

Эффективность шлифования рельсов

Влияние шлифования на уменьшение частоты возникновения дефектов на поверхности рельсов подтверждено результатами исследований, проводившихся в течение ряда лет на участках суммарной протяженностью несколько тысяч километров североамериканских железных дорог первого класса.

Постановка задачи

Одним из важнейших положительных результатов, получаемых при шлифовании рабочих поверхностей рельсов (рис. 1), является устранение некоторых дефектов, особенно имеющих усталостное происхождение. Проводившиеся ранее исследования эффективности шлифования обычно затрагивали ограниченные по протяженности участки железнодорожных линий или сравнительно непродолжительные периоды времени. Рассматриваемые же исследования охватывают достаточно длительный период, что позволяет оценить эффективность шлифования рельсов

на линиях железных дорог первого класса общей протяженностью более 32 тыс. км за 5 лет. Всего было зафиксировано и изучено более 30 тыс. дефектов рельсов усталостного характера.

Основной целью исследований являлась оценка эффективности шлифования с точки зрения уменьшения числа дефектов, возникающих на рабочих поверхностях рельсов, и снижения за счет этого потребности в их замене. Выполнен тщательный анализ дефектов рельсов, на возникновение и развитие которых влияет шлифование. Особое внимание уделялось дефектам усталостного происхождения, включая микротрещины,

вмятины и т. д. Отдельной задачей была оценка эффективности реализуемых железными дорогами программ шлифования рельсов с точки зрения поддержания надлежащего технического состояния пути, снижения темпа распространения усталостных дефектов и продления срока службы рельсов. При этом использовались данные, собранные железными дорогами первого класса с 2003 по 2007 г.

Эффективность обработки рельсов оценивалась путем сопоставления показателей состояния пути на участках, где шлифование проводили и не проводили. Учитывался также объем поездной работы на рассматриваемых участках и характеристики пути. Следует отметить, что в категорию участков, на которых проводилось шлифование рельсов, входят участки с однократным шлифованием и с двумя и более циклами шлифования.

Значительная длительность периода времени, в течение которого собиралась и анализировалась информация, и протяженность охваченных исследованиями участков позволяют считать полученные данные достаточно представительными.

Анализ дефектов рельсов

Выполненный анализ был ориентирован на установление зависимости развития усталостных дефектов от применения шлифования. Интенсивность возникновения дефектов определялась для участков, как подвергавшихся, так и не подвергавшихся шлифованию. Полученные результаты сравнивались с учетом протяженности рассматриваемых участков и поездной нагрузки. Принимались во внимание также характеристики кривых.

На первом этапе исследований анализировали соотношения между полученными от железных дорог данными о числе дефектов и произведенной замене рельсов



Рис. 1. Работа рельсошлифовального поезда компании Logam на одном из участков железной дороги Union Pacific

с учетом поездной нагрузки. При этом рассматривались как дефекты всех видов, так и отдельно дефекты усталостного происхождения. Данные, полученные для участков, которые подвергались и не подвергались шлифованию, учитывались отдельно (рис. 2).

К усталостным относились только дефекты, связанные с усталостными явлениями в рельсовой стали под действием нагрузок, вызванных движением поездов: микротрещины на верхней поверхности и верхней части выкружки головки рельсов, поперечные трещины в нижней части рабочей выкружки, вертикальные и горизонтальные трещины на верхней поверхности головки рельса. Появления именно таких дефектов прежде всего удается избежать с помощью шлифования.

Поскольку величина поездной нагрузки и протяженность для отдельных участков железных дорог, в том числе тех, где проводилось и не проводилось шлифование, могли существенно различаться, для учета числа дефектов использовались относительные показатели. В табл. 1 и на рис. 3 приведены данные о числе дефектов на участках, где применялось и не применялось шлифование рельсов. Средневзвешенная годовая поездная нагрузка на участках, где выполнялось шлифование рельсов, составила 41,4 млн т брутто, а на участках, где оно не проводилось, — 8,4 млн т брутто. Именно этим объясняется кажущееся большим абсолютное число дефектов на участках, где проводилось шлифование (см. рис. 2).

