



ПРИМЕНЕНИЕ ДУГОВОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КУЗОВОВ ВАГОНОВ

А. Н. ТКАЧЕНКО, А. С. ВОСКРЕСЕНСКИЙ, инженеры (ОАО «ХК «Лугансктепловоз»)

Рассмотрено применение дуговой точечной сварки при изготовлении боковых стенок кузовов вагонов дизельных поездов, в частности, для соединения в них ребер жесткости с обшивкой. Подобраны оптимальные режимы сварки точечных швов, осуществлена оценка качества сварных нахлесточных соединений и проведены прочностные испытания.

Ключевые слова: дуговая точечная сварка, программирующее устройство, кузовные конструкции, диаметр и глубина проплавления, разрывное усилие, дефекты, зазор, гарантированный провар, оптимальные режимы

В сварных конструкциях кузовов вагонов электро- и дизельных поездов широко используются нахлесточные соединения, выполняемые дуговой сваркой по заранее просверленным отверстиям в верхнем элементе. Для снижения трудоемкости путем отмены операций по разметке, сверлению (пробивке) отверстий, сокращению транспортных операций и в итоге уменьшения количества наплавленного металла специалистами ОАО «ХК «Лугансктепловоз» и ИЭС им. Е. О. Патона разработана технология и создана специализированная установка для дуговой точечной сварки (ДТС) в защитном газе Z-образных ребер жесткости с обшивками боковых стенок электро- и дизельных поездов (рис. 1). Отличительной особенностью процесса ДТС является его программирование, в частности, выполнение цикла сварки по следующим трем этапам: «возбуждение процесса сварки», «сварка» (прожиг привариваемой детали и частичное проплавление нижней детали) и «заварка кратера в формируемом точечном шве». Каждый из этапов выполняется на режимах, отличающихся силой сварочного тока, напряжением на дуге, скоростью подачи сварочной проволоки и временем выполнения (табл. 1). Одним из основных вопросов, связанных с применением ДТС нахлесточных соединений, является соответствие прочности таких соединений предъявляемым требованиям и формирование сварных точек с требуемыми га-

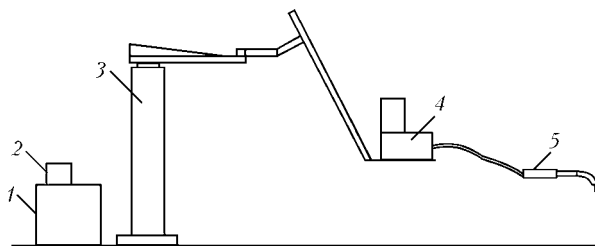


Рис. 1. Схема установки для дуговой точечной сварки с проплавлением верхнего элемента: 1 — источник питания; 2 — блок питания механизма полуавтомата; 3 — поворотная консоль; 4 — подающий механизм с электронной системой программирования и управления ДТС; 5 — шланг с держателем

рантированными размерами при возможном наличии зазора между соединяемыми деталями. Определение качества и размеров точечных швов в нахлесточных соединениях проводили на образцах, размеры которых показаны на рис. 2, 3. Верхняя деталь из стали Ст3 (ГОСТ 380-94) толщиной 2,5 мм имитировала привариваемую боковую стенку (ребро жесткости), нижняя — обшивку боковой стенки из стали 10Х13Г18Д (ТУ-14-1-4820-90) толщиной 1,5 мм. Перед сваркой образцы очищали от масла и грязи в месте соединения. Собирали их таким образом, чтобы зазор между верхней и нижней пластинами не превышал минимально допустимых размеров (0,1; 0,3 и 0,5 мм). Для этого использовали медные подкладки размером 50×5 мм с толщинами, равными величине зазора. ДТС нахлесточных соединений выполняли проволокой Св-08Х20Н9Г7Т (ГОСТ 2246-70) диаметром 1,6 мм в защитном газе (ГОСТ 8050-85).

Подбор оптимальных режимов сварки точечных швов проводили с помощью программирующего устройства путем регулировки напряжения на дуге, установки оптимальных значений скорости v и

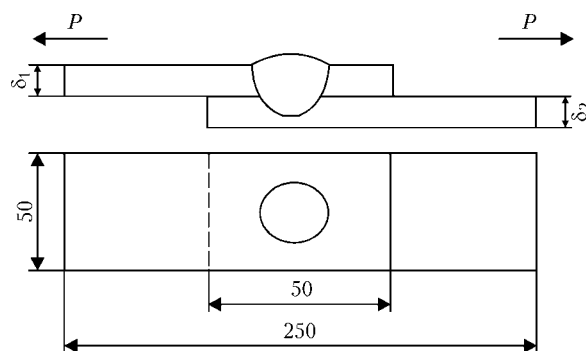


Рис. 2. Схема опытного образца

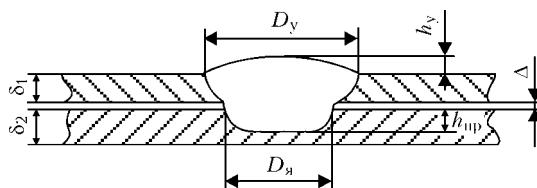


Рис. 3. Схема замеров на испытуемом образце: δ_1 , δ_2 — соответственно толщина верхнего и нижнего листа; D_n — диаметр ядра; D_y — диаметр усиления; h_{np} — глубина проплавления; h_y — высота усиления; Δ — зазор

