



УДК 621.791.3

Зворыкина А.К., Стреленко Н.М.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт».

Украина, г. Киев

ОСОБЕННОСТИ ДУГОВОЙ ПАЙКИ ТОНКОЛИСТОВОЙ ОЦИНКОВАННОЙ СТАЛИ

Проведен анализ факторов и процессов, определяющих остаточный уровень антикоррозионной защиты в околошовной зоне паяного соединения из тонколистовой оцинкованной стали. На основе инновационных технологий дуговой пайки в среде инертных газов методом MIG и СМТ установлены области нахлесточного паяного соединения, которые подвержены частичному выгоранию антикоррозионного цинкового покрытия.

Ключевые слова: дуговая пайка в среде инертных газов; оцинкованная сталь; антикоррозионное покрытие; нахлесточное паяное соединение

Современные требования по защите металлов от коррозии во время работы и после нее, для широкой номенклатуры изделий в таких областях, как строительство, автомобилестроение, монтаж систем вентиляции, кондиционирования и охлаждения, производство легких металлоконструкций, кровли и элементов фасадов, дымоходов и корпусов электрооборудования, все больше сводятся к применению материалов, уже покрытых защитным слоем. Новейшие технологии нанесения антикоррозионного цинкового слоя толщиной 1...60 мкм обеспечивают катодную защиту от коррозии, которая остается эффективной на продолжительный срок эксплуатации и даже при наружном механическом повреждении.

В производстве для изготовления конструкций из оцинкованной стали традиционно используется два вида сварки: точечная контактная сварка электросопротивлением и дуговая сварка в защитном газе плавящимся электродом (MIG/MAG). Оба эти вида сварки решают вопрос соединения сталей, но

возникают трудности, которые приводят к ухудшению механических свойств и внешнего вида шва, и, самое главное, – к разрушению защитного антикоррозионного слоя в месте сварки, поскольку перегрев металла испаряет цинковую защиту. Использование традиционной технологии полуавтоматической MIG-сварки для оцинкованной стали за счет разницы физических свойств основного металла и металла покрытия приводит к испарению цинка по краям сварного шва (при температуре 907°C), что не только способствует образованию пор, трещин и прочих дефектов сварных соединений, а и нестабильному горению сварочной дуги.

В большинстве случаев решением проблемы по обеспечению коррозионной стойкости неразъемных соединений из оцинкованной тонколистовой стали есть замена полуавтоматической MIG-сварки методом MIG-пайки.

Инновационные технологии дуговой пайки в среде защитных газов [1] предусматривают возможность управления процессом переноса электро-

дно металла в ванну расплавленного припоя, а также дозированное вложение тепла, что позволяет не перегревать основной металл, учитывая температуру кипения цинка и термическую деформацию. Это возможно за счет использования программируемых источников питания, которые позволяют обеспечить устойчивое горение дуги на токах, начиная с 30...40 А, модуляции тока высокой частоты и пропускания импульсов тока в те периоды времени, когда анодом является паяное изделие.

В процессе MIG-пайки за счет более низкого тепловложения оцинкованное покрытие незначительно окисляется, и сохраняет достаточную толщину защитного антикоррозионного слоя. Кроме того, из-за низкой температуры плавления используемых припоев, пайка может быть проведена короткой дугой либо с использованием импульсной дуги. При MIG-пайке наблюдалось частичное плавление слоя цинка (419°C), что позволяет цинку образовать сплав с припоем, который благоприятно влияет на формирование паяно шва.

На основе исследования дуговой сварки и пайки оцинкованных узлов теплотрасс и их коррозионной стойкости авторами работы [2] показано, что использование электродных стальных проволок при сварке оцинкованной низкоуглеродистой стали приводит к образованию вдоль шва области поврежденного цинкового покрытия, которая на порядок больше чем при использовании электродных мед-

ных проволок. Применение электродных проволок на основе алюминия, не повреждает антикоррозионное покрытие, но приводит к образованию в сварном шве хрупких интерметаллидных соединений.

Для обеспечения требуемого уровня коррозионной стойкости паяных изделий из оцинкованной стали необходим анализ и обоснование достаточности толщины остаточного слоя антикоррозионного покрытия в околосшовной зоне.

Для изучения остаточного слоя антикоррозионного покрытия на примере нахлесточного соединения из тонколистовой оцинкованной стали проводились исследования совместно с ООО «Фрониус Украина».

