

Значение остальных коэффициентов примем равными единице.

В этом случае при $P = 170$ кН

$$T = 214,3(R/400)^2 = 1,34 \cdot 10^{-3} R^2. \quad (4)$$

При $P = 90$ кН

$$T = 304,3(R/400)^2 = 1,9 \cdot 10^{-3} R^2. \quad (5)$$

Тоннаж, который можно пропустить по кривым до смены наружной нити, приведен в таблице 1. При отсутствии лубрикации $K_c = 1$, а при наличии – $K_c = 0,5$.

Таблица 1 – Тоннаж, млн т брутто, который можно пропустить по кривой до предельного износа рельсов наружной нити

Осевая нагрузка, кН	Радиус кривой, м								
	250	300	350	400	450	500	550	600	650
При отсутствии лубрикации									
170	83,7	120,5	164,1	214,3	271,2	334,8	406,2	482,2	565,9
90	118,9	171,1	230,0	304,3	385,2	475,4	576,8	684,7	803,6
При наличии лубрикации									
170	167,4	241,0	328,2	428,6	542,4	669,6	812,4	964,4	131,8
90	237,8	342,2	460,6	608,6	770,4	950,8	1153,6	1369,4	607,2

Подсчитаем количество дополнительных смен рельсов в кривых, используя данные таблицы 1 при нормативном тоннаже для звеньевого пути на деревянных шпалах $T_H = 600$ млн т брутто:

$$n = T_H / T - 1. \quad (6)$$

Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Количество дополнительных замен рельсов по износу в кривых в межремонтный период ($T_H = 600$ млн т брутто)

Осевая нагрузка, кН	Радиус кривой, м								
	250	300	350	400	450	500	550	600	650
При отсутствии лубрикации									
170	6	4	3	2	1	1	1	0	0
90	4	3	2	1	1	0	0	0	0
При наличии лубрикации									
170	3	2	1	0	0	0	0	0	0
90	2	1	0	0	0	0	0	0	0

Приведенная здесь методика определения периодичности смены рельсов в кривых по износу более адекватно по сравнению с существующими нормативами отражает реальную действительность.

УДК 625.151.2

О СНИЖЕНИИ ИЗНОСА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТЕЙ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

Г. В. КЛИМЕНТЕНОК, С. Н. КУЗНЕЦОВ

Белорусская железная дорога

В последние годы резко усилился боковой износ рельсов не только в кривых, но и в прямых участках пути. Особенно широкое распространение получил боковой износ криволинейных остряков и переднего вылета рамного рельса по прямому направлению.

Боковой износ прямого рамного рельса в начале остряка сопровождается вертикальным износом головки остряка с образованием горизонтальной или слегка наклонной полочки, на которую в неблагоприятных условиях возможен наезд гребня колеса с вертикальным подрезанием или остроконечным накатом. Механизм наезда гребня на головку следующий: первая колесная пара при противоверстном движении прижимает остряк к рамному рельсу в конце строжки к упорным накладкам,

и в это время острье остряка отходит от рамного рельса из-за люфтов или неровностей на максимальную возможную величину, третья колесная пара раскантовывает наружу колеи рамный рельс в переднем его вылете, что еще больше увеличивает зазор между рамным рельсом и остряком в его начале. Одновременно вторая по счету (средняя) колесная пара гребнем наезжает на полочку головки остряка в его начале. Далее гребень поднимается по головке остряка все выше и, в зависимости от режима ведения поезда, переходит на поверхность катания головки рельсов или колесо проваливается между остряком и рамным рельсом в конце остряка.

Сход вагона чаще всего происходит на тех стрелочных переводах, где, кроме наличия бокового износа прямого рамного рельса и полочки, имеются и другие неисправности: отбой и упругие отжатия рамного рельса (от переднего стыка до второй стрелочной тяги); отжим остряка и неприлегание его к рамному рельсу по строжке и к упорным накладкам; просадки в начале остряка и др.

В начале девяностых годов на некоторых железных дорогах бывшего Союза, в том числе и на Белорусской, наблюдались многочисленные случаи схода подвижного состава на стрелках, особенно когда заменяли по износу только один элемент из пары – остряк или рамный рельс. Такое положение вынудило руководство МПС подготовить распоряжение, предусматривающее, несмотря на дополнительные затраты, в случае сверхнормативного износа остряка или рамного рельса производить обязательную замену новыми и того, и другого для повышения уровня безопасности движения поездов. Эта мера позволила исключить массовые случаи схода подвижного состава на стрелках.

Однако сход подвижного состава при стечении неблагоприятных условий (наличия бокового износа гребня колеса, остроконечный накат) может произойти и при меньшем боковом износе остряка или рамного рельса. В целях предотвращения схода при этом необходимо соблюдать следующие условия. Боковой рабочий кант прямого рамного рельса должен быть строго прямолинейным по всей длине (за исключением зоны, уже пораженной боковым износом). Для этого рамный рельс должен быть надежно закреплен на башмаках, а башмаки и подкладки – на брусьях и шпалах так, чтобы упругие, а тем более остаточные деформации были сведены к минимуму. Кроме того, нужно своевременно устранять люфты в серьгах и соединениях элементов стрелочной гарнитуры. Прилегание головки кривого остряка к прямому рельсу по строжке и к упорным накладкам в рабочем положении должно быть плотным.

