

# Эффективность и экономичность шлифования рельсов

**На железных дорогах Северной Америки шлифование рельсов широко используется как операция текущего содержания пути в целях удаления волнообразного износа рельсов, их поверхностных неровностей и восстановления профиля с целью улучшения взаимодействия колеса и рельса. Эффективность шлифования зависит от того, насколько хорошо достигнуты поставленные цели — снижение контактных напряжений, улучшение вписывания подвижного состава в рельсовую колею, повышение поперечной устойчивости при движении с высокой скоростью и возможно более полное устранение поверхностных дефектов. Экономичность определяется оптимальным выбором периодичности и технологии шлифования, что влияет на стоимость соответствующих работ.**

Общие затраты на эксплуатацию рельсов в расчете на весь срок службы, в которые входят и расходы на шлифование, определяются качеством взаимодействия колеса и рельса. Минимизация явлений поверхностной контактной усталости и уменьшение износа в зоне контакта колеса и рельса за счет создания благоприятных условий их взаимодействия позволяют увеличить интервал между шлифованиями и уменьшить снятие металла, тем самым удлиняя срок службы рельсов и сокращая текущие эксплуатационные расходы.

Составление соответствующей программы шлифования включает назначение надлежащим образом спроектированных профилей рельсов после шлифования, выбор технологии шлифования и установление порядка мониторинга взаимодействия колес и рельсов.

Две серии испытаний, организованных Центром транспортных технологий (ТТС) Ассоциации американских железных дорог с целью изучения результатов шлифования рельсов в кривых и проведенных на двух действующих грузовых линиях, подтвердили необходимость

дальнейшего совершенствования существующей практики шлифования рельсов.

## Правильное проектирование профиля шлифования рельсов

При шлифовании профиль головки рельса в общем случае не восстанавливается до первоначальной конфигурации. Вместе с тем профиль, полученный в результате шлифования, очень важен как фактор, определяющий условия контакта колеса и рельса.

В кривых для наружного рельса желательно обеспечить конформный или почти конформный контакт. Наружные рельсы кривых обычно изнашиваются до стадии приработки к колесам с получением

конформного контакта. Эта стадия рассматривается как желательное состояние рельса с точки зрения снижения контактных напряжений и уменьшения дальнейшего износа. Шлифование на этой стадии может потребоваться лишь для снятия слоя металла с целью смягчения или устранения поверхностных дефектов.

Энергичное удаление металла с внутренней грани головки наружного рельса при шлифовании не рекомендуется. На рис. 1 дан пример профиля наружного рельса кривой радиусом 290 м до и после первого прохода шлифовальной машины. Колесо на данном рисунке принадлежит вагону, обращающемуся на одной из эксплуатируемых линий; его профиль в принципе благоприятен для создания конформного контакта с изношенным профилем наружного рельса. Однако после шлифования между гребнем колеса и выкружкой головки рельса образовался зазор, равный примерно 0,8 мм, в результате чего в двух точках контакта того же колеса создалась разность радиусов катания, равная 8 мм. Поэтому для возвращения профилей колеса и рельса к условиям конформного контакта необходимо снятие довольно большого количества металла (путем следующего шлифования или износа).

Внутренние рельсы кривых могут быть изношены до нежелательного состояния. В результате этого профиль головки рельса приобретает арочную форму и затем обычно изнашивается до конфигурации, напоминающей плоскую поверхность, как показано на рис. 2. По-