Таблица 1. Режимы трех этапов ДТС экспериментальных образцов

№ группы образцов	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Возбуждение процесса		Сварка		Заварка кратера	
			v_1 , м/мин	t_1 , с	v_2 , м/мин	t_2 , с	v_3 , м/мин	t_3 , с
1	200...250	30...32	2,0...2,3	0,30...0,40	4,0...5,0	1,0...1,2	3,0...4,5	0,2...0,25
2	220...270		2,2...2,6	0,35...0,45	4,5...5,5	1,0...1,3	4,5...5,0	0,25...0,3
3	240...290		2,4...2,8	0,40...0,50	5,0...6,0	1,0...1,4	5,0...5,5	0,25...0,3
4	260...320		2,6...3,0	0,40...0,50	6,0...7,0	1,0...1,5	5,0...5,5	0,25...0,3
5	260...320		2,6...3,0	0,40...0,50	7,0...8,0	1,0...1,5	5,0...5,5	0,25...0,3

времени подачи сварочной проволоки t . С этой целью на лицевой стороне программирующего устройства размещены три пары кнопок управления



Рис. 4. Влияние режима сварки (см. табл. 1) на параметры точечного шва $D_{я}$ (1) и $h_{кр}$ (2)

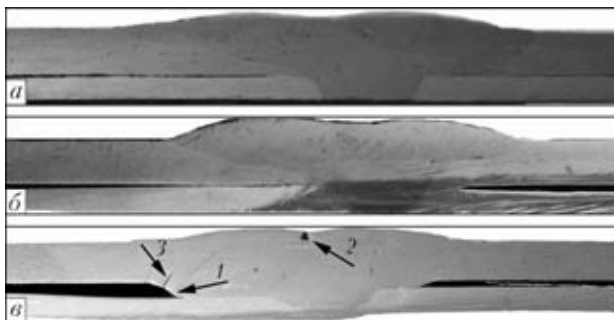


Рис. 5. Макрошлифы сварных соединений с зазором 0,1 (а), 0,3 (б) и 0,5 (в) мм: 1 — выплеск в зазор; 2 — усадочная раковина; 3 — трещина

Таблица 2. Основные дефекты в точечных соединениях образцов

№ группы образцов	Выявленный дефект
1	Нет дефектов
2	»»
3	Раковина (в 5 обр.) и трещина (в 1 обр.) в усилении шва
4	Нет дефектов
5	Раковина (в 5 обр.) в усилении шва

Таблица 3. Результаты испытаний образцов на срез

Зазор между свариваемыми элементами, мм	Сила среза, Н	Вид разрушения образца
0	$\frac{2080...2240}{2116}$	Вырыв по периметру литого ядра с нижней пластины
0,3	$\frac{1820...2250}{2070}$	
0,5	$\frac{1720...2180}{1923}$	Срез по литому ядру

режимами сварки: v_1 и t_1 — возбуждение процесса; v_2 и t_2 — сварка; v_3 и t_3 — заварка кратера. Сварку точечных швов выполняли на постоянном токе обратной полярности в нижнем положении на медной подкладке. Для подбора оптимального режима сварили пять групп образцов по пять образцов в каждой группе, расход защитного газа на всех этапах составлял 6...7 л/мин (табл. 1). После сварки определяли геометрические размеры сечения точечных швов (рис. 4). Как видно из табл. 1, наиболее благоприятным режимом сварки является режим группы образцов № 4.

Выявление дефектов (пор, трещин и др.) в точечных соединениях и характер их распределения проводили путем металлографических исследований (табл. 2). Анализ полученных результатов (рис. 5) позволяет сделать вывод об отсутствии недопустимых дефектов в сварных соеди-

