от фактических значений (на данный момент наблюдения) суммарного отклонения обоих рельсов: чем больше суммарное смещение подуклонки обоих рельсов, тем выше интенсивность бокового износа (рис. 7);

- клиновидные прокладки после наработки 85,4 млн т брутто показали лучшие эксплуатационные качества по сравнению со стандартными прокладками АРС.

Эти данные согласуются с данными, полученными на 58 кривых Приволжской железной дороги с различной интенсивностью бокового износа и уровнем непогашенного ускорения, что было отмечено выше.

*Клиновидные прокладки как опытная партия были установлены в кривых Приволжской железной дороги с целью предотвращения изменения подуклонки рельсов в процессе эксплуатации (патент № 102622).

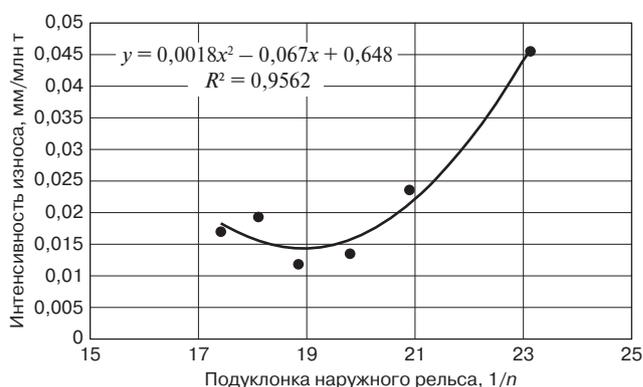


Рис. 6. Зависимость интенсивности бокового износа наружного рельса от подуклонки наружного рельса в кривых Приволжской железной дороги без смазки

Fig. 6. Dependence of the intensity of the side wear of outer rail from the canting of outer rail on curves of Volga Railways without lubrication

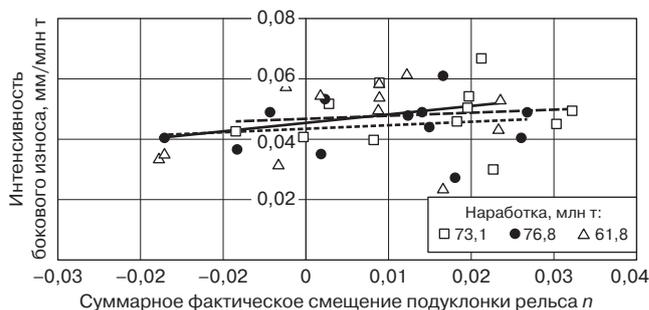


Рис. 7. Влияние фактического (на данный момент) суммарного (по обоим рельсам) смещения подуклонки рельсов на интенсивность бокового износа

Fig. 7. The impact of the actual (for now) total (on both rails) displacement of rails canting on the intensity of the lateral wear

Влияние разброса непогашенного ускорения ($a_{нп}$) в пределах $\pm 20\%$ составило при средних значениях подуклонки наружного рельса:

- на Приволжской железной дороге (без смазки) —

- на пути с грузонапряженностью более 40 млн т/год — 8%;

- на пути с грузонапряженностью менее 40 млн т/год — 22%;

- на Восточно-Сибирской и Южно-Уральской железных дорогах —

- на пути с грузонапряженностью более 40 млн т/год — 2%;

- на пути с грузонапряженностью менее 40 млн т/год — 7%.

Как было отмечено выше, изменение непогашенного ускорения в пределах от $-0,3$ до $+0,3$ м/с² при фиксации других эксплуатационных факторов (радиус кривой — 350 — 650 м, смазка и подуклонка рельсов) лишь в 10% случаев приводит к изменению интенсивности бокового износа рельсов.

Анализ полученных в 2015 г. на Приволжской железной дороге данных в кривых с различной

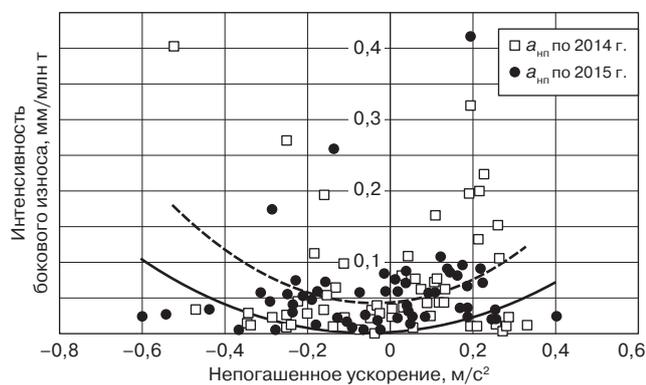


Рис. 8. Влияние непогашенного ускорения на интенсивность бокового износа

Fig. 8. Effect of unbalanced acceleration on the intensity of lateral wear

интенсивностью бокового износа и различной подуклонкой рельсов показывает, что при смещении значений непогашенного ускорения (рис. 8) от значения $-0,05$ как в положительную, так и в отрицательную сторону интенсивность бокового износа увеличивается.

