

УДК 621.791

**В. И. Савуляк, д. т. н., проф.; С. А. Заболотный; В. Й. Шенфельд;
Ю. С. Марченко**

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ОТВЕРСТИЙ ПОВОРОТНЫХ ЦАПФ ТРОЛЛЕЙБУСОВ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Предлагается эффективная технология восстановления рабочих поверхностей со значительным удлинением срока эксплуатации поворотных цапф транспортных средств на примере троллейбуса. Для этого на кафедре технологии повышения износостойкости (ТПИ) ВНТУ разработаны и внедрены на производстве технологический процесс и комплект оснащения.

***Ключевые слова:** цапфа поворотная, наплавка, износостойкость, дефекты, дефектоскопия, технология восстановления, модернизация оборудования.*

Введение

Городской электротранспорт является основой транспортной системы большинства городов нашей страны, что обеспечивает стабильность общественных перевозок. Его работоспособность зависит от надежности составных узлов и деталей. Несмотря на постепенное обновление парка, и до сих пор большинство единиц трамваев и троллейбусов в наших ТТУ эксплуатируются на протяжении нескольких десятилетий. Естественно, что много деталей исчерпали свой срок службы в связи с износом их рабочих поверхностей. Замена таких деталей на новые является, как правило, экономически нецелесообразной, а в большинстве случаев просто невозможной, так как они уже давно не выпускаются. Оптимальным выходом в таких случаях является восстановление изношенных рабочих поверхностей деталей.

Постановка задачи

Одной из таких деталей является цапфа поворотная троллейбуса ЗИУ-9. Винницким городским ТТУ поставлена задача восстановления работоспособности данной детали, и эта задача успешно решена на кафедре технологии повышения износостойкости Винницкого национального технического университета. Разработан и практически осуществлен технологический процесс восстановления изношенных поверхностей цапфы поворотной, являющейся важной деталью механизма рулевого управления троллейбуса. Его надежность оказывает непосредственное влияние на безотказную работу троллейбуса и на безопасность общественных перевозок.

Цапфа устанавливается на передней балке троллейбуса через шкворень, который служит осью ее поворота. Для уменьшения усилия, необходимого для изменения направления движения колес троллейбуса, используются два подшипника скольжения и опорный шариковый подшипник. Материал детали – сталь 40Х ГОСТ4543-71, твердость НВ 241-285.

В процессе эксплуатации появляется ряд дефектов рабочих поверхностей цапфы, которые влияют на безопасность движения, на величину усилия поворота колес и износостойкость шин. Наиболее опасными являются повреждения резьбы хвостовика, изнашивание шеек под подшипники ступицы, изнашивание шеек под сальник ступицы, изнашивание отверстий под подшипники скольжения шкворня. Величины износа поверхностей измеряются с помощью шаблонов и микрометров. Наличие скрытых дефектов выявляется применением ультразвуковых и магнитных дефектоскопов. Наибольшие трудности вызывает реализация операций восстановления отверстий под установку подшипников скольжения шкворня.

Технология восстановления поверхностей отверстий

После апробации ряда вариантов технологических процессов мы выбрали такую технологию восстановления поверхностей отверстий под подшипники скольжения: черновое растачивание восстанавливаемых поверхностей; наплавка поверхности отверстия 1 (рис. 1); черновое растачивание восстановленной поверхности 1; наплавка поверхности отверстия 2; черновое растачивание восстановленных поверхностей 1 и 2; чистовая обработка поверхностей 1 и 2; проверка качества восстановленного слоя.

Черновое растачивание выполняется с целью устранения поверхностных дефектов отверстий в виде микротрещин, следов коррозии и других видов изнашивания. Такая обработка позволяет также возобновить правильные геометрические формы поверхностей перед нанесением покрытия, т. е. исключить конусность, нецилиндричность и т. п. Выполнение такой обработки непосредственно перед нанесением покрытия методом наплавки или плазменного напыления позволяет свести к минимуму толщину поверхностных окислов на поверхностях, которые восстанавливаются, улучшить характеристики переходной зоны между покрытием и заготовкой, полнее выполнить раскисление сварочной ванны. Для выполнения этой операции цапфа поворотная устанавливается в специальном приспособлении (рис. 1) на расточном станке. При этом используется схема базирования заготовки на палец и призму. В этом случае отверстия под подшипники шкворня обрабатываются поочередно с переустановлением заготовки и заменой установочных элементов.

