

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗНОШЕННЫХ ЗАМЫКАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАМКОВ АВТОСЦЕПНЫХ УСТРОЙСТВ СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

А. Н. КРИВЕНЦОВ, канд. техн. наук, **В. И. ЛЫСАК**, д-р техн. наук, **В. И. КУЗЬМИН**, канд. техн. наук,
М. А. ЯКОВЛЕВ, инж. (Волгоград. гос. техн. ун-т, РФ)

Описана технология восстановления изношенных замыкающих поверхностей замков автосцепных устройств сваркой взрывом. Приведены параметры процесса сварки взрывом плакирующих пластин с замком и результаты механических и натурных испытаний отремонтированных замков.

Ключевые слова: замыкающая поверхность замка, плакирующая пластина, сварка взрывом, мягкая прослойка, контактное упрочнение, краевые несправы

Замыкающие поверхности замков, являющиеся ответственными за надежность замыкания автосцепных устройств, наиболее быстро изнашиваются. При глубине износа, достигшей предельно допустимого значения, замки ремонтируются или снимаются с эксплуатации. Согласно инструкции, утвержденной Главным управлением вагонного хозяйства МПС и Главным управлением по ремонту подвижного состава и производству запасных частей [1], разрешается лишь один способ восстановления таких поверхностей — электродуговая наплавка. К сожалению, это не всегда выполнимо, поскольку требует наличия специального оборудования, соответствующих наплавочных материалов и строгого соблюдения технологии, разработанной ВНИИЖТом. В то же время известно, что сварка взрывом может успешно конкурировать с наплавкой при восстановлении (упрочнении) частей механизмов и машин (штулок цилиндров, поршней, лемехов, различного рода направляющих и других деталей), предназначенных для работы не только в условиях высоких давлений, температур, но и в абразивной среде. Так, доказано, что при восстановлении сваркой взрывом рабочих поверхностей стальных цилиндрических и плоских деталей различного назначения сокращается цикл восстановления, расход материалов, уменьшается механическая обработка, увеличивается износостойкость [2]. В связи с этим по заказу вагонного депо Волгоградского отделения Нижне-Волжской железной дороги на кафедре сварки Волгоградского государственного технического университета были выполнены исследования по разработке технологии восстановления (плакирования) изношенных замыкающих поверхностей замков износостойкими сталями с помощью сварки взрывом. Разрабатываемая технология должна отвечать следующим требованиям:

1) гарантировать сохранность формы и восстановление геометрических размеров ремонтируемых замков автосцепок до заданных документацией, утвержденной Главным управлением вагон-

ного хозяйства МПС и Главным управлением по ремонту подвижного состава и производству запасных частей;

2) обеспечивать возможность применения при ремонте замков традиционных и композиционных износостойких материалов, способных увеличить срок их безаварийной службы в 2...3 раза по сравнению с аналогичными замками, восстановленными электродуговой наплавкой;

3) гарантировать получение надежного сварного соединения плакирующего слоя с ремонтируемым замком по всей восстанавливаемой поверхности;

4) полностью исключать возможность разрушения замков или появления в них каких-либо опасных дефектов (скрытых микротрещин, трещин, выходящих на поверхность, отколов и др.) в процессе их восстановления сваркой взрывом.

Для восстановления изношенных замыкающих поверхностей замков в качестве плакирующих элементов использовали полосы из стали 65ГС (с исходной твердостью по Бринеллю $HV\ 180$) размером 70×350 мм и толщиной от 2 до 4 мм (в зависимости от степени износа). Известно, что диапазон параметров сварки взрывом, гарантирующий получение прочного соединения стали 65ГС с другими сталями, в том числе и с теми, из которых изготавливаются замки (20ФЛ, 20ГЛ, 20ГФЛ, ГОСТ 977-75), достаточно широк. Поэтому требование 3 представлялось легко выполнимым. Сам замок устанавливался на основание из металлической дробы, которая, как известно [3], способна существенно погасить энергию, накопленную в свариваемой системе, и тем самым свести к минимуму искажение формы замка и вероятность образования в нем трещин и отколов, т.е. обеспечить выполнение требований 1 и 4. Над замыкающей поверхностью замка устанавливалась с некоторым зазором плакирующая (метаемая) пластина таким образом, когда одна из ее боковых кромок оказывалась расположенной над внутренней границей контура замыкающей поверхности замка, а другая, как и две концевые ее кромки, находилась за пределами внешней границы контура этой поверхности замка.

