



УДК 621.791.76.03

СЕРИЯ МАШИН «ЧАЙКА» ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ, ПРОВОЛОК И СТЕРЖНЕЙ

В. Г. ЧАЙКА, Б. И. ВОЛОХАТЮК, Д. В. ЧАЙКА, инженеры (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Рассмотрены особенности существующих технологий контактной стыковой сварки сопротивлением и оплавлением ленточных пил, прутков и проволок. Отмечены современные производители машин и недостатки, присущие их использованию. Описаны преимущества новой серии машин «Чайка».

Ключевые слова: контактная сварка, сварка оплавлением, сварка сопротивлением, пилы, ленточные ножи, прутки, проволоки, недостатки машин, новая серия машин, преимущества

К настоящему времени назрела необходимость рассмотрения в печати особенностей применения машин для контактной стыковой сварки ленточных пил, проволок и стержней. Необходимость обусловлена тем, что, предлагая к реализации оборудование, продавец не предоставляет в нужной мере его характеристики, особенности и различия существующих технологий сварки. В итоге потребитель очень часто бывает не удовлетворен результатами его использования. Поэтому назрела необходимость прояснить эти вопросы.

Стыковая сварка включает нагрев торцов деталей и их осадку. По видам нагрева различают два способа контактной стыковой сварки — сопротивлением и оплавлением, которые отличаются как по сложности конструкции сварочных машин, реализующих эти технологии, так и по качеству получаемых соединений [1]. В машинах для сварки сопротивлением подвижный зажим обычно приводится в движение усилием пружины, а в машинах для сварки оплавлением — специальным приводом (электрическим, пневматическим, гидравлическим и др.), который отвечает за программу изменения скорости при оплавлении и осадке.

При контактной сварке сопротивлением детали предварительно сжимают с заданным усилием, а затем включают сварочный трансформатор. По деталям протекает сварочный ток и зона стыка постепенно нагревается до температуры, близкой к температуре плавления. Торцы деталей размягчаются и под действием приложенного усилия пружины происходит их осадка. Детали деформируются в стыке, формируется физический контакт и образуется соединение. Сварочный ток выключается в процессе осадки. Нагрев сопротивлением деталей, особенно таких, как ленточные пилы, происходит очень неравномерно из-за

случайного расположения участков контактирования, что является основной проблемой при сварке сопротивлением. Заметим, что равномерность нагрева зависит и от конструкции вторичного контура сварочной машины, при расположении зажимов лент не симметрично по отношению к оси сварочного трансформатора она ухудшается. Неравномерность нагрева возрастает с увеличением ширины свариваемых лент, и обеспечить распределенный равномерный контакт вдоль стыка лент шириной более 20 мм невозможно. В торцах лент, установленных в зажимы сварочной машины, контакт традиционно образуется с одной стороны стыка. В процессе сварки участок первоначального контактирования в течение более длительного периода времени подвергается термическому воздействию и нагревается до более высоких температур, что приводит к перегреву металла на данном участке со всеми вытекающими из этого последствиями — ростом зерен, выделением примесей по границам зерен и др. Пластические и прочностные свойства металла данной зоны снижаются, и улучшить их высоким отпусканием невозможно.

Обеспечение равномерного нагрева и соответствующего температурного поля — это только первое условие успешного процесса сварки. Второе условие включает формирование сварного соединения в процессе пластической деформации нагретых торцов во время осадки. На процесс образования сварного соединения при стыковой сварке решающее влияние оказывают оксидные пленки на торцевой поверхности деталей, которые затрудняют межатомное взаимодействие и препятствуют формированию прочных металлических связей. При сварке сопротивлением в процессе осадки происходит лишь частичное разрушение и удаление оксидов, что определяет относительно низкую пластичность получаемых соединений.

