

При проведении испытаний производилась наклейка тензорезисторов на исследуемые точки конструкции несущих элементов вагона, полученные по результатам расчетов. При этом для создания продольных усилий на раму использовался специальный стенд для нагружения рам вагонов и элементов сцепных устройств продольными статическими нагрузками.

Таким образом, на основании полученных результатов испытаний определено, что конструкция разработанного вагона динамометрического специально-технического назначения модели 61-907-ДМ удовлетворяет условиям прочности, а полученные напряжения не превысили максимально допускаемых значений.

#### Список литературы

- 1 **Бороненко, Ю. П.** Оценка потребности в новых пассажирских вагонах для железных дорог Узбекистана и основные направления их совершенствования / Ю. П. Бороненко, Р. В. Рахимов // Вестник ТашИИТ. – 2009. – № 2. – С. 88–91.
- 2 **Рахимов, Р. В.** Выбор направлений развития вагонного парка железных дорог Узбекистана / Р. В. Рахимов // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – № 1 (74). – С. 71–74.
- 3 **Рахимов, Р. В.** Первый узбекский пассажирский вагон дальнего следования / Р. В. Рахимов // Тяжелое машиностроение. – 2010. – № 6. – С. 34–35.
- 4 ГОСТ 33211–2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. – Введ. 2016–07–06. – М. : Стандартинформ, 2016. – 54 с.
- 5 ГОСТ 33788–2016. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества. – Введ. 2017–05–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 41 с.

УДК 621.791.927

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДБОЕК ПУТЕВЫХ МАШИН ТИПА ВПР–08 МЕТОДОМ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

*О. А. САРКИСОВ, А. А. КРИВЕНКОВ, В. А. МОЛОЖАВСКИЙ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Путевое хозяйство – важнейшая отрасль железнодорожного транспорта, от состояния которой зависит работоспособность всей железной дороги. В то же время содержать путь в надлежащем состоянии весьма затратно. Функционирование немыслимо без применения современных ресурсосберегающих технологий, высокопроизводительной техники, без решения вопросов обеспечения материалами для ремонта и содержания пути. В рамках договора о сотрудничестве с известной австрийской компанией «Plasser&Theurer», Белорусской железной дорогой были приобретены выправочно-подбивочные машины ВПР–08 (рисунок 1, а). Такие машины предназначены для выправки пути в продольном профиле, по уровню и в плане, уплотнения балласта под шпалами и около их торцов при работах по текущему содержанию пути и всех видах ремонта [1]. Длительная эксплуатация машин показала, что при общих положительных качествах они не лишены недостатков, один из которых – интенсивный износ рабочих органов – подбивочных блоков (рисунок 1, б). Подбивочный блок состоит из 6 стальных попарно расположенных подбоек, изготовленных объемной штамповкой из специальной стали.

а)



б)

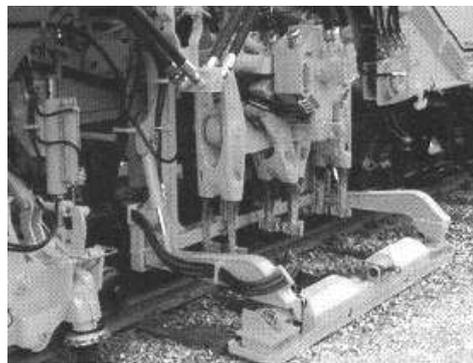


Рисунок 1 – Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР–08 (а), подбивочный блок (б)

Подбойки работают в исключительно тяжелых условиях (рисунок 2), перемещаясь с амплитудой 10 мм и частотой 35 Гц в загрязненном и слежавшемся щебне, в результате чего происходит интенсивный износ лопатки подбоек (рисунок 3).