Это должно было способствовать значительному уменьшению (если не полному устранению) так



называемых краевых непроваров, т. е. одного из характерных дефектов сварки взрывом [3]. В первых опытах, что, впрочем, и следовало ожидать, такие дефекты на внешней границе контура замыкающей поверхности замка не наблюдались. Однако каждый раз от опыта к опыту обнаруживались неглубокие краевые непровары на внутренней границе контура замыкающей поверхности замка, что и заставило в дальнейшем внести некоторые изменения в подготовку плакирующих пластин под сварку и саму схему сварки, которые заключались в следующем. Во-первых, на одной из боковых кромок плакирующей пластины, которая при сборке системы под сварку должна была находиться над внутренней границей контура замыкающей поверхности замка, выполнялась фаска, т. е. плавно уменьшалась толщина плакирующей пластины. Это должно было компенсировать неизбежное снижение импульса давления на ее крае, обусловленное проникновением в зону образовавшихся продуктов детонации волны разгрузки со стороны боковой грани прореагировавшего заряда взрывчатого вещества (ВВ), приводящее к падению скорости метания. Во-вторых, при сборке системы под сварку в зазоре между замком и плакирующей пластиной помещалась тонкая прослойка из третьего металла — меди, позволявшей выполнять сварку на так называемом мягком режиме, поскольку диапазон параметров сварки взрывом, гарантирующий получение прочного соединения меди с любой из сталей, шире такового для пары «сталь + сталь» и к тому же смещен в сторону более низких значений v_c и v_k , где v_c — скорость соударения; v_k — скорость точки контакта. Таким образом, и это изменение в схеме сварки должно было работать на ликвидацию краевого непровара. При этом важно отметить и то, что введение медной прослойки, у которой $R_{Cu} \cong R_{Ст}$ (здесь $R_{Cu} = \rho_{Cu}c_{Cu}$, $R_{Ст} = \rho_{Ст}c_{Ст}$ — акустическая жесткость соответственно меди и стали; ρ_{Cu} , $\rho_{Ст}$ — плотность меди и стали; c_{Cu} , $c_{Ст}$ — скорость звука в меди и стали) качественно не изменяло картину ударно-волнового взаимодействия, всегда благоприятную (с позиций сохранения формирующегося соединения) при сварке материалов с одинаковыми или близкими акустическими жесткостями и не снижало зональную прочность механически неоднородного сварного соединения (см. ниже), так как принятая толщина (~ 1 мм) «мягкой» прослойки попадает в тот диапазон толщин, когда начинает действовать фактор контактного упрочнения [4]. Для сварки по этой схеме использовалось бризантное ВВ пониженной мощности со скоростью детонации $\Delta = 2500$ м/с и насыпной плотностью $\rho_0 \approx 0,9$ г/см³.

Все отремонтированные замки подвергали ультразвуковому и параметрическому контролю. Ни в одном из них не было обнаружено несплошностей в заплакированной зоне, а также искажения формы и заметных отклонений их геометрических раз-

Technology for repair of worn out closing surfaces of coupler locks by explosion welding is described. Parameters of the process of explosion welding of cladding plates to the locks and results of mechanical and full-scale tests of repaired locks are given.



Отремонтированный замок и образцы для механических испытаний, изготовленные из вырезанных частей его заплакированной зоны

меров от регламентированных упомянутой выше документацией. Помимо этого из каждой партии отремонтированных замков один отбирался для проведения механических испытаний по оценке зональной прочности плакирующего слоя (сталь 65ГС) и сварного соединения [3], которая осуществлялась путем определения сопротивляемости вдавливанию. Установлено, что твердость этого слоя, т. е. замыкающей поверхности, возросла со 180 до 250...260 НВ. Оценка прочности сварного соединения на отрыв слоев осуществлялась по результатам механических испытаний специальных образцов, которые изготавливались из элементов, вырезанных из заплакированной зоны отремонтированного замка (рисунок). Установлено, что прочность сварного соединения превосходит исходные прочностные свойства материалов замка и плакирующего слоев и составляет не менее 400 МПа.

Положительные результаты лабораторных испытаний явились основанием для проведения натурных испытаний восстановленных замков в реальных условиях их эксплуатации на железнодорожном участке Волгоград–Москва. Анализ результатов этих испытаний и их сравнение с базовыми данными позволяют предположить, что разработанная технология восстановления замыкающих поверхностей замков автосцепных устройств подвижного железнодорожного транспорта позволит увеличить сроки безаварийной службы этих узлов как минимум в 2...3 раза, а также снизить трудо- и энергозатраты на их восстановление — ремонт. Кроме того, благодаря разработанной технологии для восстановления быстроизнашивающихся поверхностей можно использовать не только традиционные, но и новые композиционные износостойкие материалы, склонные к упрочнению, что, вероятно, обеспечит еще более высокие результаты.

1. Инструкция по сварке и наплавке при ремонте вагонов и контейнеров РТМ 32 ЦВ, 201-88. — М.: Транспорт, 1989. — 214 с.
2. Иваниюченко А. Эффективность наплавки и сварки взрывом. — Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1979. — 80 с.
3. Конон Ю. А., Первухин Л. Б., Чудиновский А. Д. Сварка взрывом. — М.: Машиностроение, 1987. — 216 с.
4. Бакуш О. А., Шахматов М. В., Ерофеев В. В. Влияние внутренних дефектов на статическую прочность механически неоднородных сварных соединений // Автомат. сварка. — 1984. — № 11. — С. 7–11.

Поступила в редакцию 15.07.2002