Машины для контактной стыковой сварки сопротивлением достаточно широко распространены благодаря простоте и низкой цене. Их использование оправдано в тех случаях, когда к сварным



соединениям не предъявляют жестких требований. На рынке предлагаются такие машины для сварки пил сопротивлением, как IDEAL BSS-016, BSS-025 (Германия), G20-40 GRIGGIO (Италия), SM-60 (Китай) и др., а также их копии САП-40, Г-45 (Украина), САКС-051, УСЛ-50 (Россия). Это по сути одни и те же машины, которые изначально были предназначены для сварки пил шириной до 20 мм. Вследствие малого спроса на машины из-за ограничения ширины свариваемых лент поставщики их переоборудуют на использование зажимов для сварки лент шириной 40, 50 и даже 60 мм (необоснованно с точки зрения возможностей технологии сварки сопротивлением и в ущерб качеству сварки).

При сварке оплавлением вначале на детали подают напряжение от сварочного трансформатора, а затем их сближают с заданной скоростью. В результате чего между деталями непрерывно возникают и разрушаются электрические контакты, торцы оплавляются до получения на них сплошного слоя жидкого металла. Затем скорость сближения деталей резко увеличивается, торцы смыкаются и в результате осадки образуется сварное соединение [2]. Ток выключается во время осадки деталей. Для процесса оплавления характерны высокие локальные плотности тока в контактах и малая средняя плотность тока (значительно ниже, чем при сварке сопротивлением). Механизм нагрева при оплавлении можно представить следующим образом. В процессе сближения деталей между участками поверхности торцов образуются электрические контакты. Вследствие большой плотности тока металл контактов быстро нагревается и взрывообразно разрушается. Одновременное и многократное образование и разрушение контактов происходит по всей площади поперечного сечения стыка, что обеспечивает его равномерный нагрев. В течение последующей осадки происходит удаление из торцов оксидов и формирование металлических связей в зоне соединения. Механические свойства таких соединений значительно выше, чем при сварке сопротивлением, хотя и в данном процессе есть резервы их улучшения. Повышение скорости закрытия искрового зазора и скорости осадки позволит обеспечить получение более мелкозернистой структуры и дополнительное снижение содержания оксидов в металле шва. Скорость растет с увеличением усилия осадки и уменьшением массы подвижного зажима. Однако увеличить скорость на существующем оборудовании затруднительно, так как большие усилия осадки приводят к потере устойчивости торцов лент, а масса подвижного зажима не может быть изменена. Особенно мала скорость осадки при сварке сечений, которые являются минимальными для сварочной машины (из-за малых усилий осадки). Кроме того, повы-

шение скорости крайне желательно при сварке сложносвариваемых сталей и сплавов. К таким сталям относятся пружинные и быстрорежущие стали, из которых изготовлены биметаллические пилы и на которых, как известно, получить стабильное качество сварки на существующих машинах задача трудновыполнимая.

Одной из главных характеристик процесса оплавления является его устойчивость, которая обеспечивается 3...5-кратным запасом электрической мощности машины [3]. При большой мощности даже кратковременный срыв оплавления с переходом на нагрев сопротивлением (кратковременное короткое замыкание) приводит к резкому увеличению тока и перегреву металла в зоне соединения. Поэтому разработка сварочных машин с меньшим запасом электрической мощности, обеспечивающих высокое и стабильное качество соединений, весьма актуальна.

Предлагаемые на рынке машины для контактной стыковой сварки оплавлением IDEAL BAS-050, BAS-060 и др. (Германия), FULGOR FW400, (Италия), FL50 (Россия) выполнены по традиционной однотипной схеме и в основном отличаются друг от друга мощностью и внешним видом. Машины украинских производителей Г-22 и облагороженная внешне, но ухудшенная по жесткости конструкции ее копия МС4 — тяжелые, не надежные и не отвечают настоящему времени.

Наиболее широко используются, несмотря на высокую стоимость, машины фирмы «IDEAL» (Германия), поскольку позволяют получать стабильное качество сварки. Машины доступны, так как выпускаются серийно, могут комплектоваться пирометрами для автоматического поддержания температуры при термообработке, что часто является аргументом в пользу их выбора. Хотя, по нашему мнению, этот аргумент является ошибочным и вот почему. Поскольку автоматическая система термообработки, включающая пирометр, измеряет и поддерживает температуру в точке (приблизительно на площади 1 мм²), необходимо, чтобы при термообработке температура металла по ширине ленты была одинаковой. На практике равномерный нагрев и соответственно удовлетворительная работа автоматической системы термообработки зависят от качества подвода электрического тока, которое сохраняется лишь для ограниченного количества сварок. Поэтому производитель рекомендует снимать токоподводящие губки с машины и производить их шлифовку на шлифовальном станке через каждые 10...20 сварок (в зависимости от ширины свариваемых лент). С увеличением количества сварок токоподвод недопустимо загрязняется, и равномерность нагрева ленты ухудшается (неравномерность нагрева может достигать 120 °С) (рис. 1). В этом случае машина будет выполнять термообработку стыка по