В условиях эксплуатации, когда разброс значений отдельных факторов, влияющих на интенсивность бокового износа, может оказаться значительно больше, их влияние соответственно оказывается значительно выше. Так, в кривых Приволжской железной дороги разброс значений $a_{\text{нп}}$ составлял от $-0,4$ до $+0,15 \text{ м/с}^2$ и интенсивность бокового износа при одном среднем по кривой значении подуклонки ($1/19$) изменяется с $0,02 \text{ мм/млн т}$ (при непогашенном ускорении $-0,15 \text{ м/с}^2$) до $0,20 \text{ мм/млн т}$ при $a_{\text{нп}} = +0,15 \text{ м/с}^2$, т.е. наблюдается увеличение интенсивности бокового износа в 10 раз.

Таким образом, при оценке факторов, влияющих на интенсивность бокового износа наружного рельса в кривых в процессе эксплуатации, необходимо учитывать всю совокупность показателей. Выделение отдельных факторов в отрыве от остальных может привести к неправомерным выводам.

Заключение. 1. Проведенные в 2012–2015 гг. эксплуатационные наблюдения по оценке интенсивности бокового износа в зависимости от условий эксплуатации в кривых радиусом более 350 м показали, что основными факторами, определяющими интенсивность бокового износа, являются:

- наличие смазки рельсов;
- подуклонка рельсов;
- радиус кривой;
- уровень непогашенного ускорения в кривой.

2. Анализ степени влияния каждого из перечисленных факторов при 20%-ном разбросе значений параметров, влияющих на интенсивность бокового износа, показывает, что наибольшее влияние на интенсивность бокового износа оказывает смазка (увеличение интенсивности бокового износа при отсутствии смазки в зависимости от радиуса кривой в 2–4

раза), на втором месте стоят радиус и подуклонка рельсов, которые могут увеличить интенсивность бокового износа почти в 2 раза. Незначительное влияние (до 10%) оказывает непогашенное ускорение (при разбросе значений от $-0,3$ до $+0,3 \text{ м/с}^2$).

В условиях эксплуатации, когда разброс значений отдельных факторов, влияющих на интенсивность бокового износа, может оказаться значительно больше, их влияние соответственно существенно возрастает.

3. При оценке влияния различных факторов на интенсивность бокового износа наружного рельса в кривых в процессе эксплуатации необходимо **учитывать всю совокупность факторов**. Выделение отдельных факторов в отрыве от остальных приводит к неправомерным выводам.

4. Для **управления процессом бокового износа** и снижения его интенсивности необходимо:

- не допускать многорадиусности кривых — с целью уменьшения негативного влияния **радиуса кривых**;
- поддерживать подуклонку рельсов при состоянии упругих элементов промежуточных рельсов скреплений, не требующих вмешательства в рамках текущего содержания рельсовой колеей, в пределах $1/16$ – $1/27$ за счет применения клиновидных упругих прокладок из композиционных материалов. Выход подуклонки за нормативы $1/12$ – $1/60$ должен быть устранен порядком, предусмотренным Инструкцией по текущему содержанию пути для отступлений по ширине колеи. Устранение отступлений по величине подуклонки должно осуществляться заменой упругих подрельсовых или напальных прокладок либо применением типовых регулировочных прокладок;
- в кривых участках пути обеспечить соответствие **непогашенного ускорения** принятым нормам и не выходить за пределы $\pm 0,3 \text{ м/с}^2$ для грузовых и $\pm 0,7 \text{ м/с}^2$ для пассажирских поездов;
- повсеместно осуществлять **смазку рельсов**, которая как было указано выше, является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на интенсивность бокового износа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышев М.А. О подуклонке рельсов: дисс.... канд. техн. наук: код специальности 05.22.06. М.: МИИТ, 1945. 81 с.
2. Золотарский А.Ф. Износ и срок службы рельсов: труды ЦНИИ. Вып. 14. М.: Трансжелдориздат, 1947. С. 4–87.
3. Мелентьев Л.П. Исследование причин бокового износа рельсов в кривых // Исследование рельсов тяжелых типов: труды ВНИИЖТ. Вып. 154. М.: Трансжелдориздат, 1958. С. 261–311.
4. Мелентьев Л.П. Результаты наблюдений за развитием бокового износа рельсов в различных условиях эксплуатации // Исследование тяжелых рельсов: труды ВНИИЖТ. Вып. 220. М.: Трансжелдориздат, 1961. 144 с.
5. Мелентьев Л.П. Изменение формы головки наружных рельсов в кривых в результате износа // Вестник ВНИИЖТ. 1960. №4. С. 42–43.
6. Андриевский С.М. Боковой износ рельсов на кривых: труды ВНИИЖТ. Вып. 207. М.: Трансжелдориздат, 1961. 128 с.
7. Андриевский С.М., Шестаков В.Н. Боковой износ рельсов в кривых // Вестник ВНИИЖТ. 1957. № 1. С. 22–29.

