



УДК 621.791.92

СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ МЕТАЛЛА ЗТВ СТАЛИ М76 ОБРАЗОВАНИЮ ХОЛОДНЫХ ТРЕЩИН ПОСЛЕ НАПЛАВКИ ПРОВОЛОКАМИ ФЕРРИТНОГО КЛАССА

Я. П. ЧЕРНЯК, Г. В. БУРСКИЙ, инженеры, В. К. КАЛЕНСКИЙ, канд. техн. наук
(Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Изучена возможность наплавки трамвайных рельсов без предварительного подогрева ферритными проволоками типов ТГМ и ГСМФ. Установлено, что при наплавке на оптимальных режимах холодные трещины в металле ЗТВ рельсов и в наплавленном не образуются. Полученные результаты подтверждены испытаниями образцов с применением усовершенствованного метода вставок.

Ключевые слова: рельсовая сталь, наплавка, зона термического влияния, погонная энергия, холодные трещины

Для восстановления изношенных внутренних боковых поверхностей желобчатых трамвайных рельсов на криволинейных участках пути использовали наплавку проволоками аустенитного класса [1]. Установлено, что в зоне термического влияния (ЗТВ) рельсовой стали М76 под первым наплавленным валиком образуются холодные трещины типа откол. Основной причиной отколов является мартенситное превращение аустенита в ЗТВ основного металла. Неблагоприятное влияние также оказывают сварочные напряжения, усиливающиеся из-за большой разницы между значениями коэффициента линейного расширения (КЛР) аустенитного наплавленного металла и высокоуглеродистой перлитной стали М76. Устранить отколы удалось при наплавке первого валика на повышенной погонной энергии.

Более естественным и экономичным способом устранения отколов может стать применение для наплавки проволокой ферритного класса, обеспечивающих получение наплавленного металла с КЛР, близким к таковому основного металла. В связи с этим нами были разработаны и использованы порошковая проволока типа ГСМФ для наплавки под флюсом и самозащитная проволока типа ТГМ. Наплавку образцов изношенных рельсов осуществляли без предварительного подогрева восемью горизонтальными валиками, поочередно накладывая их друг на друга с 10-минутными перерывами и таким образом имитируя процесс наплавки реального рельса.

Режимы наплавки проволоками

ТГМ открытой дугой: $I = 450$ А, $U = 26$ В, $v_n = 36,8$ м/ч;
ГСМФ под флюсом: АН-26П $I = 450$ А, $U = 34$ В, $v_n = 36,8$ м/ч;
КЛР ($\alpha \cdot 10^{-6}$) стали М76 и наплавленного металла обоих типов, измеренные при нагреве от 20 до 700 °С, следующие: М76 — 15,2; ТГМ — 14,4; ГСМФ — 14,9.

Изучение шлифов показало, что в обоих случаях отколы в ЗТВ основного металла и какие-либо другие трещины в наплавленном металле отсутствовали (рис. 1).

Для получения количественной оценки сопротивляемости ЗТВ стали М76 образованию холодных трещин после наплавки

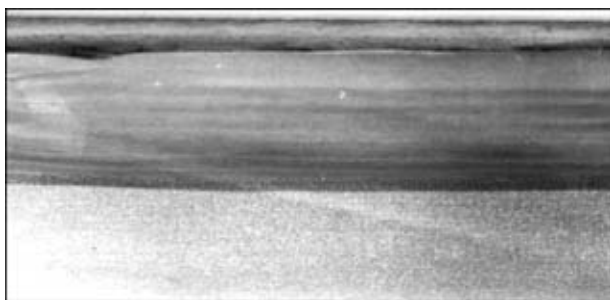


Рис. 1. Продольный макрошлиф губы рельса, наплавленной восемью валиками опытной порошковой проволокой типа ГСМФ без трещин

указанными ферритными проволоками были проведены исследования замедленного разрушения наплавленных образцов.

Методика и оборудование для исследований описаны в работах [2, 3]. В соответствии с методикой следовало оценить удельную работу $A_{з.т}$ зарождения микротрещин в ЗТВ образцов, изготовленных из стали М76 и, если образцы разрушатся, удельную работу $A_{уд}$, необходимую для образования очага разрушения. Техника изготовления образцов и проведения испытаний описаны в работе [4]. Параметры и результаты испытаний обобщены в таблице. Каждый образец наплавляли двумя валиками: сначала нижним, а через 10 мин верхним. В образцах № 1 и 3 наплавку нижних валиков выполняли на малых скоростях, чем обеспечивали соответствующее повышение погонной энергии.

Уровень прилагаемой нагрузки был выбран из условия $P_{уд} \approx \sigma_T$ ($\sigma_T = 610$ МПа — предел текучести стали М76). Опыты показали, что все образцы, выдержанные под воздействием этой нагрузки 24 ч, не разрушились.