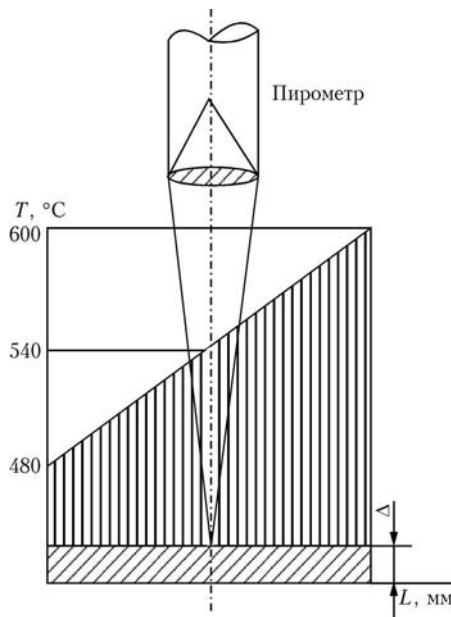


Рис. 1. Схема распределения температуры вдоль шва при термообработке (L, Δ — ширина и толщина ленты, мм)

измерениям пирометра для 540 °С. При этом реальное распределение температуры в шве не будет соответствовать показаниям пирометра, что скажется на качестве соединения. Поэтому, по нашему мнению, наиболее рационально выполнять термообработку вручную, визуально оценивая усредненную температуру стыка. В зависимости от неравномерности нагрева сварщик сможет корректировать как температуру, так и длительность нагрева. Неравномерность нагрева не должна быть очень большой, токоподводы необходимо шлифовать, но с большей периодичностью. По нашим наблюдениям, в процессе обучения сварщик достигает приемлемой квалификации уже в течение первого дня обучения.

Существующие контактные машины для сварки сопротивлением и оплавлением исчерпали свои технологические возможности по улучше-



Рис. 2. Машина МКССО-60Б для сварки ленточных пил

нию качества сварки ленточных пил и имеют следующие недостатки:

а) обеспечение устойчивости оплавления путем повышения запаса электрической мощности при срыве оплавления и кратковременных коротких замыканиях приводит к резкому увеличению тока сварки и к перегреву металла в зоне соединения;

б) расположение зажимов свариваемых деталей несимметричное по отношению к оси сварочного трансформатора не обеспечивает равномерного нагрева лент при термообработке (электромагнитное поле трансформатора смещает линии тока);

в) большие массы подвижных зажимов обуславливают малые скорости осадки при сварке лент меньших сечений и соответственно низкое качество сварки;

г) процесс оплавления сопровождается выделением большого количества частиц металла в виде брызг и аэрозоли. Поэтому во всех сварочных машинах чрезвычайно уязвимы подшипники каретки подвижного зажима и поверхности медных токоподводящих губок. Для шлифовки то-

Технические характеристики машин для контактной стыковой сварки оплавлением «Чайка»*

Машина	Максимальный первичный ток (при сварке), А	Ширина/толщина свариваемых лент, мм	Диаметры свариваемых проволок и стержней из низкоуглеродистых сталей, мм	Количество сварок (лент) в час	Время сварки, с	Напряжение сварки, В	Усилие осадки, Н	Масса, кг
МКССО-40БУ	10	$\frac{10...40}{0,6...1,3}$	1,0...8,0	30...40	0,9...2,0	2,8...3,2	200...400	105
МКССО-60	15	$\frac{20...60}{0,7...1,3}$	1,5...9,0	30...40	1,0...2,0	2,8...3,4	200...700	105
МКССО-60Б	15	$\frac{10...60}{0,6...1,3}$	1,5...9,0	30...40	1,0...2,2	2,8...3,4	200...700	105
МКССО-80	20	$\frac{30...80}{0,8...1,2}$	3,5...12,0	10...40	1,5...2,5	2,9...3,8	400...1200	125

* Во всех представленных машинах первичное напряжение сети 380 В, охлаждение водяное автономное, регулировка термообработки плавная, габаритные размеры 280×540×430 мм.



