

Профилактическое шлифование рельсов в Японии

Основные задачи шлифования рельсов можно сформулировать как необходимость выполнения экологических требований (к уровню шума и вибрации), предупреждение повреждений рельсов и сохранение геометрических параметров пути. Компания JR East применяет профилактическое шлифование на основных высокоскоростных линиях Тохоку и Дзюсю с начала их коммерческой эксплуатации главным образом с целью уменьшения шума.

Взаимодействие колеса и рельса вызывает усталостные явления на поверхности, которые в конечном счете приводят к серьезным дефектам рельса. JR East применяет профилактическое шлифование на высокоскоростных линиях с целью:

- снижения шума и вибраций со следующими приоритетами:

- в жилых районах и деловых центрах, где уровень шума при контакте колеса и рельса может превышать 110 дБ;

- в других районах, где уровень шума превышает 110 дБ;

- в определенных зонах (например, в туннелях);

- предотвращения развития дефектов на участках: где обнаружены выкрашивание металла и вмятины от ударов балласта;

- если суммарный пропущенный тоннаж превышает 30 млн. т.

В 2002 г. новый рельсошлифовальный поезд Speno с 32 шлифовальными камнями пополнил парк шлифовальных машин компании, состоящий из:

- двух агрегатов компании Speno с 16 камнями (типа RR 16 M);
- двух агрегатов Speno с 48 камнями (два двояных типа RR 24 M);
- двух агрегатов японского производства с шестью камнями, которые используются исключительно для точечного шлифования на участках, где выполнялась сварка, или на стрелочных переводах в сочетании с машинами Speno.

Парк этих машин обеспечивает шлифование около 1,5 тыс. км рельсов в год.

Определение числа проходов и схем шлифования

До недавнего времени определение числа проходов и схем шлифования оставалось прерогативой местных инженеров-путейцев JR East, которые определяли число проходов в зависимости от размеров движения, годового плана работ по шлифованию с учетом протяженности обрабатываемых участков и баланса рабочего времени. Рабочие планы обсуждались с подрядчиками в пределах, обусловленных перечисленными факторами.

В зависимости от конкретных условий число проходов и схемы шлифования, определенные таким образом, не всегда давали результат, соответствующий целям, поставленным компанией. Поэтому внедрен новый метод определения числа проходов и схем шлифования, разработанный исходя из основных задач этого мероприятия.

Снижение шума и вибрации

Алгоритм определения числа проходов и схемы шлифования с целью снижения шума и вибраций показан на рис. 1.

Число проходов. В табл. 1 показано число проходов, необходимых для шлифования пониженного стыка (рис. 2) с использованием, например, машины с 16 камнями. Для определения числа проходов принимают во внимание следующие факторы:

- толщину слоя металла, снимаемого за один проход;
- толщину слоя, который необходимо удалить за один проход;
- длину участка отвода понижения.

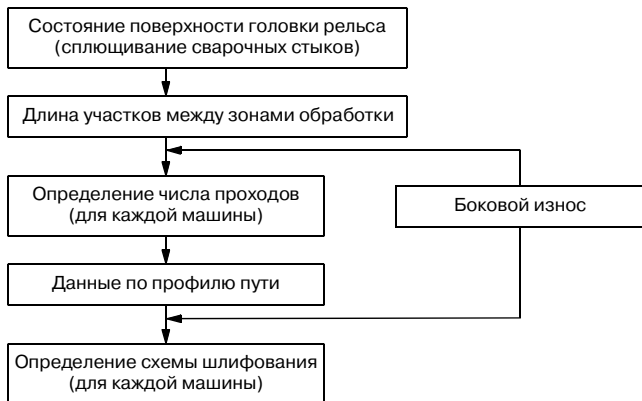


Рис. 1. Алгоритм определения числа проходов рельсошлифовальной машины и схемы шлифования

Таблица 1

Определение числа проходов для исправления глубокого сварного стыка

Глубина стыка d , мм	Число проходов для исправления стыка и сглаживания поверхности	
	Обычная линия $D = 6\,000 \times d$	Высокоскоростная линия $D = 10\,000 \times d$
$0 \leq d < 0,2$	8	12
$0,2 \leq d < 0,3$	10	14
$0,3 \leq d < 0,4$	12	16
$0,4 \leq d$	16	20