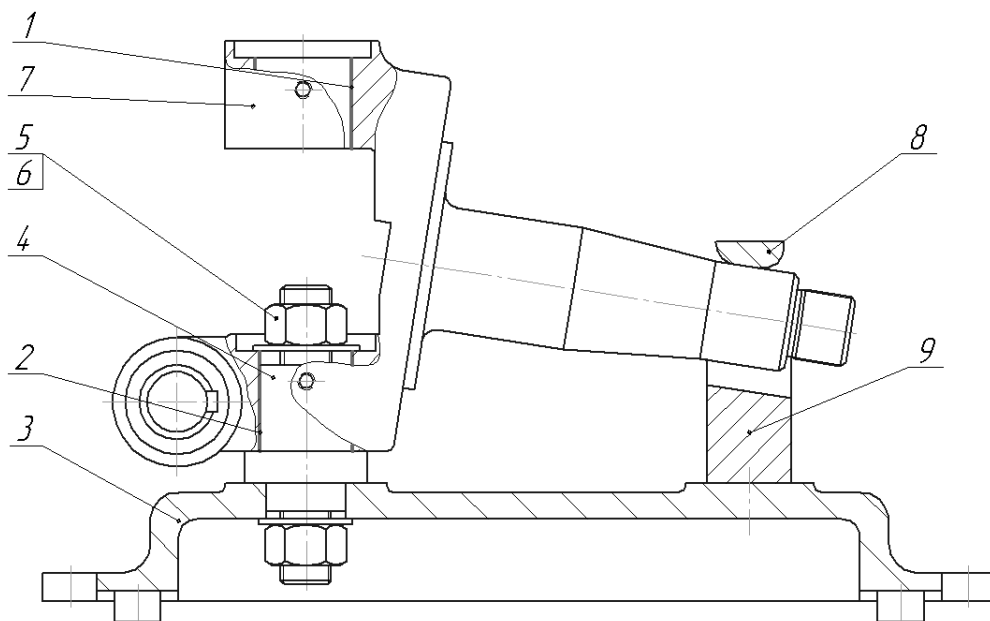


Рис. 1. Технологическая оснастка для установления цапфы поворотной на операции растачивания: 1, 2 – отверстия, которые восстанавливаются; 3 – плита приспособления; 4 – установочный палец; 5 – шайба прижимная; 6 – гайка; 7 – цапфа поворотная; 8 – прижимная планка; 9 – призма опорная

Восстановление подготовленной поверхности осуществляется методом наплавки в среде углекислого газа. Этот способ выгодно отличается от других тем, что не нуждается в флюсах или покрытых электродах [1]. Дуга между электродной проволокой и возобновляемой поверхностью горит в среде защитного газа, который вытесняет воздух из зоны наплавки и защищает расплавленный металл от вредного влияния атмосферного кислорода и азота.

Автоматическая наплавка в среде углекислого газа имеет такие преимущества: отсутствуют вредные выбросы и шлаковые корки; открытая дуга позволяет наблюдать и корректировать процесс нанесения покрытия; процесс можно осуществлять в любом

пространственном расположении наплавляемой поверхности. С целью адаптации существующего оборудования (установка УД-209М) для наплавки изношенных поверхностей отверстий поворотных цапф дополнительно установлены вращатель 1 (рис. 2) с оправкой 2 для базирования заготовки, а также модернизированная наплавочная головка 9 для подачи электродной проволоки [2]. Как источник питания используют аппарат ВДУ-300, стандартные системы подогрева и подачи защитного газа 4; систему вентиляции 5.