Опытный образец паяного соединения изготавливался из оцинкованной стали Ст. 3 толщиной 1,6 мм, цинк марки ЦО согласно ГОСТ 3640-79 нормальной точности прокатки Б, первого класса цинкового покрытия толщиной 30 мкм по ГОСТ 14918-80 (рис 1, а). Пайка образцов выполнялась по технологии дуговой пайки в среде инертных газов методом MIG (Metal Inert Gas) и CMT (Cold Metal Transfer) на сварочном оборудовании «Fronius»: источник сварочного тока Trans Puls Synergic 5000 CMT, сварочная горелка Robacta Drive CMT и блок подачи проволоки VR 7000 CMT. Диапазон режимов дуговой пайки методом MIG и CMT нахлесточных соединений приведен в табл. 1.

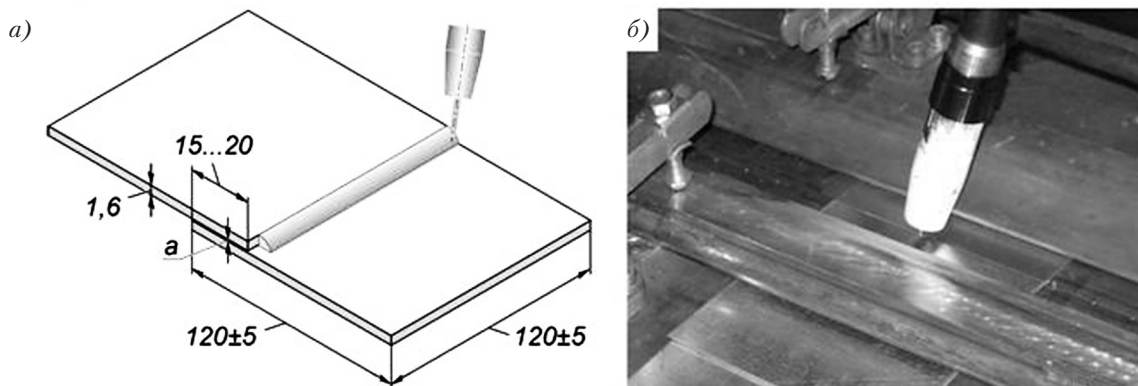


Рис. 1. Опытный образец паяного соединения: а – эскиз сборки деталей нахлесточного соединения (а – зазор между пластинами, мм), б – фото сборки нахлесточного соединения

Таблица 1

Диапазон режимов дуговой пайки в среде инертных газов методом MIG и CMT

Параметр	Диапазон данных	
	CMT	MIG
Ток I, А	30...75	40...80
Напряжение U, В	8...18	16...21
Скорость подачи проволоки $v_{\text{под.пр}}$, м/мин	3–10	8–10
Скорость пайки $v_{\text{пайки}}$, см/мин	60–130	130–170

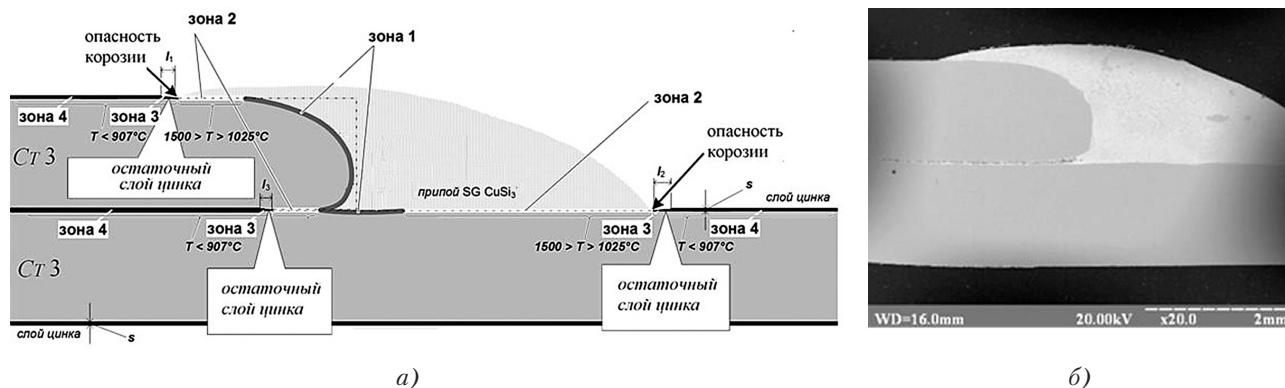


Рис. 2. Схема паяного нахлесточного соединения из оцинкованной стали (а) микроизображение поперечного сечения паяного шва (б)

Проведены исследования микроструктуры и химического состава полученных паянных соединений на растровом электронном микроскопе «РЭМ – 106 И» (рис. 2, б) и установлено наличие в основе паяного шва определенного концентрационного диапазона элементов, которые входят в состав как припоя Cu (92...97%) и до 1% Si так и основного металла с антикоррозионным покрытием Zn (2...8%). Формирование прочного паяного шва в соединении внахлест из тонколистовой оцинкованной стали осуществляется за счет необходимого уровня диффузионных процессов на межфазной границе взаимодействия жидкого припоя и основного металла, адгезии припоя на поверхности основного металла.