Приведенные данные свидетельствуют, что число дефектов в год на 1 км пути на участках, где проводилось шлифование рельсов, значительно меньше, чем там, где оно не проводилось.

Для более тщательного анализа влияния шлифования рабочих поверхностей рельсов на появление дефектов на рассматриваемых участках учитывались

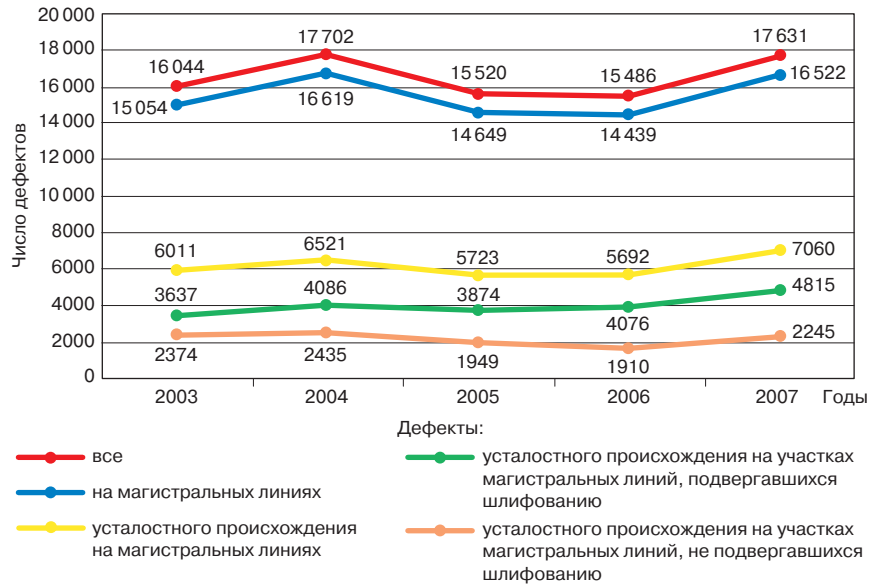


Рис. 2. Число дефектов рельсов на участках разных категорий

число проходов рельсошлифовальных поездов (ни одного, один, несколько), поездная нагрузка (низкая, средняя, высокая) и характер

кривых (большого, среднего, малого радиуса).

По поездной нагрузке выделялись участки, на которых значение

Таблица 1

Число дефектов рельсов за рассмотренный период на участках, где проводилось и не проводилось шлифование

Год	Общая протяженность участков, км		Число дефектов на 1 км пути		Изменение числа дефектов по сравнению с предыдущим годом, %		Число дефектов на 1 км пути на 1 млн т брутто	
	С шлифованием	Без шлифования	С шлифованием	Без шлифования	С шлифованием	Без шлифования	С шлифованием	Без шлифования
2003	14 838	20 320	0,245	0,117	—	—	0,006	0,014
2004	14 510	20 648	0,282	0,118	15	1	0,007	0,014
2005	14 907	20 251	0,260	0,091	-8	-23	0,006	0,011
2006	15 760	19 398	0,259	0,083	0	-9	0,006	0,010
2007 ¹	16 987	18 171	0,284	0,124	9,6	48	0,007	0,015

¹Данные получены с использованием усовершенствованных методов ультразвуковой дефектоскопии, что привело к увеличению числа выявленных дефектов.

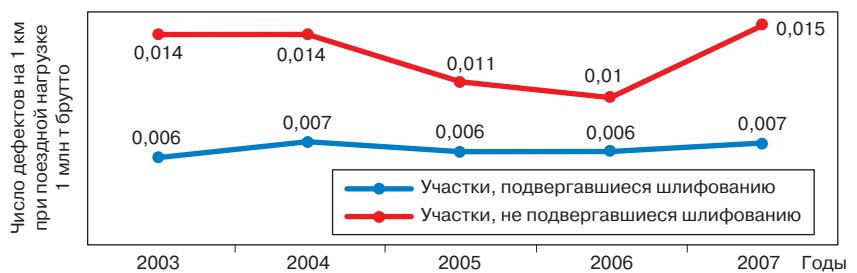


Рис. 3. Удельное число дефектов на участках, где проводилось и не проводилось шлифование рельсов