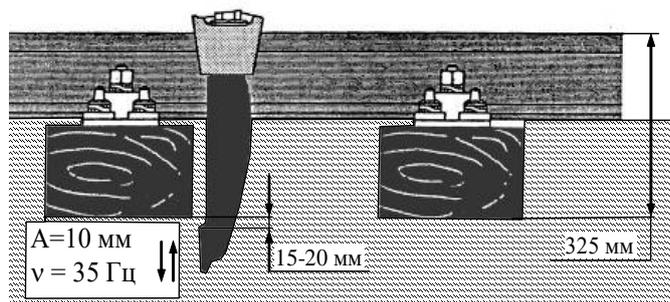


Рисунок 2 – Схема заглабления подбоек

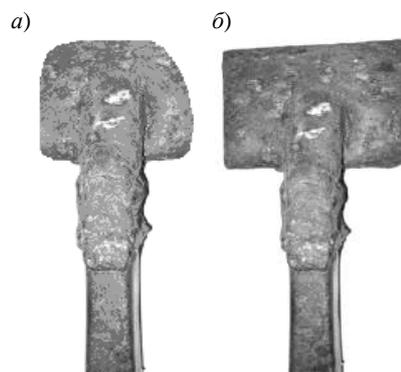


Рисунок 3 – Рабочая часть подбойки:  
а – изношенная; б – восстановленная

На основании анализа методов восстановления изношенных деталей был выбран метод ремонта лопаток путевых подбоек ручной дуговой сваркой (наплавкой). Технология восстановления на основе данного метода должна была обеспечить не только восстановление лопатки, но и увеличение ресурса ее работы за счет повышения износостойкости наплавленных слоев. Лопатки, изготовленные из стали 45 приваривали к подбойке электродом марки МР-3. Наплавку лопатки и прилегающей к ней части подбойки производили на постоянном токе обратной полярности в нижнем положении, электродами марки ЛЭЗТ-590. Такие электроды предназначены для ручной дуговой наплавки деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания с умеренными ударными нагрузками. Использование вышеприведенных сварочных материалов позволило получить наплавленные слои с твердостью 50–52 HRC, без термообработки, что обусловлено присутствием карбидов металлов в наплавленном слое. В подтверждение этому была исследована микроструктура наплавленных слоев, которая имеет феррито-перлитную структуру с включением карбидов легирующих элементов [2], присутствующих в металле электрода.

Для сравнения износостойкости металлов исходной и восстановленной лопаток проводили испытания на абразивное изнашивание на машине торцевого трения. В процессе испытаний исходного и наплавленного образцов на абразивное изнашивание было установлено, что массовая интенсивность изнашивания наплавленного образца в 2 раза ниже, чем исходного, что говорит о существенном повышении износостойкости, а соответственно, и увеличении ресурса работы подбойки.

Для выбора основного параметра наплавки – сварочного тока – изучалась зависимость геометрических параметров наплавленных валиков (высоты наплавленного слоя и глубины проплавления) от силы сварочного тока. Установлено, что с увеличением силы сварочного тока высота наплавленного слоя снижается, а глубина проплавления увеличивается. Согласно теоретическим представлениям известно, что максимальная износостойкость будет у валиков с минимальной глубиной проплавления и максимальной высотой усиления наплавленного слоя [3, 4]. Это связано с соотношением износостойкого металла электрода и основного металла с пониженной износостойкостью. Чем больше в наплавленном валике электродного металла, тем выше его износостойкость. При токах 200–250 А мы получаем минимальную глубину проплавления, которая всё же обеспечивает достаточную прочность сцепления наплавленного слоя с основным металлом и максимальную высоту усиления (рисунок 4, б, в).

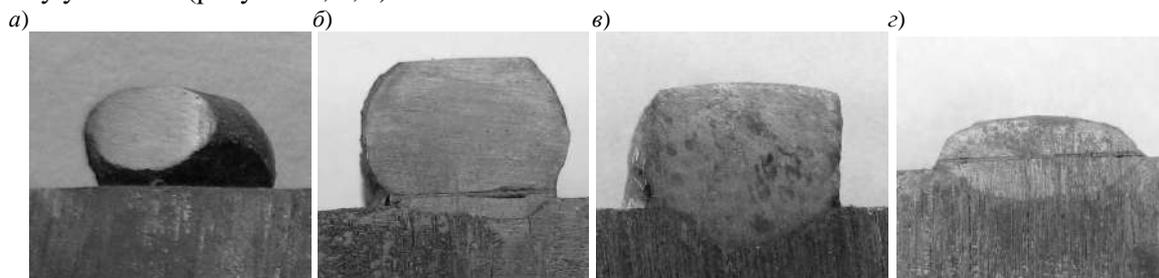


Рисунок 4 – Изображения макроструктуры валиков, наплавленных при различных токах:  
а – 150 А; б – 200 А; в – 250 А; г – 300 А

В подтверждение правильности выбора оптимального тока наплавки была получена зависимость твердости наплавленных слоев от тока, которая показала, что твердость при токах 200–250 А составляет порядка 50–52 HRC, что говорит о высокой износостойкости.