Из рис. 2 следует, что релаксация напряжений в ЗТВ стали М76 осуществляется вследствие микропластических де-

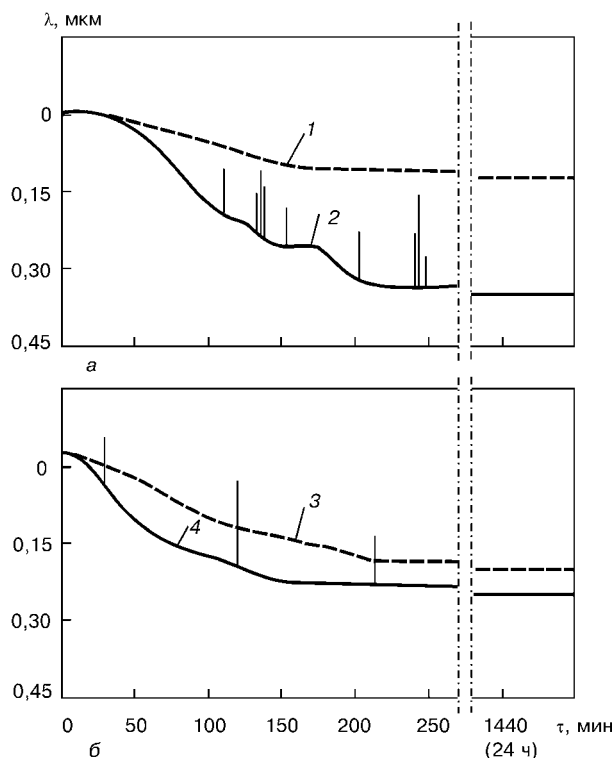


Рис. 2. Сопротивляемость металла ЗТВ стали М76 образованию отколов после наплавки проволоками типа ГСМФ (а) и ТГМ (б) на следующих погонных энергиях: 1 — 32,3; 2 — 15,1; 3 — 24,7; 4 — 11,6 кДж/см



Влияние погонной энергии и термических циклов на сопротивляемость образцов из стали М76 образованию холодных трещин

№ образца	Проволока	Валик	v_n , м/ч	Q_1 , кДж/см	$\omega_{\Sigma 2}$, °С/с	$A_{\Sigma 2}$, Дж/м ²	Сигналы АЭ
1	ТГМ	Нижний	17,2	24,7	1,4	—	Нет
		Верхний	36,8	11,6	1,2		
2	ТГМ	Нижний	36,8	11,6	2,9	72,7	Есть
		Верхний	36,8	11,6	1,7		
3	ГСМФ	Нижний	17,2	32,3	1,3	—	Нет
		Верхний	36,8	15,1	1,0		
4	ГСМФ	Нижний	36,8	15,1	2,3	163,3	Есть
		Верхний	36,8	15,1	1,2		

Примечание. Остальные параметры режима наплавки для ТГ — $I = 450...460$ А, $U = 26$ В, открытая дуга; для ГСМФ — $I = 450...460$ А, $U = 34$ В, флюс АН-26П.

формаций. В образцах № 1 и 3, где нижний валик наплавлен на повышенной погонной энергии, релаксация происходит в более благоприятных условиях. Релаксация напряжений в ЗТВ образцов № 2 и 4, наплавленных при пониженной погонной энергии, осуществляется в менее благоприятных, но вполне приемлемых условиях. Перемещения при деформации здесь больше и сопровождаются зарождением микротрещин, что, однако, не приводит к их росту и образованию макродефектов. Зарождение микротрещин улавливалось пьезодатчиком и отмечено на кривых 2 и 4 сигналами акустической эмиссии различной амплитуды.

The feasibility of hardfacing of tram rails without preheating using ferritic wires of TGM and GSMF types was studied. It was established that in hardfacing at optimum conditions the cold cracks in rail HAZ metal and deposited metal are not formed. The results obtained were confirmed by testing samples using the improved implant method.

Поступила в редакцию 29.05.2002

Разработано в ИЭС

РЕЗОНАНСНЫЙ СВАРОЧНЫЙ ИСТОЧНИК С КОМБИНИРОВАННОЙ ВНЕШНЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ (РДК-300)

Устройство РДК-300 представляет собой сварочный аппарат, предназначенный для ММА сварки в диапазоне токов 50...300 А. Выполнено оно по двухмодульной структуре. Сочетание этих двух модулей позволяет получить комбинированную внешнюю характеристику с широкими пределами регулирования сварочного тока. Подход, основанный на многоканальном преобразовании энергетического потока, позволяет существенно улучшить эффективность сварочного оборудования.

Применение принципа резервирования емкостного реактора в значительной степени повышает надежность устройства и позволяет достигнуть продолжительности нагрузки ПН ≥ 60 %.

Использование резонансного принципа преобразования энергетического потока (резонанс напряжений во вторичном контуре) обеспечивает высокие сварочно-технологические свойства этого класса оборудования при достаточно низком напряжении холостого хода (36...42 В), что гарантирует наибольшую электробезопасность и позволяет рекомендовать их для использования в полевых условиях.

Применение во вторичной цепи резонансного контура с высокими избирательными свойствами приводит к тому, что

уровень электромагнитных помех, генерируемых в питающую сеть и окружающее пространство, ниже на порядок по сравнению со всеми другими типами сварочных аппаратов. По своей сути емкостные реакторы, которые составляют основу резонансных сварочных аппаратов, являются продольными конденсаторами реактивной мощности, поэтому коэффициент мощности $\cos \phi$ составляет 0,95...0,98.

Аппарат выпускается в трех модификациях: для сварки на переменном токе (модель М1), постоянном (М2) и вариант универсального исполнения — сварка на переменном и постоянном