8. Вериго М. Ф. Расчеты боковых сил, воспринимаемых рельсами при движении подвижного состава по горизонтальным неровностям пути: науч. доклады Высшей школы. М.: Советская наука, 1959. С. 100 – 104.

9. Взаимодействие пути и подвижного состава / Е. М. Бромберг [и др.]. М.: Трансжелдориздат, 1956. 280 с.

10. Вериго М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава в кривых колеи малого радиуса и борьба с боковым износом рельсов и гребней колес. М.: МПС, 1997. 207 с.

11. Вериго М. Ф., Коган А. Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. М.: Транспорт, 1986. 599 с.

12. Вериго М. Ф. Причины роста интенсивности бокового износа рельсов и гребней колес // ВНТО железнодорожников и транспортников строителей. М.: Транспорт, 1992. 46 с.

13. Певзнер В. О., Петропавловская И. Б. Унификация ширины колеи на Российских железных дорогах: история и результаты // Вестник ВНИИЖТ. 2010. № 2. С. 15 – 19.

14. Певзнер В. О., Потапов А. В., Михайлов В. В. Подуклонка лежащих в пути рельсов (теория и практика). Саратов: ИЦ «Наука», 2009. 101 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ПЕВЗНЕР Виктор Ошеревич,

д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, отделение «Комплексные исследования по взаимодействию пути и подвижного состава», АО «ВНИИЖТ»

БЕЛОЦВЕТОВА Ольга Юрьевна,

канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, отделение «Комплексные исследования по взаимодействию пути и подвижного состава», АО «ВНИИЖТ»

ПОТАПОВ Андрей Владимирович,

канд. техн. наук, доцент, кафедра «Железнодорожный путь, машины и оборудование», Московский государственный университет путей сообщения императора Николая II, Российская открытая академия транспорта (РОАТ МИИТ), Поволжский филиал

Статья поступила в редакцию 14.04.2016 г., актуализирована 29.06.2016 г., принята к публикации 15.07.2016 г.

Results of observations to evaluate the impact of operational factors on the side rail wear

V. O. PEVZNER¹, O. Yu. BELOTSVETOVA¹, A. V. POTAPOV²

¹Joint Stock Company "Railway research Institute" (JSC "VNIIZhT"), Moscow, 129626, Russia

²Moscow State University of Railway Transport of the Emperor Nikolai II (MIIT), Volga branch, Samara, 410004, Russia

Abstract. In 2012–2015 operational monitoring was carried out to evaluate intensity of lateral wear, depending on operating conditions in the curve of 350 m radius. The article presents data on the influence of operational factors on lateral wear of rails at the East Siberian, South-Ural and Privolzhskaya Railways. It is shown that the main factors affecting the lateral wear are: lubrication, rail canting, curve radius, the level of unbalanced acceleration.

To manage the process of lateral wear and reduce its intensity the following should be made:

- elimination of multi-degree curves;
- maintaining rail canting within 1/16 – 1/27, thus the elimination of deviations in values of canting should be carried out by replacing the elastic under-rail and under-sleeper pads or by using standard leveling shims;
- providing well-known engineering solutions, such as design of curves with unbalanced acceleration in the range 0.3 m/s² for freight and 0.7 m/s² for passenger trains;
- lubrication of the rails in curved sections of the track.

