

ПРИЧИНЫ И МЕРЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ РАЗВИТИЯ УСТАЛОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ РЕЛЬСОВ

Наведено заходи щодо попередження виникнення втомних дефектів на поверхні катання головки рейки.

Приведены мероприятия по предупреждению возникновения усталостных дефектов на поверхности катания головки рельсов.

Measures on warning of origin of tireless defects on the surface of rolling of head of rails are described in the article.

Причины усталостных дефектов

Контактно-усталостные дефекты рельсов делятся на две основные группы: возникающие на поверхности катания рельсов и зарождающиеся внутри головки. К поверхностным дефектам относятся трещины на рабочей грани головки рельса, дефекты поверхности катания головки в виде темных пятен и волосные поверхностные трещины. Усталостные дефекты возникают вследствие значительных напряжений в головке рельсов в условиях действия высоких нагрузок от колес подвижного состава. Это обусловлено тем, что в Украине поезда обращаются на линиях с большим недостатком возвышения в кривых, что и вызывает перегрузку наружной рельсовой нити, особенно от вагонов с высоким расположением центра тяжести.

Такие нагрузки вызывают особо высокие напряжения при рассогласовании профилей колеса и рельса. Поэтому профиль рельса играет важную роль, особенно для твердых рельсов, которые не могут быстро прирабатываться к профилю колес из-за повышенной износостойкости и сопротивляемости пластическим деформациям. Трещины на поверхности рельсов зарождаются в результате сочетания высоких вертикальных нагрузок и горизонтальных растягивающих усилий, которые вызывают сдвиг поверхностных слоев металла. Направление поверхностных трещин указывает на направление растягивающего усилия. Так, поверхностные дефекты в виде темных пятен, возникающие в прямых и пологих кривых, имеют направление трещин поперек оси рельса. Они возникают от действия значительных продольных сил тяги. Волосные трещины, которые появляются на наружной рельсовой нити в кривых, обычно ориентированы под углом к направлению движения и являются следствием сочетания значительных поперечных и продольных сил тяги (рис. 1).

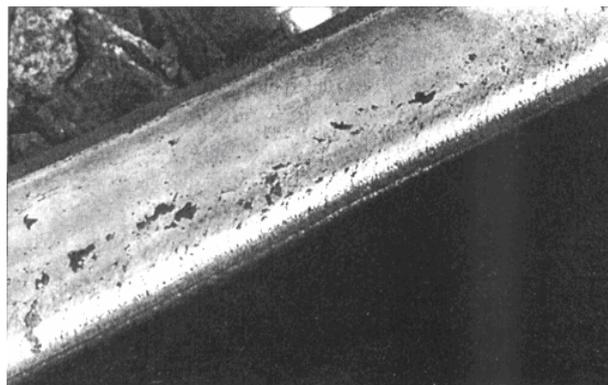


Рис. 1. Общий вид головки рельса с трещинами, направленными под углом к оси рельса

В нескольких случаях выявлено направление трещин вдоль оси рельса, что обусловлено значительными поперечными растягивающими усилиями (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид головки рельса с трещинами, направленными вдоль оси рельса

Трещины на рабочей грани головки рельса, имеющие место в железнодорожных линиях в кривых с большим недостатком возвышения, направлены поперек оси рельса и обусловлены значительными продольными растягивающими усилиями. Как только на поверхности рельса появляется трещина, механизм ее дальнейшего развития связан с заполнением водой или сма-

зочными материалами. Трещина углубляется в головку рельса по направлению движения, а поверхностные слои под воздействием тягового усилия подвижного состава смещаются в обратном направлении. При прохождении колес по трещине, заполненной жидкостью, вследствие гидравлического уплотнения у ее вершины возникают значительные напряжения. Это приводит к росту трещин в длину до 10 мм и в глубину до нескольких миллиметров. Когда трещина вырастает из относительно тонкого, сильно деформированного слоя у поверхности головки рельса, она стремится изменить направление дальнейшего развития, ориентируясь под прямым углом к оси рельса. Иногда она может выйти на поверхность головки рельса или встретиться с другими трещинами, вызывая отслоение металла.