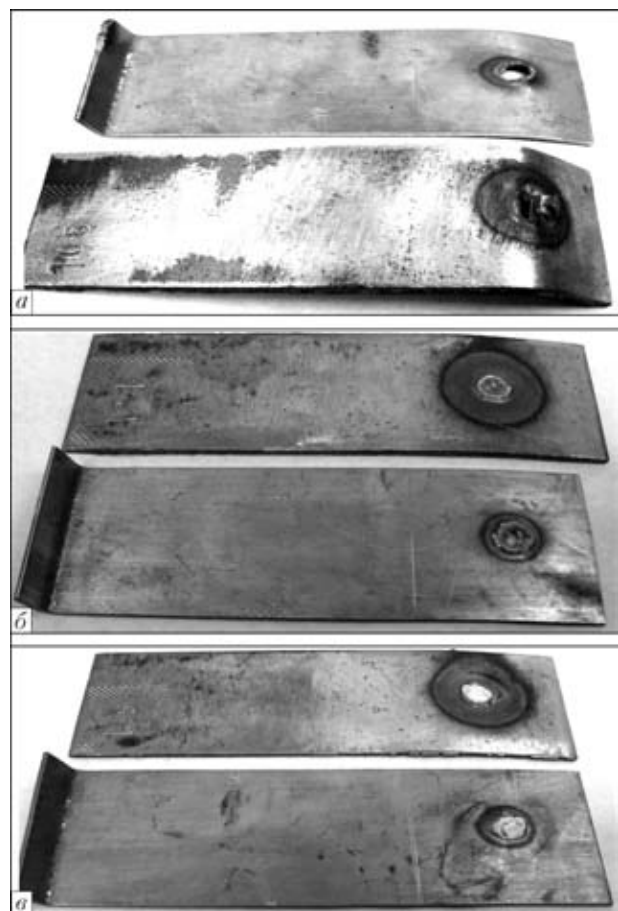


Рис. 6. Внешний вид образцов с зазором 0,1 (а), 0,3 (б) и 0,5 (в) мм, подвергшихся испытаниям



нениях, что подтверждает правильность выбранных режимов сварки точечных швов.

При изготовлении боковых стенок электро- и дизельных поездов проверку прочностных характеристик таких соединений проводили на образцах, выполненных на оптимальном режиме № 4 (см. табл. 1). Три группы образцов с зазором 0,1; 0,3 и 0,5 мм испытывали на срез на разрывной машине. В результате выявлено, что в большинстве случаев разрушение происходит с вырывом по периметру сплавления сварной точки в нижней пластине при значении силы среза более 20000 Н (рис. 6, а, б). При меньших значениях происходит разрушение сварного соединения без вырыва из основного металла (рис. 6, в). Во всех случаях для данного типа соединений допустимым можно считать значение силы среза более 20000 Н. Из табл. 3 видно, что с увеличением зазора несколько уменьшается сила среза сварного соединения. Наличие зазора между свариваемыми деталями более 0,5 мм может вызывать вытекание расплавленного металла в за-

зор. Наличие на поверхности сварной точки раковин не является дефектом и не влияет на прочность.

Выводы

1. Разработанная технология ДТС, обеспечивающая получение качественных бездефектных сварных нахлесточных соединений, может быть использована для промышленного применения при изготовлении боковых стенок кузовов электро- и дизельных поездов.

2. При зазоре между свариваемыми деталями более 0,3 мм получение качественных нахлесточных соединений затруднительно, а зазор более 0,5 мм может привести к получению дефектного сварного соединения из-за выплеска металла.

3. При ДТС нахлесточных соединений диаметр ядра сплавления равен 5...6 мм, что на 20...30 % больше, чем при контактной точечной сварке (ГОСТ 15878-79).

Application of spot arc welding for manufacture of side walls of bodies of electric and diesel trains, and joining of stiffeners to lining in particular, is considered. Optimal welding conditions for spot welds have been selected, quality of overlap welded joints has been assessed, and strength tests have been conducted.

Поступила в редакцию 21.03.2005

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

- Качественное и количественное определение содержания основных легирующих и примесных элементов, включая газы, в различных материалах — рудах, концентратах, минералах, порошках, шлаках, флюсах, чугунах, сталях, сплавах на основе никеля, титана, алюминия, меди и др.
- Изготовление микрошлифов, выявление и фотографирование микроструктуры, металлографический контроль качества и установление природы дефектов металлопродукции, фрактотрафические исследования.
- Разработка методик исследования, определение и идентификация нитридных, оксидных и сульфидных включений, изучение фазового состава интерметаллидов, карбидов и других фаз в различных материалах.
- Исследование структуры и фазового состава материалов методами световой и электронной микроскопии: количественной и высокотемпературной металлографии, рентгеноструктурного и микроспектрального анализов.
- Разработка методик и исследование некоторых физических свойств металлов, шлаков, покрытий методами дилатометрии, высокотемпературного дифференциального термического анализа, калориметрии, а также исследование взаимодействия в системе газ-шлак-металл при нагреве различными источниками тепловой энергии.

Отдел оснащен просвечивающим электронным микроскопом JEM-200CX (фирма JEOL, Япония); ретровым электронным микроскопом JSM-840 с системой анализа «Link» (фирма JEOL, Япония); фотоэлектрическим вакуумным спектрометром ДФС-51У; микронзондом для микрорентгеновского спектрального анализа SX-50 (фирма «Сатеса», Франция); оптическим эмиссионным спектрометром SPECTRO-VAC-1000 DV-4 (фирма «Baird», Нидерланды).

Контакты: 03680, Украина, Киев-150, ул. Боженко, 11
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, отд. № 22
Тел.: (38044) 289 01 30; 289 65 40. Факс: (38044) 287 23 66
E-mail: leco@carrier.kiev.ua