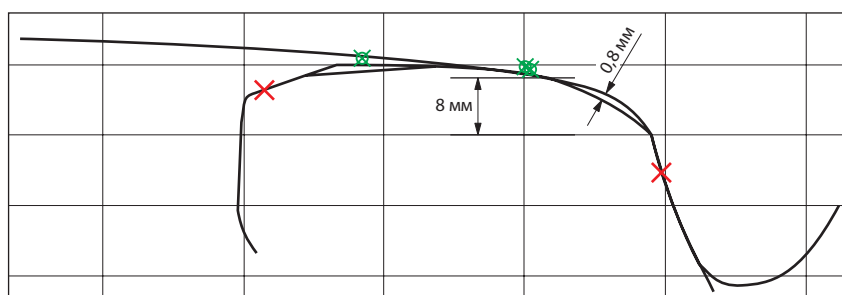


Рис. 1. Профили наружного рельса кривой и контактирующего с ним колеса

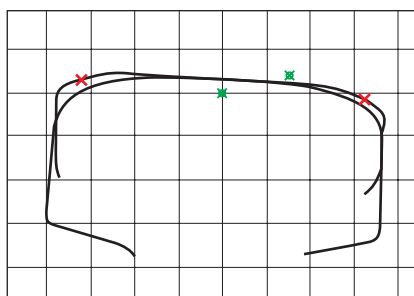


Рис. 2. Износ внутреннего рельса кривой с образованием плоской поверхности катания

сле первого прохода шлифовальной машины условия контакта колеса и внутреннего рельса кривой в значительной степени зависят от полученного профиля рельса. На рис. 3 и 4 приведены примеры профилей головки внутреннего рельса кривой после шлифования, измеренных на двух эксплуатируемых линиях.

Профиль головки рельса после шлифования, показанный на рис. 3, является результатом целевого снятия металла с наружной стороны рельса с целью исключения контакта с ложным гребнем в случае колеса с прокатом. Однако избыточное срезание наружной грани приводит к смещению контакта внутрь колеи, что вызывает ужесточение силового взаимодействия в контакте вследствие уменьшения радиуса контактирующей поверхности в этой зоне. Контакт со смещением внутрь колеи, по-видимому, имеет место при прохождении как первых по направлению движения, так и вторых колес каждой тележки. Поскольку данное явление сочетается с воздействием касательных сил, как показано на рассма-

триваемом рисунке, во внутренней грани головки внутреннего рельса кривой наблюдается интенсивное образование трещин и отслаивание металла (особенно заметное примерно на одной трети ширины рельса, что согласуется с местоположением контакта на рисунке).

Профиль головки рельса после шлифования, показанный на рис. 4, является результатом целевого снятия металла с внутренней стороны рельса с целью смещения контакта к наружной по отношению к колее стороне рельса для увеличения разности радиусов контактирующих поверхностей при вписывании в кривые. Как видно из рисунка, явление контактной усталости при качении возникает как с внутренней, так и с наружной стороны рельса, возможно, вследствие того, что поверхность катания проходящих колес имеет различную конусность из-за разных уровней износа. Смещение точки контакта наружу увеличивает риск схода с рельсов, особенно при пропуске подвижного состава с высокими осевыми нагрузками. Контакт с ложным гребнем даже в случае наличия у колес небольшого проката в такой ситуации приводит к созданию очень высоких контактных напряжений.

Для двух линий, на которых проводились испытания, ТТС рекомендовал набор шаблонов для использования при шлифовании внутреннего рельса кривых в целях локализации контакта как первых, так и вторых колес тележек в центральной зоне поверхности катания рельса, где радиус контактирующей поверхности составляет примерно 25 см.

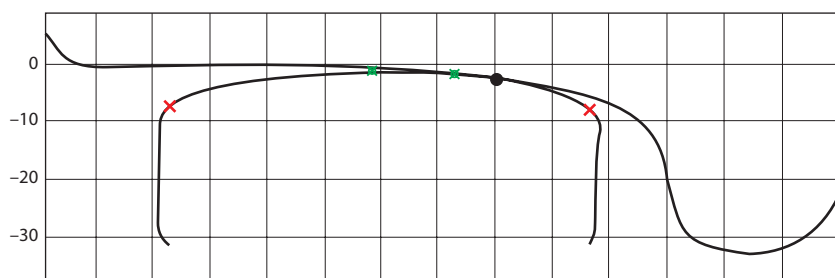


Рис. 3. Профиль внутреннего рельса кривой и контактирующего с ним колеса со смещением контакта внутрь колеи

## Обследование перед шлифованием

Экономические показатели шлифования рельса улучшаются, когда процесс шлифования хорошо спланирован. На грузонапряженных линиях железных дорог Северной Америки для шлифования рельсов используют большие рельсошлифовальные машины. Их эксплуатация обходится примерно в 20 тыс. дол. США в сутки. Поэтому чем больше длина пути, отшлифованного в единицу времени, тем меньше удельная стоимость шлифования. В качестве показателя экономичности шлифования используется отношение длины подвигнутых шлифованию участков пути к его общей длине. Один проход рельсошлифовальной машины соответствует значению показателя, равному единице.

