

Принимаем $l_{пк} = l_{пкh} = 102$ м и $h_{ср} = 73$ мм. Согласно расчетам $a_{нп} = 0,676$ м/с², что меньше допустимого непогашенного ускорения.

Так как непогашенное ускорение меньше допустимого значения дальнейшие расчеты не производим.

3 Определяем скорость изменения непогашенного ускорения Ψ при увеличении $h_{ср}$ на 20 %.

Принимаем $l_{пк} = l_{пкh} = 102$ м и $h_{ср} = 73$ мм. Согласно расчетам $\Psi = 0,283$ м/с³, что меньше допустимого значения $[\Psi] = 0,6$ м/с².

4 Так как возвышение наружного рельса 73 мм вызывает непогашенное ускорение менее 0,7 м/с², то определяем максимально возможное возвышение h' .

Принимаем $l_{пк} = l_{пкh} = 102$ м и $a_{нп} = 0,7$ м/с². Согласно расчетам $h' = 69$ мм.

5 Так как величина возвышения наружного рельса ограничивается требованиями по обеспечению его отвода в пределах переходной кривой, максимально возможным возвышением, принятым для Белорусской железной дороги, 150 мм, проверяем эти параметры:

– возвышение наружного рельса $h' = 69$ мм меньше 150 мм, что позволяет сделать вывод о возможности его устройства;

– отвод возвышения наружного рельса в пределах переходной кривой для скорости до 140 км/ч должен обеспечиваться не круче чем 1 мм на 1 м пути. Таким образом, для отвода $h' = 69$ мм минимальная длина переходной кривой должна быть 69 м. Фактическая длина переходной кривой 102 м, что позволяет сделать вывод о возможности устройства $h' = 69$ мм.

6 Учитывая вышеизложенное, $h' = 69$ мм обеспечивает требование крутизны отвода и максимального значения возвышения наружного рельса, однако для принятия окончательного решения необходимо выполнить расчет, подтверждающий возможность устройства $h' = 69$ мм исходя из других условий, например средневзвешенной квадратичной скорости.

7 Определяем величину непогашенного ускорения $a_{нп}$ при условии увеличения длины переходной кривой $l_{пк}$ на 10 м в сторону прямого участка пути с одновременным увеличением $h_{ср}$ на 10 %.

Принимаем $l_{пк} = l_{пкh} = 112$ м и $h_{ср} = 67$ мм.

Согласно расчетам $a_{нп} = 0,713$ м/с², что больше допустимого непогашенного ускорения.

8 Так как $a_{нп} > [a_{нп}]$, то исследование дальнейшего увеличения длины переходной кривой не имеет смысла.

9 Определяем величину непогашенного ускорения $a_{нп}$, при условии увеличения скорости v до 110 км/ч.

Принимаем $v = 110$ км/ч, $l_{пк} = l_{пкh} = 102$ м.

Согласно расчетам, при $a_{нп}$, максимально близкому к допустимому, возвышение наружного рельса h'' должно быть не менее 108 мм. Такое возвышение наружного рельса обеспечивает $a_{нп} = 0,698$ м/с².

Исходя из условия обеспечения крутизны отвода минимальная длина переходной кривой должна быть 108 м, что ведет к удлинению существующей длины на 6,0 м. Такое решение может быть принято только после исследования земляного полотна на предмет возможности сдвижки оси пути с сохранением ширины обочины и другие параметры.

УДК 625.173.4

ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ И СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

В. В. РОМАНЕНКО, И. Г. МАРКЕВИЧ, А. А. КУКСО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. Н. ПОЛОЗОВ

Борисовская дистанция пути Белорусской железной дороги

Основные элементы верхнего строения пути – рельсы, острия и крестовины стрелочных переводов в процессе эксплуатации испытывают значительные нагрузки, под действием которых появляются их изнашивания и локальные повреждения по поверхности катания. В результате эксплуатационных повреждений ежегодно в одиночном порядке заменяют десятки тысяч рельсов

в звеньевом пути и вырезают участки рельсов бесстыкового пути, поврежденных выкрашиваниями на концах, пробуксовками и другими дефектами. Это приводит к значительным потерям пропускной способности участков дорог, потерям металла, увеличению эксплуатационных расходов.