Таблица 2

Определение схемы шлифования в зависимости от типа пути и числа проходов

Путь	Число проходов						
	6 (только дефекты)	8	10	12	14	16	20
Прямая $R > 4000$ м или $R < 2000$ м	16-A	16-C	16-E	16-H	16-K	16-N	16-Q
$2000 < R < 4000$ м	16-A	16-C	16-F	16-I	16-L	16-O	16-R
Уравнительный стык	16-B	16-D	16-G	16-J	16-M	16-P	16-S

Определение схемы шлифования зависит от преобладающей конфигурации пути (прямая, кривая или уравнительный стык). Схема шлифования определяется по матрице вида, приведенного в табл. 2.

Число проходов и схемы шлифования, приведенные в табл. 1 и 2, стандартные, поэтому их применение зависит от состояния рельсов на конкретных участках, оцениваемого по данным измерений пути и/или периодических осмотров.

Схема шлифования определена следующим образом:

- зона контакта колеса и рельса:

границы головки рельса: сначала шлифовальные камни устанавливаются на рабочей и внутренней гранях для придания головке рельса выпуклой формы, так что площадь рабочего контакта камней уменьшается и эффективность шлифования значительно возрастает (рис. 3, а, б);

головка рельса: для удаления волнообразного износа, что является первичной причиной шлифования, камни устанавливаются по оси головки (рис. 3, в);

перепрофилирование: восстанавливается исходный теоретический или заданный профиль головки рельса (рис. 3, г);

- рабочая грань: шлифовальные камни устанавливаются в зависимости от преобладающей конфигурации пути — кривая, прямая или уравнительный стык следующим образом:

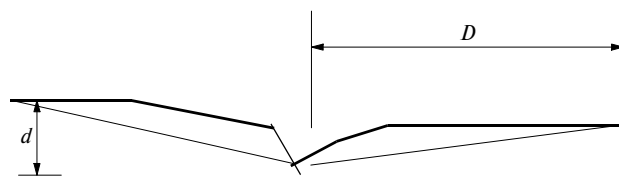


Рис. 2. Понижение сварного стыка:
 D — длина отвода понижения; d — глубина слоя удаляемого металла

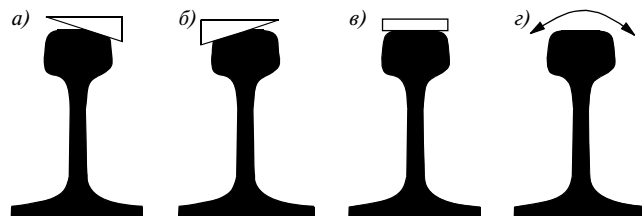


Рис. 3. Последовательность схем шлифования:
а — рабочей грани; б — внутренней грани; в — головки рельса; г — изменение профиля

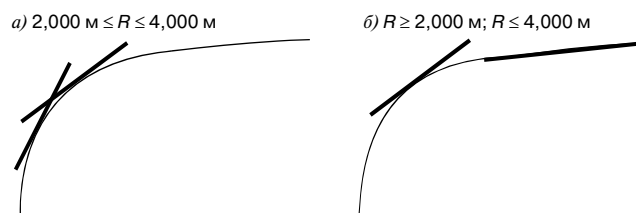


Рис. 4. Положение шлифовальных камней относительно грани рельса

участки радиусом 2000 – 4000 м (рис. 4, а): в зависимости от степени износа под более крутым углом, максимум 70°;

путь в прямой или переходной кривой (рис. 4, б):

$R > 4000$ м, небольшой износ рабочей грани; $R < 2000$ м, удаление волнообразного износа головки рельса важнее, чем шлифование рабочих граней. В обоих случаях шлифовальные камни должны быть установлены под сравнительно острым углом (40°) и на головке рельса;

уравнительный стык: для исключения возможного контакта шлифовальных камней с острым камнем на рабочей грани устанавливают под более острым углом.

Устранение поверхностных дефектов

Процедура определения числа проходов и схем шлифования для профилактики поверхностных дефектов рельса показана на рис. 5.