При наплавке используется провод Нп-30ХГСА, который подается из кассеты 8 в зону плавления через наплавочную головку 9. Диаметр проволоки для операции наплавки отверстий выбран 1,2 мм. Наплавка проводится по винтовой линии, которая обеспечивается вращением детали и продольной подачей головки. Общий вид поверхности наплавленного отверстия показан на рис. 3.

После наплавки поверхности отверстия 1 проводится его растачивание. Это позволяет установить деталь на оправке (см. рис. 2) для наплавки поверхности отверстия 2 и обеспечивает дальнейшую соосность отверстий. Нанесение покрытия на поверхность отверстия 2 происходит аналогично наплавке поверхности отверстия 1.

Контроль качества наплавленного слоя осуществляется в несколько этапов. После проведения операций наплавки и чернового растачивания с помощью лупы осуществляется визуальный контроль на отсутствие поверхностных дефектов – пор, раковин, трещин и т. п. Отсутствие дефектов в слое металла контролируется электромагнитным или виброакустическим методами [3].

Данные виды контроля проводятся для каждой из восстановленных поверхностей партии деталей. Дополнительно проводится микроструктурный анализ восстановленной поверхности. Для этого выбирается из партии деталь, которая является дефектной и не подлежит восстановлению из-за наличия трещин, сколов и т. п. Проводится процесс восстановления поверхности отверстия по вышеописанной технологии и в дальнейшем изготавливается эталонный шлиф для проведения микроструктурного анализа. Анализ осуществляется на электронном микроскопе РЭМ-106И.

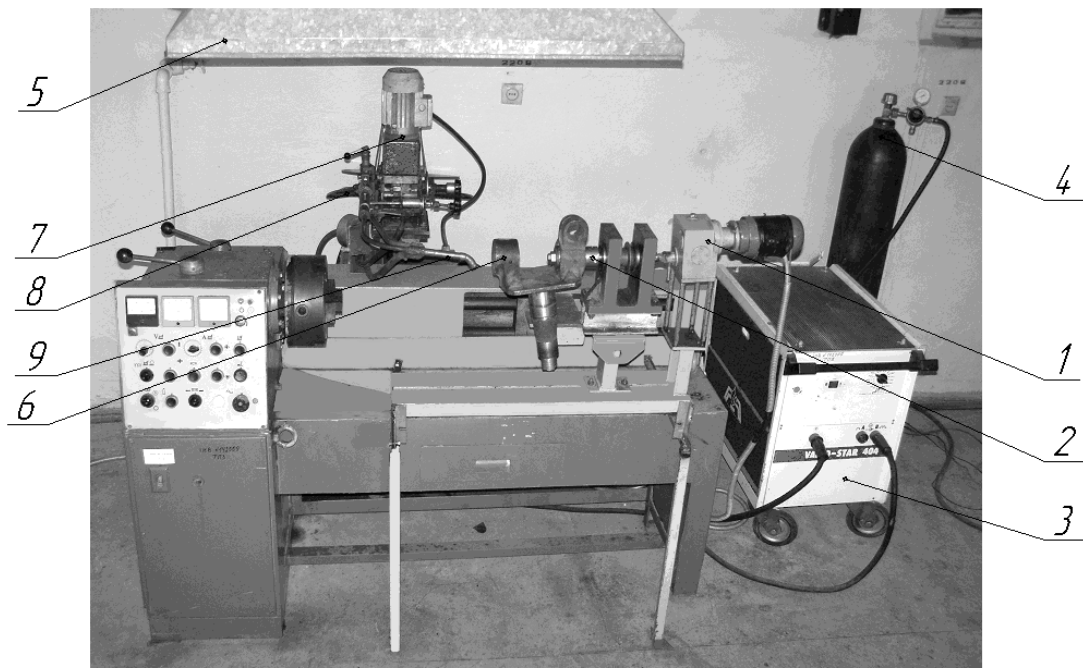


Рис. 2. Установка для наплавки отверстий поворотной цапфы троллейбуса ЗИУ-9:

- 1 – вращатель; 2 – оправка для базирования заготовки; 3 – источник питания; 4 – система подогрева и подачи защитного газа; 5 – система вентиляции; 6 – восстанавливаемая деталь; 7 – система подачи электродной проволоки; 8 – кассета; 9 – наплавочная головка



Рис. 3. Наплавленное отверстие

Режимы наплавки отверстий поворотной цапфы троллейбуса ЗИУ-9:

1. Толщина наплавленного слоя $h = 3$ мм на сторону;
2. Сила тока $I = 100$ А;
3. Напряжение $U = 20$ В;
4. Шаг наплавки $S = 4$ мм;
5. Скорость вращения детали $V_{\text{дет}} = 3$ об/мин;
6. Скорость подачи проволоки $V_{\text{пр}} = 136$ м/ч;
7. Расход углекислого газа $G = 8$ л/мин.

Результаты проведения микроструктурного анализа показаны на рисунках 4 и 5. Общий анализ микротвердости основного металла восстановленной детали и его микроструктурный анализ (рис. 4) свидетельствует о минимальном температурном влиянии при наплавке на него. При этом наплавленный слой (рис. 5) имеет мелкозернистую закаленную структуру с твердостью 56 HRC, что обеспечивает повышение его износостойкости.

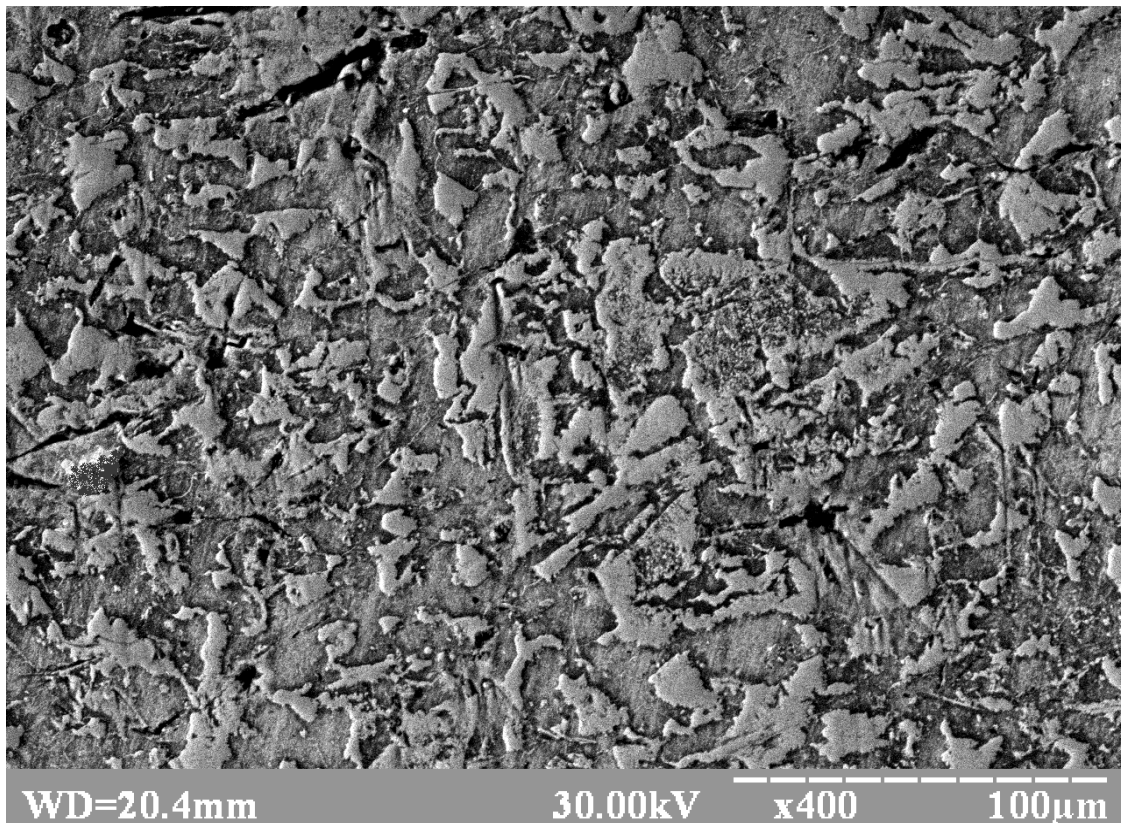


Рис. 4. Микроструктура металла заготовки