Таблица 2

Удельное число дефектов на участках, где проводилось и не проводилось шлифование рельсов, с учетом нагрузки от движения поездов и параметров кривых

Число дефектов на 1 км пути на 1 млн т брутто поездной нагрузки			
Поездная нагрузка, млн т брутто в год	Радиус кривой, м		
	Более 875	350–875	Менее 350
<i>Шлифование не применялось</i>			
Менее 10	0,069	0,146	0,172
От 10 до 40	0,015	0,010	0,018 ¹
Более 40	0,006	0,006	0,002 ¹
Всего	0,014	0,018	0,021
<i>Один цикл шлифования</i>			
Менее 10	0,053	0,088	0,113 ¹
От 10 до 40	0,009	0,009	0,014
Более 40	0,003	0,006	0,010
Всего	0,006	0,009	0,013
<i>Два и более цикла шлифования</i>			
Менее 10	0,174	0,215 ¹	0,129 ¹
От 10 до 40	0,056	0,049 ¹	0,025 ¹
Более 40	0,004	0,006	0,014
Всего	0,006	0,008	0,015

¹Ориентировочные данные.

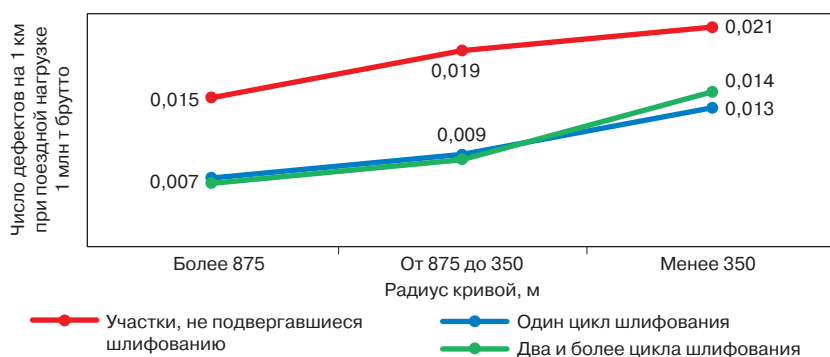


Рис. 4. Удельное число дефектов на участках с разным числом циклов шлифования и параметрами кривых

Таблица 3

Число дефектов рельсов на участках, где проводилось и не проводилось шлифование

Шлифование	Число дефектов усталостного происхождения	Общая протяженность участков, км	Поездная нагрузка, млн т брутто	Число дефектов на 1 км на 1 млн т брутто
Не применялось	2245	18171	8,4	0,015
Применялось	4815	16987	41,4	0,007
Уменьшение числа дефектов за счет применения шлифования				0,008
Эквивалентное число предупрежденных дефектов				5517

этого показателя составляло до 10 млн т брутто в год, от 10 до 40 млн и более 40 млн т брутто в год. Участки с поездной нагрузкой менее 2 млн т брутто в год были исключены из рассмотрения.

В зависимости от параметров кривых выделялись участки с кривыми радиусом менее 350 м, 350–870 и более 870 м. Данные о числе дефектов для участков перечисленных категорий приведены в табл. 2.

Число зафиксированных дефектов и протяженность участков в большинстве случаев достаточны для проведения статистического анализа. На рис. 4 представлена зависимость интенсивности возникновения дефектов рельсов от числа выполненных циклов шлифования и характеристик участков (радиусов кривых).

Экономическая эффективность шлифования

Для количественной оценки экономии, достигаемой за счет сокращения числа дефектов рельсов благодаря их шлифованию, был проведен соответствующий анализ с использованием данных, полученных в течение 2007 г. При этом определяли экономический эффект как:

- сокращение расходов на ремонт пути, обусловленное уменьшением числа дефектов;
- уменьшение расходов на замену рельсов за счет продления срока их службы до усталостного разрушения.