В ходе упомянутых испытаний на двух линиях использовались две технологии шлифования. Для шлифования рельсов в кривых с применением высокопроизводительных рельсошлифовальных машин (например, с 88 камнями) обычно требуются три прохода, потому что первый проход, по сути, используется для проверки существующего профиля рельсов. Иногда точность оказывается недостаточной, если комплект шлифовальных камней установлен неудовлетворительно по отношению к конфигурации рельсошлифовальных шаблонов. Для больших рельсошлифовальных машин остановки и повторные проверки результирующего профиля обходятся очень дорого.

Менее мощные рельсошлифовальные машины (например, с 32 камнями) обычно требуют большего числа рабочих проходов (в кривых — около 10) для получения профиля, соответствующего рельсошлифовальным шаблонам. Повторной проверкой профиля рельсов с помощью игольчатого шаблона можно обеспечить требуемую точность. Для повышения эффективности шлифования глубина ре-

зания при каждом проходе и число проходов должны быть оптимизированы.

Итоги проведенных испытаний показали, что повышения точности шлифования и уменьшения требуемого числа проходов рельсошлифовальных машин можно достичь путем предварительного (до шлифования) обследования фактического профиля рельсов и предварительного же регулирования установки шлифовальных камней по результатам обследования. Предварительное обследование должно быть выполнено перед шлифованием с использованием игольчатых шаблонов или электронного профилографа. Измеренные профили рельсов следует сопоставить с рельсошлифовальными шаблонами, что позволит точно установить шлифовальные камни и определить число проходов.

ТТС продолжает разработку бортовой автоматизированной си-

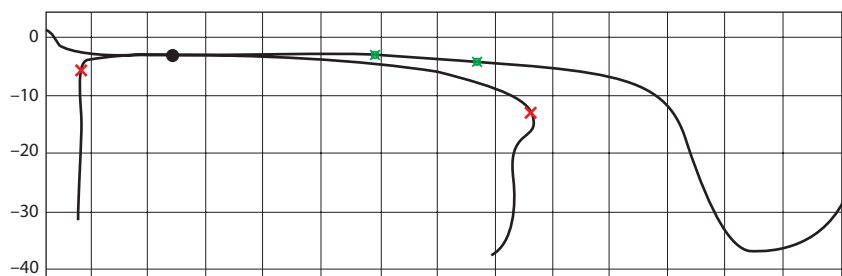


Рис. 4. Профиль внутреннего рельса кривой и контактирующего с ним колеса со смещением контакта наружу

стемы для оценки взаимодействия колеса и рельса. Эта система будет включать лазерную аппаратуру для автоматизированного измерения профиля рельсов; в ней также будут использованы полученные с помощью системы глобального позиционирования данные о точном положении мест измерения и радиусе кривой в каждом конкретном месте. Система позволит оценивать взаимодействие колеса и рельса с использованием предварительно измеренных профилей

колес и готовить отчеты об отклонениях на основе установленных критериев. Таким образом, железные дороги получают хорошее средство для мониторинга контакта колеса и рельса. Отчеты об отклонениях могут быть полезны при принятии решений как относительно необходимости шлифования рельсов, так и по выбору восстанавливаемых профилей.

*H. Wu. Railway Track & Structures, 2004, № 12, p. 17–19.*



**Журнал «Железные дороги мира»  
и издательство «Интекст»**



## **ПОИСК И ОБОБЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ**

**о зарубежных рынках и инновациях  
в области магистрального и промышленного  
железнодорожного, а также городского рельсового транспорта**

**для компаний,**

**выходящих на внешний рынок,  
заинтересованных в инновационных решениях,  
ищущих поставщиков комплектующих.**

**Обзоры техники для железнодорожного  
и городского рельсового транспорта**

**Статистическая информация**

**Подборки статей и других материалов  
по железнодорожной тематике**

**Заинтересованные организации просим обращаться в редакцию журнала «Железные дороги мира»  
по телефону (499) 317-55-65 и электронной почте [zdm@css-rzd.ru](mailto:zdm@css-rzd.ru)**