Число проходов определяется в зависимости от производительности (объема удаления металла за один проход) машины и исходя из принципа, что неровности глубиной от 0,05 до 0,1 мм подлежат удалению для исключения развития дефектов на линиях, где пропущенный тоннаж превышает 30 млн. т.

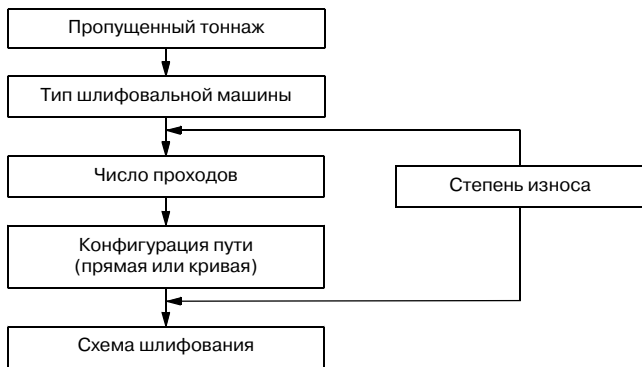


Рис. 5. Алгоритм определения числа проходов и тактики профилактического шлифования для устранения дефектов

Поскольку профиль головки изношенного рельса на разных участках пути (в кривой, прямой) различен, последовательность шлифования определяют индивидуально (см. табл. 2). Для восстановления теоретического/исходного профиля головки рельса шлифовальные камни устанавливаются под углом от 0 до 6 град.

Система поддержки

В настоящее время JR East использует компьютеризованную систему TRAMS21 (Track Maintenance

Определение числа проходов в зависимости от числа рабочих камней шлифовальной машины

Число шлифовальных камней	Число проходов
16.....	6
24.....	4
32.....	4
48.....	2 – 4

System 21), которая поддерживает режим планирования, определяя число проходов и схемы шлифования по рассмотренным алгоритмам. На дисплей выводится информация о пропущенном тоннаже, измеренном уровне шума, вызванном взаимодействием колеса и рельса, по классификации участков, состоянию рельсов (поперечному профилю, волнообразному износу, износу головки рельса), о предыдущем шлифовании с помощью машин Speno и т. д. На другом дисплее можно видеть необходимое число проходов и схемы шлифования.

Применение данного метода и эффективное использование рельсошлифовальных машин обеспечивают поддержание пути в надлежащем состоянии. JR East намерена и далее совершенствовать практику и методы шлифования рельсов, продолжая исследования в этой области.

Anami T. Rail Engineering International. 2004, № 2, p. 10 – 12.

Улучшение характеристик и повышение надежности рельсов

В последнее время верхнее строение пути железных дорог Европы во все возрастающей степени страдает от повреждаемости рельсов вследствие усталостных явлений в контакте качения (RCF). Трещины в головке рельса как один из типов контактно-усталостных повреждений возникают из-за проскальзывания колеса относительно рельса при высоких нагрузках. Эти трещины, зарождающиеся на поверхности, образуются преимущественно в рельсах, уложенных в кривых и стрелочных переводах, где смещение гребня колеса к рабочей выкружке наружного рельса приводит к повышенному проскальзыванию и ухудшению условий контакта колеса и рельса.

Контактно-усталостные повреждения указанного типа могут в конечном счете приводить к полному разрушению рельса и сходу подвижного состава. По-

мимо этого, одной из главных проблем отрицательного воздействия на окружающую среду, к чему так чувствительно общественное мнение в Европе, является высокий (до 100 – 110 дБ) уровень излучаемого шума вследствие прерывистого проскальзывания колеса по рельсу. Устранение скрежета при движении поездов в кривых представляет серьезную проблему, особенно для городских железных дорог, проходящих через районы плотной жилой застройки.

Поэтому разрабатываются новые материалы и технологии, которые в перспективе окажут благотворное влияние на эксплуатационные характеристики, надежность и срок службы рельсов.

Проект № 5 Европейского союза по инфраструктуре железных дорог, реализация которого начата в апреле 2000 г., имеет целью повышение надежности и долговечности рельсов (с одновременным снижением уровня шума) на участках пути с кривыми малого и среднего радиуса, большими размерами дви-