Кроме того, дополнительная потенциальная экономия денежных средств, не рассматривавшаяся в настоящем исследовании, может быть обусловлена улучшением характеристик взаимодействия колес с рельсами, снижением темпа износа рельсов, уменьшением интенсивности волнообразного износа рельсов, увеличением интервалов между проведением работ по выправке пути и сокращением удельного расхода топлива на тягу поездов.

Анализ данных за 2007 г. показал, что удельная частота возникновения дефектов на участках, где проводилось шлифование рельсов, составила 0,007 случая на 1 км пути при поездной нагрузке 1 млн т брутто; для участков, где шлифование не проводилось, — 0,015 случая (табл. 3). Благодаря шлифованию рельсов общее число возникших дефектов усталостного происхождения снизилось на 5517 случаев. Соответственно этому показателю сократилась потребность в устранении дефектов рельсов. Поскольку стоимость устранения дефектов, выявленных при прохождении вагона-дефектоскопа (примерно 85–90% общего числа дефектов), и дефектов, устранение которых требовало вызова специальной бригады (примерно 10–15%), существенно различается, величина затрат на устранение одного дефекта с использованием сварки была принята равной примерно 1500 дол. США, включая затраты на оплату труда, материалы и две установки для алюминотермитной сварки. Исходя из этого, предупреждение возникновения 5517 дефектов рельсов за счет их

шлифования позволяет сэкономить 8274789 дол. США.

Экономия денежных средств достигается также за счет продления срока службы рельсов до возникновения необходимости их замены, поскольку на участках, где проводится шлифование, рельсы находятся в эксплуатации дольше. На основе данных о числе дефектов и величине нагрузки от движения поездов с использованием распределения Вейбулла была рассчитана разность темпа распространения дефектов усталостного происхождения на участках, на которых проводилось и не проводилось шлифование рельсов. Полученные результаты свидетельствуют, что благодаря применению шлифования срок службы рельсов до возникновения дефектов усталостного происхождения может быть увеличен на 4,4%; иначе говоря, это позволит отложить замену рельсов на участке длиной 38,9 км. При средней стоимости замены 1 км рельсов, равной 300 тыс. дол. США, достигнутая экономия составит 11 668 464 дол. США.

Суммарная экономия, полученная вследствие сокращения потребности в ремонте и продления срока службы рельсов благодаря применению шлифования, составляет 19 943 253 дол. США.

Указанная сумма не учитывает экономию за счет снижения интенсивности волнообразного износа рельсов, улучшения характеристик взаимодействия колес с рельсами, сокращения удельного расхода топлива, затрат на текущее содержание пути и т. д.

Таким образом, данные проведенного исследования полностью подтверждают полученные ранее результаты и свидетельствуют об эффективности шлифования рельсов с точки зрения снижения интенсивности образования и распространения усталостных дефектов и соответствующего снижения расходов на текущее содержание и ремонт пути.

A. M. Zarembski, J. Palese. Railway Track & Structures, 2011, № 2, p. 32–35; материалы компании Zeta-Tech (www.zetatech.com).

РУССКО-КАЗАХСКИЙ И КАЗАХСКО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ТЕРМИНОВ

Около 10 000 терминов и словосочетаний



Словарь предназначен для широкого круга пользователей услуг железнодорожного транспорта и лиц, работающих в области технического перевода; будет полезен научным работникам и специалистам, преподавателям и студентам высших и средних профессиональных учебных заведений железнодорожного транспорта.

Настоящий словарь содержит около 10 000 терминов и словосочетаний, наиболее употребляемых железнодорожниками и пользователями услуг железнодорожного транспорта.

Составители словаря: А.А. Тимошин (русская часть словаря), А. Д. Омаров (казахская часть словаря)

По вопросам приобретения обращаться в ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» по адресу: 105082, Москва, ул. Бакунинская, д. 71. Тел./факс: (495) 739-00-30. E-mail: marketing@umczdt.ru

Филиалы ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» расположены в городах Иркутск, Новосибирск, Ростов-на-Дону, Самара, Хабаровск, Челябинск, Ярославль (адреса филиалов — на сайте www.umczdt.ru)