



Центр научно-технической информации и библиотек
– филиал ОАО «РЖД»

Дифференцированное Обеспечение Руководства

87/2024

Выбор регламента шлифования рельсов компанией Transnet Freight Rail (ЮАР)

Все больше железных дорог в мире применяют технологию тяжеловесного движения для перевозки массовых грузов. Эта технология позволяет существенно снизить себестоимость перевозок и одновременно решить проблему пропускной и провозной способности. Но для эффективного использования тяжеловесного движения необходимо решить ряд проблем, одна из которых заключается в том, что рост осевых нагрузок подвижного состава значительно увеличивает интенсивность бокового износа рельсов.

Безопасность движения поездов – первостепенная задача всех операторов железнодорожной инфраструктуры. Для обеспечения сохранности и продления срока службы рельсов компаниям приходится тратить большие средства на проведение периодических ремонтов пути и работ по его текущему содержанию, одна из которых – шлифование.

В условиях значительных осевых нагрузок, свойственных тяжеловесному движению, возникающие динамические силы создают соответствующие напряжения в контакте «колесо-рельс». Амплитудные значения этих напряжений зачастую превышают предел текучести рельсов, провоцируя отказы в работе сети. Чтобы контактная усталость качения и износ не приводили к распространению трещин вглубь, необходимо выработать оптимальную стратегию профилактического шлифования, обеспечивающую своевременное удаление металла, подвергнувшегося деформационному упрочнению. Чем больше интервалы между шлифованием, тем толще деформационно-упрочненный слой, который

нужно удалить. Это ведет к уменьшению срока эксплуатации рельсов, увеличению вероятности изломов и росту затрат на текущее содержание.

Для выработки оптимальной стратегии шлифования и обеспечения ее эффективности необходим анализ затрат и получаемой выгоды в расчете на жизненный цикл рельсов.

Некоторое время назад на североамериканской железной дороге первого класса BNSF было проведено исследование различных регламентов шлифования рельсов с целью определения оптимального интервала между мероприятиями регулярного проведения процедуры и оптимального съема металла в рамках каждого цикла шлифования. В частности, было установлено, что при проведении профилактического шлифования в кривых после пропуска тоннажа 15 млн т брутто, а в прямых – 45 млн т брутто значительно уменьшалось поверхностное дефектообразование в рельсах, при этом на 98% протяженности пути сохранялся их оптимальный профиль. Финансовые затраты при интервале 15 млн т брутто были ниже в сравнении с другими регламентами шлифования. Кроме того, коэффициент использования рельсошлифовальной машины увеличился на 31%, а суммарное число проходов в расчете на один участок пути в кривой за год уменьшилось на 38%.

Предметом исследования, выполненного Канадским национальным исследовательским центром, явилась скорость развития трещин в рельсах на прямых участках пути и в кривых в зависимости от реализуемой стратегии профилактического шлифования рельсов. Было установлено, что при увеличении интервала с 15 млн до 20 млн т брутто распространение трещин в глубину материала рельса идет быстрее в возвышенных наружных рельсах в кривых, чем во внутренних рельсах кривых или рельсах в прямых, а уменьшение радиуса кривой ускоряет износ. Отсюда следует, что для устранения мельчайших трещин и предотвращения их распространения вглубь рельса, а также для поддержания оптимального профиля необходимо производить профилактическое шлифование рельсов в кривых (особенно малого радиуса) с меньшими интервалами, чем в прямых.

С учетом результатов этих исследований Южноафриканская компания Transnet Freight Rail приняла решение изменить регламент шлифования рельсов на своих линиях с тяжеловесным движением поездов путем сокращения интервала между проведением соответствующих работ после пропуска 15 млн т брутто нагрузки вместо принятых ранее 25 млн т. Согласно предварительным расчетам такое решение позволит уменьшить количество дефектов, обусловленных контактной усталостью качения, замедлить механический износ рельсов и сократить количество случаев их излома.

Значительные осевые нагрузки на линиях с тяжеловесным движением требуют укладки в путь рельсов с улучшенными металлургическими и механическими характеристиками, такими как твердость и ударная вязкость. В ЮАР на этих линиях уложены рельсы 60E1/UC 60 из закаленной перлитной стали марки 350LHT, для рабочей поверхности которых показатель твердости по Бринеллю находится в диапазоне от 340 до 420 ед.

Компания Transnet Freight Rail также провела сопоставительный анализ между предложенным регламентом и регламентом с интервалом шлифования 25 млн т брутто, практикуемым на грузовой угольной линии Мпумаланга – Ричардс-Бей, который показал следующее:

Оптимальная интенсивность съема металла зависит от таких факторов, как металлургические характеристики стальных рельсов, их текущий износ, радиус кривизны пути, накопленная нагрузка от движения поездов и осевая нагрузка на данной железнодорожной линии.

Требуемый рабочий пробег рельсошлифовальной машины для каждого из сопоставляемых регламентов обработки рельсов определяли как произведение частоты необходимых мероприятий, числа проходов (в зависимости от глубины шлифования) и длины обрабатываемых участков. Величину рабочего пробега вычисляли отдельно для кривых и прямых участков пути, поскольку в каждом из этих случаев требуется различная глубина съема металла при оптимальной интенсивности. Относящиеся к шлифованию рельсов финансовые затраты рассчитывали на основе требуемого рабочего пробега и стоимости использования рельсошлифовальной машины, которая в ЮАР на линиях с тяжеловесным движением определяется величиной 14651,56 рандов (920,67 долл. США) в расчете на пробег 8,41 км, соответствующий ее часовой производительности.

Потери времени для перевозочного процесса железной дороги зависят от продолжительности занятия путевой машиной ходового пути. На линии Мпумаланга – Ричардс-Бей они в среднем составляют 8 часов в сутки. Развернутая длина пути в кривых и на прямых участках этой линии – соответственно 360 и 722 км. Рабочий пробег машины рассчитывался с использованием данных оптимальной интенсивности съема металла при профилактическом шлифовании рельсов и требуемого количества проходов. Расчеты проводились для существующего регламента с интервалом нагрузки от движения поездов 15 млн т брутто и предлагаемого регламента с интервалом нагрузки 25 млн т брутто. Сопоставление финансовых затрат, относимых на шлифование рельсов в кривых и на прямых участках пути, напрямую зависящих от рабочего пробега рельсошлифовальной машины, требуемого для обеспечения оптимальной интенсивности съема металла, показывает, что в случае шлифования рельсов с интервалом 25 млн т брутто

они приблизительно на 20% больше, чем с интервалом 15 млн т брутто. Таким образом, несмотря на то, что при регламенте с интервалом 25 млн т брутто шлифование должно проводиться реже, применение регламента с интервалом 15 млн т брутто будет обходиться дешевле.

На последующих этапах намечено задействовать средства вихретоковой дефектоскопии и оперативного отслеживания процессов образования и развития трещин в рельсах. Применение периодического шлифования позволяет увеличить продолжительность срока службы рельсов, уложенных на железобетонных шпалах, до 40 лет при условии соблюдения сроков и объемов планового технического обслуживания пути.

Источник: материалы компании Transnet Freight Rail (transnetfreightrail-tfr.net), 2024, reuters.com, 2023