Объемы поставок новых высокомарганцовистых крестовин стрелочных переводов заводами изготовителями не обеспечивают потребности железнодорожного транспорта, поэтому продление срока службы крестовины до капитального ремонта всего стрелочного перевода также является актуальной задачей.

Таким образом, проведение наплавочных работ по восстановлению поверхности катания – это одно из основных направлений в продлении срока службы металлических элементов верхнего строения пути и стрелочных переводов.

До недавнего времени основным способом наплавки крестовин являлась ручная дуговая наплавка штучными электродами марки ЦНИИН 04 мм. Эти электроды на сегодняшний день морально устарели по сварочно-технологическим и механическим свойствам наплавленного металла. Как свидетельствует мировой опыт развития сварочных технологий наиболее приемлемым способом повышения производительности и качества наплавленных работ является применение механизированных способов наплавки с использованием самозащитных порошковых проволок. Механизация наплавочных работ позволяет на 30–50 % увеличить производительность ремонта крестовин, повысить качество наплавленного металла, получить более точное приближение наплавленной поверхности к ремонтному геометрическому профилю крестовины после наплавки.

Продлить срок службы элементов верхнего строения пути, имеющих местные повреждения (выкрашивания, расслоения, смятие и др.), позволяют технологии ремонта этих дефектов наплавкой. С 2014 года в Борисовской дистанции пути для этих целей широко используется автоматический наплавочный комплекс типа «TRANSLAMATIC» 1252-350 (страна-изготовитель Франция).

Комплекс позволяет автоматической наплавкой устранять местные дефекты и признаки износа на поверхности катания рельсов, рельсовых стыках, изношенных боковых поверхностях рельсов, марганцовистых крестовинах стрелочных переводов. Благодаря хорошей эргономике и малому весу можно легко и быстро устанавливать автомат на рельс или крестовину. Translamic обеспечивает рабочую зону длиной до 1250 мм и шириной до 350 мм, при этом позволяет:

- программировать область, подлежащую наплавке (прямоугольник, треугольник, трапеция);
- регулировать время начала сварки, изменять направление сварки;
- производить продольную или поперечную наплавку;
- наплавлять необходимое количество слоев, в зависимости от износа.

Наплавка представляет собой процесс наращивания поверхности детали слоем металла для увеличения толщины или создания специальных свойств этого слоя, отличающихся от свойств основного металла. Наплавка отличается от сварки небольшим количеством основного металла, участвующего в процессе, которое составляет от 10 до 15 % наплавленного металла.

К восстановлению наплавкой не допускаются крестовины с трещинами, отслоениями, выкрашиванием металла, раковинами, пленами, если после снятия дефектного металла на глубину 2,0 мм сверх допустимого износа указанные дефекты остаются в металле неудаленными. Такая крестовина должна быть заменена.

Для наплавки крестовин стрелочных переводов применяется самозащитная порошковая проволока Translamanga диаметром 1,6 мм. Наплавку производят на постоянном токе обратной полярности. Режим наплавки: ток – 170–190 А, напряжение – 27–28 В, вылет проволоки – 25–30 мм.

При автоматической электродуговой наплавке высокомарганцовистых крестовин стрелочных переводов температура окружающего воздуха должна быть больше чем минус 15⁰С. Наплавка валков на крестовину производится без предварительного подогрева. Температура должна контролироваться перед наплавкой каждого шва. Контроль температуры производится цифровым пирометром или термометром. Обмер крестовин перед наплавкой, в процессе наплавки и после обработки наплавленного слоя производят: острых крестовин – при помощи штангенциркуля путевого, а тупых – накладным шаблоном с уровнем и мерным клином или другими средствами измерения, прошедшими метрологический контроль в соответствии с законодательством Республики Беларусь.