коподводов необходимо их снятие со сварочной машины.

С учетом всех перечисленных недостатков была разработана и внедрена в производство серия машин для стыковой сварки оплавлением [4]. Основные особенности разработанных машин следующие:

1) привод оплавления пружинно-гидравлический (без гидростанции). Привод осадки пружинный с динамической регулировкой усилия непосредственно в процессе осадки;

2) максимальная (заложена в конструкцию) скорость при закрытии искрового зазора и в процессе осадки при сварке всех сечений на всех режимах сварки;

3) каретка подвижного зажима не имеет трущихся частей (не имеет подшипников) и не требует специального обслуживания в процессе эксплуатации машины;

4) зажимы лент раскрываются таким образом, что обеспечивают полный доступ к токоподводящим губкам для их очистки после каждой сварки;

5) взвод силовой пружины, управление циклом сварки, регулировка температуры при термообработке, т.е. полное управление машиной осуществляется одним рычагом (нет кнопок управления);

6) трансформатор сконструирован с учетом обеспечения устойчивого оплавления при мини-

Peculiarities of available technologies for resistance and flash butt welding of band saws, rods and wires are considered. Current manufacturers of machines and characteristic drawbacks of their application are noted. Advantages of a new series of the «Chaika» machines are described.

мальном запасе мощности, потери мощности от магнитных потоков рассеяния сведены к минимуму.

Технические характеристики машин для контактной стыковой сварки оплавлением «Чайка» приведены в таблице, внешний вид машины МКССО-60Б — на рис. 2. Разработанное оборудование запатентовано и сертифицировано, имеет высокую надежность и обеспечивает стабильное качество сварных соединений как прутков и проволок, так и ленточных пил. В процессе ее эксплуатации установлено, что процент брака при сварке биметаллических пил фирмы FENES, ВАНСО и EBERLE по сравнению со сваркой на машине BAS-050 снизился в четыре раза и составил 0,5 %.

1. Орлов Б. Д., Чакалев А. А., Дмитриев А. Л. Технология и оборудование контактной сварки: Учебник / Под общ. ред. Б. Д. Орлова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1986. — 352 с.
2. Кучук-Яценко С. И., Лебедев В. К. Контактная стыковая сварка непрерывным оплавлением. — Киев: Наук. думка, 1976. — 328 с.
3. Патон Б. Е., Лебедев В. К. Электрооборудование для контактной сварки. Элементы теории. — М.: Машиностроение, 1969. — 440 с.
4. Пат. 77255. Машина для контактной стыковой сварки оплавлением «ЧАЙКА» / В. Г. Чайка. — Опубл. 15.02.2006; Бюл. № 11.

Поступила в редакцию 17.07.2008

НОВАЯ КНИГА

Троицкий В. А. Пособие по радиографии сварных соединений. — Киев: Феникс, 2008. — 312 с.

В пособии обобщен практический опыт специалистов Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины в области радиационного контроля, содержатся рекомендации, необходимые при повышении квалификации специалистов, выполняющих радиографический контроль. Рассмотрены различные вариации цифровой радиографии, приведены сведения о новых стандартах, гармонизированных с европейскими, даны рекомендации по выбору источников излучения, выполнен анализ многочисленных излучателей, применяемых для контроля качества сварных соединений. Даны понятия автоматизации процесса расшифровки радиограмм, цифровой радиографии, классности сварных соединений и критерии их балльной оценки.

Приведены примеры характерных радиограмм, результаты их расшифровки, а также вопросы для самоподготовки и рекомендуемая литература.

Настоящее пособие будет полезно дефектоскопистам, специализирующимся в области радиографии, в их практической работе.

