

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШЛИФОВАНИЯ РЕЛЬСОВ

Михайлов. С. Я.

Рижский технический университет г. Рига, Латвия

Волнообразный износ рельсов (рис.1) влечет интенсивный шум, ухудшает плавность движения поездов и сокращает срок службы элементов верхнего строения пути и ходовой части подвижного состава. Он проявляется в виде периодических неровностей на головке рельса (иногда и на колесах). Возникновение и развитие волнообразного износа являются следствием действия многих факторов, поэтому не может быть единого средства для его устранения.

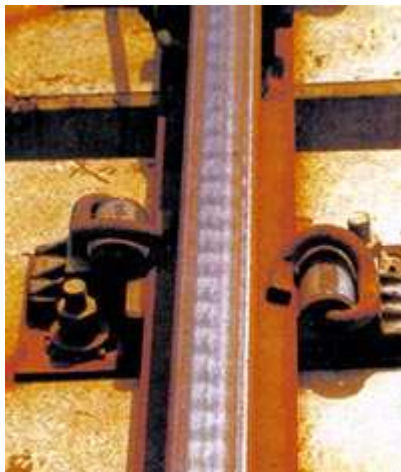


Рис.1 Рельс с явно выраженным волнообразным износом

Дефектовый механизм возникновения волнообразного износа обусловлен четырьмя основными факторами. Три из них (пластические деформации, пластический изгиб и контактно-усталостные повреждения) связаны с резонансными явлениями в системе колесо - рельс, проявляющимися также в механизме с постоянной длиной волны (так называемый P2-резонанс). Зарождение неровностей здесь обусловлено колебаниями неподрессоренных масс на пути с неравножестким подрельсовым основанием. Возникающие в результате этих резонансных колебаний динамические нагрузки отрицательно влияют на состояние пути и ходовых частей подвижного состава.

Наибольшее число разнообразных дефектов связано с четвертым фактором - механическим износом. Он неизбежно сопутствует качению колес по рельсам, хотя его развитие происходит по-разному в зависимости от имеющихся условий. При этом если все поезда состоят из однотипных вагонов и скорость их движения почти одинакова, рельсы изнашиваются всеми колесами в одних и тех же местах, и это способствует росту волнообразного износа. Вначале этот процесс развивается постепенно, затем все более интенсивно, поскольку динамические нагрузки с ростом неровностей также возрастают.

Практически любые значительные резонансные колебания экипажа могут вызывать рост волнообразного износа. Проведенные за последние годы исследования дают основания полагать, что в ряде случаев даже резонансные колебания обычных одноблочных железобетонных шпал могут интенсифицировать рост этого дефекта. Образование волнообразных неровностей на поверхности катания рельсов вследствие пластических деформаций металла или контактно-усталостных повреждений наблюдается в основном на железных дорогах с интенсивным движением тяжеловесных поездов. На некоторых дорогах, где применяются рельсы легких типов и имеют место высокие динамические нагрузки, волнообразные неровности образуются вследствие пластического изгиба рельсов, но такие случаи не имеют широкого распространения. Волнообразные неровности, возникающие вследствие износа, являются наиболее распространенным видом дефекта рельсов, который наблюдается практически на всех железных дорогах.

На сегодняшний день единственным эффективным и наиболее распространенным средством устранения волнообразного износа является шлифование рельсов. Максимально разрешенная величина волнообразного износа быстро уменьшается при росте скоростей движения пассажирских поездов и на скоростных линиях уже при глубине волн 0,05 мм, как правило, требуется начинать шлифовку головки рельса. Кроме этого, шлифование устраняет неровности на поверхности катания рельсов, вызывающие рост динамических воздействий на путь, из-за которых вновь может возникнуть волнообразный износ. Профильное шлифование рельсов способствует снижению направляющих сил при движении подвижного состава в кривых. В ряде случаев благодаря шлифованию, обеспечивающему улучшение вписывания подвижного состава в кривые, можно снизить контактные напряжения на рабочей выкружке наружного и на внешней грани внутреннего рельса, что

способствует снижению интенсивности образования контактно-усталостных дефектов и пластических деформаций. Именно для кривых участков пути характерно сочетание различных механизмов возникновения и развития волнообразного износа, что обусловлено, главным образом, действием направляющих сил.

Шлифование рельсов существенно продлевает срок их службы. Это обеспечивается за счет решения следующих задач. Во-первых, удаляется обезуглероженный слой металла на новых рельсах. Их поверхность при закалке теряет углерод, и сопротивляемость механическим повреждениям уменьшается. При проходе поездов появляются микротрещины, которые могут стать одной из причин возникновения контактно-усталостных дефектов. Во-вторых, устраняются неровности. Как заводские при снятии обезуглероженного слоя, так и образовавшиеся во время эксплуатации. В-третьих, профильной шлифовкой или репрофилированием головки оптимизируют условия контактирования колеса и рельса. В-четвертых, наработка рельсов возрастает в результате регулирующей профильной шлифовки — дополнительной вертикальной в крутых кривых и дополнительной боковой в пологих кривых.

Согласно договору с 1997 на Латвийской железной дороге работы по шлифовке рельсов выполняет шведская компания "SPENO International SA". В самом начале работ по шлифовке на рабочем поезде использовали 16 активных шлифовальных камней, а на данный момент количество камней достигает 40.



рис.2 Рабочий поезд для шлифования рельсов "SPENO RR40 MF2"

Несмотря на то что на Латвийской железной дороге отшлифовано большое количество километров пути I и II категории, всё ещё остаётся не отшлифованными 946 км главного пути. При визуальном осмотре рабочей поверхности головки рельса после прохода рабочего поезда "SPENO RR40 MF2" (рис.2) выявлено, что профиль головки рельса долгое время сохраняет идеальный контакт с колёсной парой подвижного состава (рис. 3).