Инновационные синергетические технологии дуговой пайки позволяют сохранить коррозионную защиту околошовной зоны на необходимом уровне благодаря ограниченному (кратковременному) тепловому воздействию жидкого медного припоя на цинковый слой, после частичного испарения которого остается достаточная толщина для сохранения способности создавать электрохимическую защиту поверхности металла.

На поверхности паяного шва нахлесточного соединения из тонколистовой оцинкованной стали можно выделить четыре характерные зоны (рис. 2): 1 – зона сплавления цинкового покрытия основного металла и припоя; 2 – зона адгезионного взаимодействия основного металла и припоя; 3 – зона теплового воздействия жидкого припоя на антикоррозионное цинковое покрытие (зона истонченного цинкового слоя за счет испарения цинка); 4 – цельное антикоррозионное покрытие оцинкованной стали.

Зона 1 образуется в результате частичного оплавления при пайке антикоррозионного цинкового покрытия основного металла. Металлургические сплавы, которые образовались в результате взаимодействия жидкого припоя в виде кремнистой бронзы и оплавленного цинкового слоя харак-

теризуются высокими механическими, технологическими и коррозионными свойствами [3].

В области 2 преобладают адгезионные процессы на границе взаимодействия жидкого припоя и основного металла. Опасной областью с точки зрения целостности антикоррозионного покрытия является зона 3, которая начинается на границе, где завершилось растекание расплавленного припоя на поверхности соединяемых деталей, и цинковый слой подвергается частичному испарению. В зависимости от времени пребывания под воздействием высоких температур ширина области l_1 , l_2 , l_3 зоны 3 может варьироваться в значительных пределах.

Использование синергетических технологий в дуговой пайке в инертных газах позволяет снижать объём теплового воздействия на основной металл, что приводит к уменьшению испарений цинкового слоя и, в последствии, обеспечивает сохранение необходимой толщины остаточного антикоррозионного слоя.

Выводы

На основе проведенного литературного анализа и экспериментальных исследований паянных нахлесточных швов, полученных дуговой пайкой в среде инертных газов методом MIG и СМТ установлены особенности процессов, определяющие возможность выгорания антикоррозионного цинкового покрытия с поверхности основного металла. Предложена схема уровня остаточного антикоррозионного покрытия в околошовной зоне паянных нахлесточных соединений из оцинкованной стали.

Технология дуговой пайки в инертных газах тонколистовой оцинкованной стали позволяет обеспечить коррозионно защиту за счет минимизации зоны испарения цинка, при одновременном сохранении прочности соединения.

Литература

- [1] Arc brazing – Innovative, safe and economical, Norbert Knopp, Mündersbach and Robert Killing, Solingen, Germany, © 2003 EWM HIGHTEC WELDING.
- [2] А. В. Лупачёв, С. К. Павлюк Дуговая сварка и пайка оцинкованных узлов теплотрасс и их коррозионная стойкость/ Промышленность. Прикладные науки. Машиностроение. – 2011. – №3. – С.21–27.
- [3] Симириягин А.П. Симириягина Н.А., Белова А.В., М. Промышленные цветные металлы и сплавы. 3-е изд. «Металлургия», 1974, с 488.

Zvorykina A. C., Strelenko N.M.

National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute". Ukraine, Kiev

FEATURES OF THE ARC SOLDERING OF THIN-SHEET GALVANIZED STEEL

The analysis of the factors and processes determining the residual level of anticorrosive protection in an okoloshovny zone of solder connection from thin-sheet galvanized steel is carried out. On the basis of innovative technologies of the arc soldering in the environment of inert gases the MIG and CMT method established areas of nakhlestochny solder connection which are subject to partial burning out of an anticorrosive zinc covering.

Keywords: the arc soldering in the environment of inert gases, galvanized steel, an anticorrosive covering, solder connection

References

- [1] Arc brazing - Innovative, safe and economical, Norbert Knopp, Mündersbach and Robert Killing, Solingen, Germany, © 2003 EWM HIGHTEC WELDING.
- [2] A. V. Lupachov, S. K. Pavlyuk Dugovaya svarka i payka otsinkovannykh uzlov teplotrass i ikh korroziyonnaya stoykost/ Promyshlennost. Prikladnyye nauki. Mashinostroyeniye. – 2011. - №3. – S.21-27.
- [3] Simiryagin A.P. Simiryagina N.A., Belova A.V., M. Promyshlennyye tsvetnyye metally i splavy. 3-ye izd. «Metallurgiya», 1974, p. 488.