За правильностью укрытия остряя остряка нужно следить еще при укладке в путь. Подстрожка головки рамного рельса должна быть выполнена на стрелочном заводе с соблюдением всех требований и рекомендаций. Если из-за некачественного изготовления острье укрылось под головку рамного рельса недостаточно, то её шлифуют со стороны оси пути под шаблон от начала остряка до его сечения 5 мм. Нельзя допускать, чтобы головка остряка в его начале выходила из-под головки рамного рельса. Прилегание остряка к подушкам должно быть плотным, особенно на первых трехчетырех шпалах, а брусья и шпалы в зоне остряка должны быть хорошо подбиты. Все эти требования относятся также к прямому остряку и кривому рамному рельсу, особенно если последний подвергается боковому износу.

Срок службы стрелочного перевода лимитируется, как известно, долговечностью рамных рельсов и остряков, срок службы которых в два-три раза выше, чем крестовины. При выходе их из строя следует заменять все металлические части перевода. Наиболее напряженно работает криволинейный остряк, потому что при проходе подвижного состава на боковой путь он воспринимает значительные боковые и вертикальные нагрузки. Срок службы криволинейных остряков в два-три раза меньше, чем прямых.

При проходе подвижного состава по боковому пути вертикальные нагрузки, действующие на внутреннюю и наружную рельсовые нити перевода, существенно перераспределяются. Уменьшение нагрузки на внутреннюю нить сопровождается увеличением вертикального давления колес на наружную. Установлено, что при пошерстном движении опытного поезда со скоростью 25 км/ч вертикальные силы на наружную нить были больше на 10–20 % по сравнению со статической нагрузкой, и на 15–30 % – при скорости 40 км/ч, а при противоподшерстном движении – соответственно на 15–35 и 30–50 %.

Вертикальные нагрузки, действующие на наружную нить и воспринимаемые и криволинейным, и прямым рамным рельсом, при пошерстном движении изменяются по длине остряка незначительно. При противовшерстном движении на расстоянии 2,5 м от острия остряка, где толщина его головки составляет около 50 мм, характерен максимум вертикальных сил, в среднем достигающих 17,5 тс.

Изнашивание – это постепенное изменение размеров предметов в результате отделения с поверхности трения материала, а также из-за остаточной деформации. Наиболее распространенным считается усталостное изнашивание вследствие циклического воздействия на микровыступы труящихся поверхностей. Отделение части может происходить и при наклёпе поверхностного слоя, который становится хрупким и разрушается.

Второе по распространенности – абразивное изнашивание рельсов и колес, при котором на труящихся поверхностях появляются частицы, разрушающие материал за счет резания и царапанья. Часто абразивными частицами бывают продукты самого износа.

Адгезионное изнашивание связано с возникновением в зонах контакта интенсивного молекулярного изнашивания, силы которого превосходят прочность связей поверхностных слоев с основным материалом. Адгезионные связи образуются в процессе механического взаимодействия микровыступов контактирующих тел и сопровождаются значительным изменением потенциальной энергии поверхностных слоев, что приводит, как правило, к глубинному выравниванию материала, переносу его с одной поверхности трения на другую и воздействию образующихся неровностей на сопряженную поверхность.

Анализ износа различных материалов в условиях граничного трения и трения без смазки показывает, что в общем случае интенсивность изнашивания прямо пропорциональна скорости относительного скольжения соприкасающихся тел, удельному давлению на поверхности трения, коэффициенту износа, характеризующим материал пары и вид изнашивания.

Для большинства сталей зависимость между их твердостью и износостойкостью линейна.

При следовании подвижного состава по кривой действуют силы, которые поворачивают экипаж на необходимый угол. Поэтому экипаж находится в сложном поступательно-вращательном движении. Любая подвижная единица имеет больше одной оси, а в переделах жёсткой базы (тележки) все оси параллельны между собой и поворачиваются относительно продольной оси этой базы не могут. Следовательно, движение, связанное с поворотом экипажа, возможно лишь при скольжении (прокальзывании) колес по рельсам.

УДК 625.1

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПОДРАБОТКИ НА ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В. П. КНЫШ

Белорусский государственный университет транспорта

Вертикальные деформации поверхности земли от подземной разработки полезных ископаемых приводят к значительным изменениям продольного профиля железнодорожного пути, находящегося в зоне влияния горных работ (рисунок 1). Причем эти изменения носят двойственный характер.

Во-первых, нарушается общая конфигурация продольного профиля. Он принимает очертание впадины, в пределах которой появляются дополнительные переломы профиля, изменяются длины и уклоны существующих элементов. Эти макронарушения, связанные с формой мульды сдвижения, можно охарактеризовать как изменения макропрофиля пути.

Во-вторых, в силу неодинакового оседания смежных точек поверхности земли нарушается плавность очертания профиля пути. Появляются переломы профиля (часто со знакопеременными уклонами) на небольшой длине. Эти микронарушения, связанные с неравномерностью процесса оседания земли, можно охарактеризовать как изменения микропрофиля пути.