Экономический эффект от реновации крестовин автоматическим наплавочным комплексом можно определить следующим образом:

1 Затраты до внедрения наплавочного комплекса.

Годовые затраты на закупку изношенных крестовин ($C_{кр}$) типа Р65, марки 1/11 определяются как стоимость одной крестовины, умноженную на количество крестовин, вышедших по износу за расчетный период, кроме того, необходимо учесть затраты на замену крестовин (C_3). Изъятые крестовины учитываются как возврат металлолома и определяются произведением веса крестовины на стоимость 1 тонны металлолома (B). Общие затраты составят

$$З_{г.к} = C_{кр} + C_3 - B$$

В течение 2017 года в Борисовской дистанции пути было уложено 57 крестовин, стоимость каждой составляет 10099,00 руб.

С учетом фонда оплаты труда на работы по смене крестовины 39,51 руб. (согласно ТНВ 2012 № 108), стоимости 1 т металлолома 243,52 руб., веса одной крестовины 1,4 т годовые затраты на замену изношенных крестовин

$$З_{г.к} = (10\,099,00 \cdot 57) + (39,51 \cdot 57) - ((243,52 \cdot 1,4) \cdot 57) = 558462,17 \text{ руб.}$$

2 Затраты на реновацию крестовин.

Крестовины, которые имеют износ усювиков и сердечника, не демонтируются для замены на новые, а наплавляются, и срок службы наплавленных крестовин продлевается на 2–3 года. Нормативный срок службы новых крестовин на Борисовской дистанции пути составляет 3 года.

Годовые затраты на реновацию изношенных крестовин ($З_{г.р}$) типа Р65, марки 1/11 определяются количеством крестовин, вышедших по износу за расчетный период, умноженных на стоимость реновации одной крестовины, в расчет которой входят:

- затраты на амортизацию наплавочного комплекса 97,76 руб.;
- материальные затраты на одну крестовину стоимости основного сырья и материалов (проволока порошковая Transiamanga, электроды, диски шлифовальные и т. п.) и вспомогательных материалов составляют 98,16 руб.;
- расходы на оплату труда работников, задействованных в оказании услуги по наплавке крестовины, с учетом фонда оплаты труда составляют 134,16 руб.

В итоге, плановая калькуляция стоимости услуги по наплавке крестовины с учетом расходов и начислений на оплату труда, стоимости материалов и амортизационных отчислений, себестоимости, рентабельности и т. п. составляет 376,50 руб.

Таким образом, годовые затраты на реновацию 57 изношенных крестовин

$$З_{г.р} = 57 \cdot 376,50 = 21460,69 \text{ руб.}$$

3 Экономия от реновации крестовин. Она определяется разностью между годовыми затратами на закупку и реновацию изношенных крестовин:

$$\Xi = 558462,17 - 21460,69 = 537\,001,48 \text{ руб. в год.}$$

Как видно из расчета, применение технологии реновации только крестовин составляет более 500 тыс. рублей в год, вместе с этим в дистанции пути постоянно ведется наплавка рельсов и другие подобные работы, что еще в большей мере увеличивает экономический эффект.

УДК 625.7

ВЫЯВЛЕНИЯ ПРАВОНАРУШЕНИЙ НА ДОРОГЕ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Е. А. ТЕРЕХОВ, С. Д. ФРОЛОВ, К. В. РЖЕУТСКИЙ, В. В. КУТУЗОВ
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

С увеличением количества транспортных средств, увеличивается рост дорожно-транспортных происшествий. Это приводит к возникновению дорожных заторов, увеличению смертности населения, повреждениям государственного и частного имущества.

Причинами дорожно-транспортных происшествий могут являться:

- человеческий фактор (невнимательность, усталость, состояние здоровья, пребывание в состоянии алкогольного или наркотического опьянения водителя, непристегнутые ремни безопасности,