Таким образом, разработанная технология восстановления подбоек путевых машин типа ВПР–08 методом ручной дуговой наплавки позволяет восстановить и увеличить износостойкость подбоек более чем в 2 раза.

#### Список литературы

- 1 **Бодров, Ю. М.** Путевые машины фирмы «Плассер и Тойрер» / Ю. М. Бодров. – Минск : Белорусская железная дорога, 2007. – 162 с.
- 2 **Болховитинов, Н. Ф.** Атлас макро- и микроструктур металлов и сплавов / Н. Ф. Болховитинов, Е. Н. Болховитинова. – М. : МАШГИЗ, 1959. – 88 с.
- 3 **Кочева, Г. Н.** Наплавка износостойких поверхностей / Г. Н. Кочева. – М. : МАШГИЗ, 1963. – 59 с.
- 4 **Федин, А. П.** Современные методы наплавки / А. П. Федин. – Гомель : БИИЖТ, 1969. – 43 с.

УДК 629.4.015

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАЗОРОВ В МЕЖВАГОННЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ПОЕЗДА НА ПРОДОЛЬНЫЕ СИЛЫ В АВТОСЦЕПКАХ ПРИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОМ ТОРМОЖЕНИИ

*П. А. САХАРОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Существенное влияние на продольно-динамические силы в поездах оказывают зазоры в межвагонных соединениях, которые согласно экспериментальным исследованиям для нового грузового подвижного состава составляют около 40–45 мм, а после длительной эксплуатации могут достигать 100 мм. При отсутствии зазоров управляющее воздействие со стороны локомотива (сила тяги или электродинамического торможения) передается от вагона к вагону упруго, приводя к плавному изменению их скоростей и ускорений и постепенному увеличению продольных сил в автосцепках. При этом их максимальная величина в однородных по массе поездах практически не превышает силы управляющего воздействия, а в неоднородных может превышать на 20 % и более [1]. Иная картина наблюдается при наличии зазоров в межвагонных соединениях. В случаях проявления зазоров взаимодействие локомотива с первым вагоном и вагонов между собой носит ударный характер. При этом в начальный момент в ударе участвуют только локомотив и первый вагон. Далее, двигаясь как единая упругая система, они соударяются со вторым вагоном, с третьим и так далее. То есть по мере распространения по длине поезда в соударении принимает участие всё большая его масса, вызывая увеличение максимальных продольных сил. Ударное взаимодействие вагонов способно привести к разрыву автосцепки при действии растягивающих сил, ее излому при сжатии, а вызванный ударами рост упругих сил длительного действия – соответственно к выдергиванию или выжиманию вагонов из рельсовой колеи. Поскольку в настоящий момент не представляется возможным обеспечить отсутствие зазоров в межвагонных связях грузовых поездов, масса которых из соображений экономической целесообразности увеличивается, актуален вопрос исследования их влияния на рост продольно-динамических сил и выработка рекомендаций по их снижению.

Целью работы является оценка влияния зазоров на продольно-динамические силы в межвагонных соединениях грузового поезда при электродинамическом торможении. Для решения поставленной задачи разработана компьютерная модель, учитывающая контактное взаимодействие автосцепок и обеспечивающая возможность моделирования движения поезда с различным количеством вагонов, отличающихся массой, величиной зазоров в связях, типом поглощающих аппаратов. Математическое описание указанной модели рассмотрено в работе [2]. С помощью модели произведен ряд вычислительных экспериментов, постановка которых и полученные результаты представлены ниже.

На первом этапе определена продольная динамика предварительно сжатых перед торможением поездов. Сформирован состав из 80 груженых и 20 порожних вагонов, расположенных в голове по-