Рис.3. Рабочая поверхность отшлифованного рельса с помощью "SPENO RR40 MF2"

Применение профильного шлифования с удалением поверхностных дефектов существенно продлевает срок службы рельсов и сокращает расходы на эксплуатацию рельсового хозяйства. Каждый год на Латвийской железной дороге шлифуют 150 км железнодорожного пути. Шлифование рельсов является неотъемлемой частью работ по текущему содержанию пути на Латвийской железной дороге.

Шлифование позволяет устранить или замедлить развитие фрикционного и волнообразного износа рельсов, а так же дефектов контактно-усталостного происхождения в виде выкрашивания и отслаивания металла на головке рельса. В последнее время усиливается внимание к шлифованию с точки зрения не только продления срока службы рельсов, но и улучшения условий взаимодействия в системе колесо— рельс. Шлифование способствует повышению плавности хода подвижного состава и снижению уровня шума от проходящих поездов. Оптимизация условий взаимодействия колеса и рельса, снижение динамического воздействия на путь на грузонапряжённых линиях позволяют существенно сократить эксплуатационные расходы и затраты на содержание пути [1].

Однако существует противоположное мнение, заключающееся в том, что шлифование может ухудшить состояние рельсов и сократить срок их службы. Это мнение аргументируют тем, что современные рельсы из высококачественной стали повышенной чистоты и твердости в сочетании с усовершенствованной технологией их содержания с применением стационарных и передвижных технических средств лубрикации не нуждаются в шлифовании. К восстановительному шлифованию прибегают для устранения волнообразного износа рельсов и отслоений металла головки

В зависимости от глубины поверхностных трещин снимается 0,1– 0,2 мм металла. Это позволяет длительное время сохранять рельс в работоспособном состоянии и обеспечить оптимальную интенсивность его износа. Необходимость оптимизации темпов износа объясняется тем, что при высокой интенсивности износа происходит чрезмерная потеря металла и сокращается срок службы рельсов, при низкой интенсивности развиваются контактно-усталостные трещины, что также сокращает срок службы рельсов.

Тем временем компания "Speno International SA" продолжает совершенствовать выпускаемую ими продукцию, в основном в направлении повышения производительности. Параллельно разрабатываются бортовые компьютеризированные системы управления рельсошлифовальными машинами с оптическими устройствами для измерения профиля головки рельса в целях улучшения качества шлифования.

С учетом того, что на грузонапряженных линиях с ростом объемов перевозок все меньше времени остается на путевые работы, в том числе на шлифование рельсов, решающий фактор- это повышение рабочей скорости машин и эффективности снятия металла шлифовальными кругами. Исследования по этим вопросам сосредоточены на трех направлениях: увеличении производительности шлифования; обеспечении должного качества поверхности рельсов после шлифования; продлении срока службы шлифовальных кругов. В этой связи "Speno International SA" изучает взаимосвязь между сроком службы кругов и качеством поверхности отшлифованных рельсов.

Важнейшим элементом любой программы шлифования является выбор оптимального заданного профиля рельса, соответствующего фактическому профилю колес обращающегося на линии подвижного состава, а также числа проходов машины исходя из эксплуатационных условий, поездной нагрузки, марки и твердости рельсовой стали.

Важным фактором эффективности шлифования рельсов является обеспечение нормальной ширины колеи. При уширении колеи ложный гребень изношенного колеса может накатываться на середину головки внутреннего рельса и порождать поверхностные дефекты. Кроме этого, при уширении колеи возрастают поперечные силы, действующие на наружный рельс, что приводит к увеличению бокового износа. Эти явления имеют место при уширении колеи более чем на 12,5 мм. Если уширение превышает 25 мм, одноразовое шлифование не может предотвратить образование поверхностных дефектов, порождаемых колесом с ложным гребнем. При восстановительном шлифовании высокопроизводительные машины удаляют все видимые поверхностные трещины на головке рельсов за пять— девять проходов. Однако при этом удаляется закаленный слой металла, что приводит к интенсивным пластическим деформациям.

Продолжается внедрение более эффективных схем шлифования с более точной подгонкой углов наклона шлифовальных кругов, что устраняет вероятность образования острых граней и обеспечивает более гладкую поверхность после шлифования. При этом эффективность снятия металла повышается, и это позволяет рельсошлифовальной машине при необходимости увеличить глубину проникновения в металл.

Из изложенного можно сформулировать следующие основные выводы.

- Шлифование продлевает срок службы рельсов, и отмечают следующие его преимущества: устранение волнообразного износа, снижение поверхностных и внутренних дефектов в головке рельсов, улучшение вписывания подвижного состава в кривые, предотвращение повреждения рельсов внутренней нити кривых при прохождении колес с ложным гребнем.
- Обследовать состояние рельсов необходимо как перед шлифованием, так и после него, чтобы убедиться в соответствии фактически полученного профиля наружного и внутреннего рельсов заданному, так как неправильно отшлифованные рельсы хуже, чем вообще нешлифованные.
- Наружный рельс рекомендуется шлифовать с меньшей интенсивностью в зоне рабочей выкружки для снижения контактных напряжений и содействия естественному износу.

Список литературы

1. М.Ф.Вериго, А.Я. Коган “Взаимодействие пути и подвижного состава”. Москва. Транспорт, 1986 г.
2. А. К. Денель “Дефектоскопия металлов”. Москва. Металлургия. 1972 г.