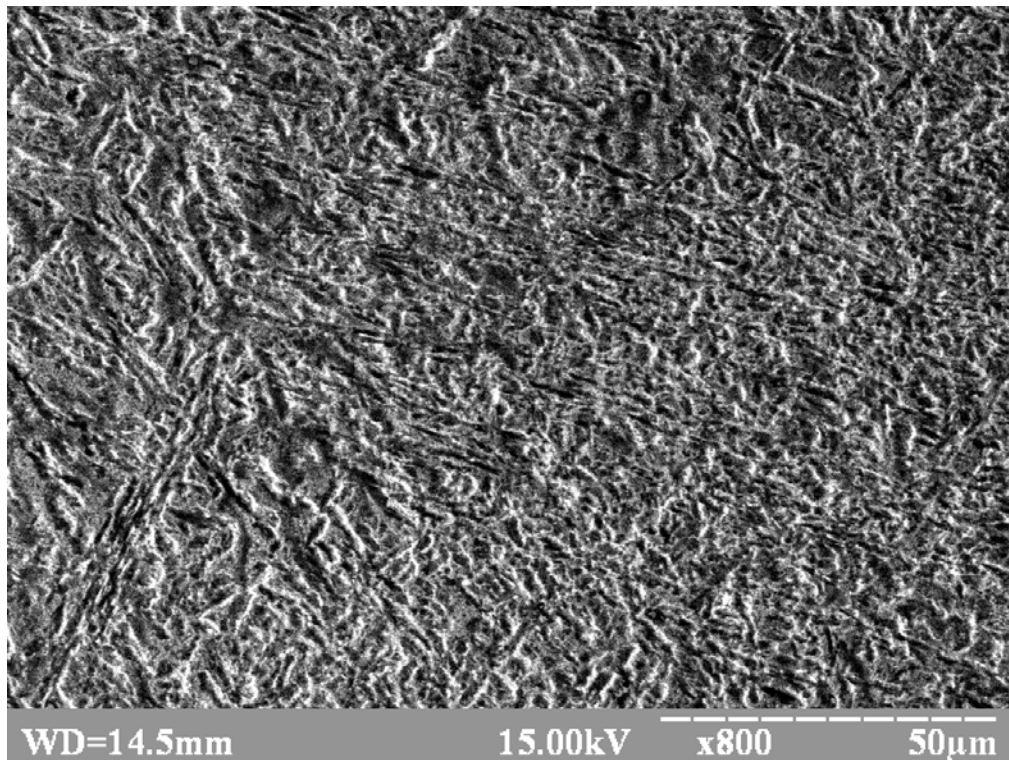


Рис. 5. Микроструктура слоя нанесенного покрытия

Выводы

Результаты проведенных анализов: микроструктурный, измерение твердости, электромагнитный, виброакустический, тесты на износостойкость доказали целесообразность использования автоматической наплавки в среде углекислого газа для восстановления изношенных поверхностей отверстий поворотных цапф троллейбусов городского электротранспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаев Г. А. Сварка в машиностроении. Справочник в 4-х т. - М.: Машиностроение, 1979. - Т. 2 – 4.
2. Патон Б. Э. Оборудование для сварки. - Г.: Машиностроение, 1999. - 496с.
3. Сухоруков В.В. Акустические методы контроля. - Г.: Высшая школа, 1991. – 283 с.

Савуляк Валерий Иванович – д. т. н., профессор, заведующий кафедрой технологии повышения износостойкости.

Заболотний Сергей Антонович – аспирант кафедры технологии повышения износостойкости.

Марченко Юлия Сергеевна – инженер кафедры технологии повышения износостойкости.

Шенфельд Валерий Иосифович – инженер кафедры технологии повышения износостойкости. Винницкий национальный технический университет