Keywords: lateral rail wear; curve radius; lubrication; rail canting; level of unbalanced acceleration

DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2016-75-4-243-248>

REFERENCES

1. Chernyshev M. A. *O poduklonke rel'sov. Kand. tekhn. nauk diss.* [On canting of rails. Cand. techn. sci.]. Moscow, MIIT [Moscow State University of the Railway Engineers], 1945, 81 p.
2. Zolotarevskiy A. F. *Iznos i srok sluzhby rel'sov* [Wear and life cycle of rails]. Trudy TsNII. [Proc. of the Central Research Institute]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1947, Vyp. 14, pp. 4 – 87.
3. Melent'ev L. P. *Issledovanie prichin bokovogo iznosa rel'sov v krivykh* [Study of causes of side rail wear in curves]. Issledovanie rel'sov tyazhelykh tipov [Study on rails of heavy types]. Trudy VNIIZhT. [Proc. of the Railway Research Institute]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1958, Vyp. 154, pp. 261 – 311.
4. Melent'ev L. P. *Rezultaty nablyudeniya za razvitiem bokovogo iznosa rel'sov v razlichnykh usloviyakh ekspluatatsii* [Results of observations on development of side rail wear under different operating conditions]. Issledovanie rel'sov tyazhelykh tipov [Study of rails of heavy types]. Trudy VNIIZhT. [Proc. of the Railway Research Institute]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1961, Vyp. 220, 144 p.
5. Melent'ev L. P. *Izmenenie formy golovki naruzhnykh rel'sov v krivykh v rezul'tate iznosa* [Changing the shape of the head of outer rails in curves as a result of wear]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 1960, no. 4, pp. 42 – 43.
6. Andrievskiy S. M. *Bokovoy iznos rel'sov na krivykh* [Side rail wear in curves]. Trudy VNIIZhT. [Proc. of the Railway Research Institute]. Moscow, Transzheldorizdat Publ., 1961, Vyp. 207, 128 p.

7. Andrievskiy S. M., Shestakov V. N. *Bokovoy iznos rel'sov v krivykh* [Side wear of rails in curves], Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 1957, no. 1, pp. 22 – 29.

8. Verigo M. F. *Raschety bokovykh sil, vosprinimaemykh rel'sami pri dvizhenii podvizhnogo sostava po gorizontalm nym nerovnostyam puti* [Calculations of lateral forces, perceived by rails when rolling stock moving on horizontal rough places of the track]. Nauch. doklady Vyshey shkoly. [Scientific reports of the Higher School]. Moscow, Sovetskaya nauka [Soviet Science], 1959, pp. 100 – 104.

9. Bromberg E. M., Verigo M. F., Danilov V. N., Fishman M. A. *Vzaimodeystvie puti i podvizhnogo sostava* [Interaction of track and rolling stock]. Moscow, Transzheldorizdat. Publ., 1956, 280 p.

10. Verigo M. F. *Vzaimodeystvie puti i podvizhnogo sostava v krivykh malogo radiusa i bor'ba s bokovym iznosom rel'sov i grebney koles* [Interaction of track and rolling stock in curves of small radius and elimination of lateral wear of wheel flanges and rails]. Moscow, MPS Publ., 1997, 207 p.

11. Verigo M. F., Kogan A. Ya. *Vzaimodeystvie puti i podvizhnogo sostava* [Track and railway vehicle interaction]. Moscow, Transport Publ., 1986, 599 p.

12. Verigo M. F. *Prichiny rosta intensivnosti bokovogo iznosa rel'sov i grebney koles* [Reasons for the growth of the intensity of lateral wear of rails and wheel flanges], VNTO zheleznodorozhnikov i transportnykh stroitel'ey [VNTO of the railway workers and transport construction engineers]. Moscow, Transport Publ., 1992, 46 p.

13. Pevzner V. O., Petropavlovskaya I. B. *Unifikatsiya shiriny kolei na Rossiyskikh zheleznykh dorogakh: istoriya i rezul'taty* [Unification of track gauges on Russian railways: history and results]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2010, no. 2, pp. 15 – 19.

14. Pevzner V. O., Potapov A. V., Mikhaylov V. V. *Poduklonka lezhashchikh v puti rel'sov (teoriya i praktika)* [Canting of rails lying in the track (theory and practice)]. Saratov, its "Nauka" Publ. [TC "Science"], 2009, 101 p.

ABOUT THE AUTHORS

PEVZNER Viktor Osherovich,

Dr. Sci.(Eng.), Professor, Chief Researcher, Department "Integrated research on interaction between track and rolling stock", JSC "VNIIZhT"

BELOTSVETOVA Olga Yur'evna,

Cand. Sci.(Biol.), Leading Researcher, Department "Integrated research on interaction between track and rolling stock", JSC "VNIIZhT"

POTAPOV Andrey Vladimirovich,

Cand. Sci.(Eng.), Associate Professor, Department "Railway track, machines and equipment", Moscow State University of Railway Transport of Emperor Nicholas II, Russian Open Academy of Transport (MIIT ROAT), Volga branch

Received 14.04.2016

Revised 29.06.2016

Accepted 15.07.2016

E-mail: belotvetova.olga@vniizht.ru (O. Yu. Belotvetova)