Большое влияние на характер развития трещин оказывают значительные напряжения в рельсе: остаточные от прокатки, температурные и изгибные. Если трещину не удалось обнаружить и устранить, то она продолжает расти до тех пор, пока рельс не перестает выдерживать изгибающий момент от подвижной нагрузки или ударное воздействие колес с ползунком. В обоих случаях результатом становится излом рельса. Можно предположить, что поскольку большие напряжения в основном действуют в продольном направлении, то трещины, направленные поперек продольной оси рельса, оказываются более опасными, чем расположенные под углом к оси рельса.

Увеличение числа контактно-усталостных дефектов в рельсах связано не только с ростом осевых нагрузок, но и с существенным снижением интенсивности износа рельсов в результате более эффективного их смазывания.

Меры по предотвращению развития усталостных дефектов

Основным средством устранения усталостных дефектов в виде трещин на рабочей поверхности головки рельса является периодическое шлифование рельсов.

Идея выборочного шлифования для искусственного увеличения интенсивности бокового износа рельсов была предложена специалистами Национального исследовательского центра Канады. С помощью шлифования удаляются мелкие поверхностные трещины, глубина которых составляет доли миллиметра. Искусственное увеличение интенсивности бокового износа позволяет продлить срок службы рельсов до нескольких сотен или тысяч миллионов тонн брутто поездной нагрузки.

В Японии шлифование рельсов более 10 лет применяется на скоростных линиях для устранения усталостных дефектов в виде темных пятен на поверхности катания. Поскольку они аналогичны дефектам в виде трещин на рабочей поверхности головки рельсов, то можно полагать, что шлифование окажется эффективным средством для устранения этих трещин и на железных дорогах Украины.

Другим достоинством шлифования является возможность изменения профиля головки рельса с целью перераспределения нагрузок и приведения его в соответствие с профилем колеса. В испытаниях на полигоне FAST в Пуэбло после пропуска 28,5 млн. т брутто поездной нагрузки произошел излом рельса из чистой твердой стали. Причиной этого излома явилось несогласование профилей головки рельса и колес, которое вызвало чрезмерно высокие контактные напряжения.

Особенно важную роль играет профиль головки для рельсов из твердой стали, которые обладают высокой износостойкостью и повышенной сопротивляемостью пластическим деформациям. Это обстоятельство, является наиболее вероятной причиной интенсивного развития трещин на рабочей поверхности головки рельсов стрелочных переводов и глухих пересечений, где из-за разуклонки рельсов в течение длительного времени в зоне рабочей поверхности действовали высокие контактные напряжения. На некоторых железных дорогах для снижения этих напряжений с помощью шлифования создавали наклонный профиль головки рельса.

На ряде железных дорог Великобритании стремились снизить интенсивность зарождения контактно-усталостных дефектов путем удаления поверхностных трещин с помощью интенсивного шлифования. Однако в последних испытаниях стали применять слабое шлифование, не удаляющее полностью поверхностные трещины. Такой метод оказался настолько эффективным, что позволил в течение 3 лет сократить вдвое расходы на шлифование и замену рельсов, а также повысить плавность хода и уменьшить расходы на другие путевые работы, включая подбивку шпал. Однако если трещина достаточно глубокая, как показано на рис. 1, шлифование уже не дает положительного эффекта.

Снижению числа контактно-усталостных дефектов в рельсах способствует применение стали улучшенных сортов. Наиболее перспективной является бейнитная сталь, однако, еще требуется определенное время на ее доработку.

Кроме того, в быстро изнашиваемых рельсах снижается вероятность возникновения контактно-усталостных дефектов, но расходы на частую замену рельсов превышают затраты, связанные с использованием более износостойких рельсов и устранением зарождающихся усталостных дефектов. Тем не менее в ряде случаев быстро изнашиваемые рельсы могут оказаться более эффективным средством борьбы с контактно-усталостными дефектами.

Профилактическое шлифование пока не стало обычной практикой текущего содержания рельсов на железных дорогах Европы. В то же время на ряде европейских железных дорог уже более 10 лет применяют шлифование для устранения волнообразного износа рельсов, который также характерен для кривых.

Возможно, случайным совпадением стало то, что, ликвидируя путем шлифования волнообразный износ, эти железные дороги устраняли контактно-усталостные дефекты. Наряду с этим на европейских железных дорогах разработаны технологии профилактического содержания рельсов, а также средства обнаружения и устранения дефектов, не допускающие излом рельсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. S. L. Grassie. International Railway Journal, – 2001, – № 1;
2. Железные дороги мира – 2002, – № 11.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.