

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ ТОНКОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

Кузнецов Н.Е., Гусаров Д.Е.

Научный руководитель: Павлов Н.В. спец. по УМР

Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета
pavlin123@rambler.ru

Введение

Современные требования к качеству металлических изделий и конструкций промышленных производств с одновременным снижением массогабаритных размеров обуславливают тенденцию использования тонких металлов.

Наиболее распространенными отраслями применения тонколистового металла является авиационная, химическая и пищевая промышленности. Основными трудностями, препятствующими широкому использованию тонколистового металла при производстве сварных металлоконструкций, являются:

- проваливание сварочной ванны;
- достаточно малые скорости сварки.

Это в свою очередь, негативно влияет на производительность, материальные затраты на производство и, наконец, на себестоимость изделия.

Проблемой сварки тонколистового материала в разное время занимались А.В. Петров, В.И. Столбов, Г.А. Славин, И.М. Жданов, В.В. Лысак, Б.В. Медко.

В последние годы сварка плавлением тонколистовых материалов развивается по линии применения высококонцентрированных источников тепла [1].

Одним из таких способов является сварка с импульсной подачей электродной проволоки (ИПЭП).

При данном способе обеспечивается увеличение в 2–3 раза скорости кристаллизации сварочной ванны вследствие нестационарного энергетического воздействия источника нагрева на сварочную ванну, уменьшающего температуру расплавленного металла [2].

В качестве защиты при сварке использовалась смесь газов в соотношении $Ar(70\% \pm 3\%) + CO_2(30\% \pm 3\%)$ [3]. Наличие аргона позволит обеспечить концентрированный источник теплоты, а добавление углекислого газа обеспечит проплавление основного металла с одновременным снижением себестоимости изготовления конструкции [4].

Однако, данный способ сварки тонколистового металла не находит широкого применения из-за существенных отличий методик расчета параметров шва, в связи с их разработкой для условий сварки с постоянной подачей электродной проволоки.

Поэтому актуальной задачей являлось адаптации существующих уравнений расчета и создание программного обеспечения для автоматизированного расчета параметров процесса сварки с нестационарным движением электродной проволоки в смеси газов.

Основная часть

Для сварки с ИПЭП в смеси газов математическая модель формы шва должна устанавливать зависимость размеров стыкового шва и наплавленного валика от параметров режима сварки (среднее значение тока I , напряжение на дуге U_0 , скорость сварки $V_{св}$), а также параметров ИПЭП (L – расстояние между захватами, f – частота импульсного перемещения электродной проволоки).

Для решения поставленной задачи целесообразно выбрать метод детерминированно-статистического моделирования (описанный в работе И.Ф. Коринеца и Цзи Чжень Чуна) [5] и получить уравнения расчета, сочетающие преимущества детерминированных (отражение физических процессов и универсальность) и статистических моделей (простота и высокая точность).

В результате были получены адаптированные зависимости размеров шва от параметров сварки и параметров ИПЭП оказывающие наибольшее влияние на процесс получения и формирования сварного соединения.

Параметры удельной теплоемкости, плотности и температуры плавления свариваемого металла в адаптируемой модели приведены к усредненному значению и приняты как постоянные (согласно теории Н.Н. Рыкалина).

Зависимость размеров шва представляется в виде показательных функций:

$$e = \frac{I^{5,08} \cdot U_{д}^{3,528}}{f^{5,391} \cdot L^{0,708} \cdot V^{0,743}}, \text{ мм} \quad (1)$$

$$h = \frac{I^{0,02} \cdot U_{д}^{0,411}}{f^{0,061} \cdot L^{0,096} \cdot V^{0,071}}, \text{ мм} \quad (2)$$

$$g = \frac{I^{3,35} \cdot U_{д}^{0,44}}{f^{0,53} \cdot L^{2,09} \cdot V^{2,24}}, \text{ мм} \quad (3)$$

где h – глубина проплавления, мм; e – ширина шва, мм; g – усиление шва, мм.

Стоит отметить, что полученные уравнения расчета позволят производить обратную задачу, рассчитывать режимы сварки на основе требуемых геометрических размеров сварного шва.

На основе этих уравнений была разработана программа по расчёту параметров шва тонколистового металла.

Внешний вид приложения «Расчет параметров шва тонколистового металла» представлен на рисунке 1.

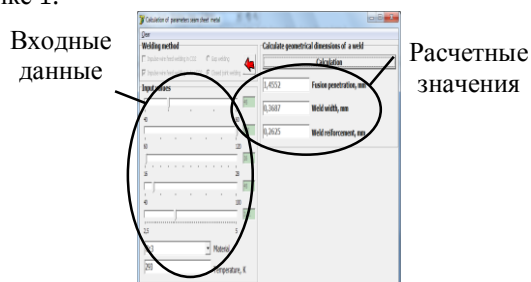


Рис. 1. Приложение «Расчет параметров шва тонколистового металла»

Проверка адекватности полученных зависимостей (1)...(3) для процесса сварки с импульсной подачей электродной проволоки выполнена при сварке серии образцов. В состав экспериментальной установки входили: автоматическая сварочная головка ГСП-2, укомплектованная механизмом импульсной подачи электродной проволоки (рисунок 3); источник питания ВС-300Б.

Для исследования использовались пластины из стали Ст3 (толщиной 2 мм). Сварка проводилась проволокой Св-08ГСМТО (диаметром 0,8 мм).

После сварки были вырезаны поперечные образцы, протравлены и выполнены измерения геометрических параметров шва. Результаты расчетных и экспериментальных данных представлены в таблице 1.

Сравнение расчетных данных с экспериментальными показало, что погрешность при определении глубины проплавления и ширины шва составила 3-4 %, усиления шва – 6-7 %.

Заключение

Разработаны адаптированные зависимости размеров шва (глубины проплавления – h , ширины шва – e и усиления шва – g) от параметров режима сварки (среднее значение тока – I , напряжения на дуге – U_0 , скорости сварки – $V_{св}$, частоты импульсного перемещения электродной проволоки – f и расстояния между захватами – L). Сравнение расчетных данных с экспериментальными показало, что погрешность при определении глубины проплавления и ширины шва составила 3-4 %, усиления шва – 6-7 %. Полученные показательные функции были использованы при разработке компьютерного приложения «Расчет параметров шва тонколистового металла», позволяющего прогнозировать форму шва при сварке с ИПЭП.

Таблица 1. Сравнение экспериментальных и расчетных размеров шва

№, п/п	Режимы сварки					Размеры шва, мм						Относительная погрешность, %		
	I, А	U, В	f, Гц	L, мм	V, мм/с	h		e		g		Δh	Δe	Δg
						рас.	экс.	рас.	экс.	рас.	экс.			
1	45	16	120	125	3,31	1,45	1,48	0,37	0,39	0,26	0,27	2	5,1	3,7
2	42,5	22	120	125	3,29	1,65	1,71	0,84	0,82	0,25	0,24	3,6	2,4	4
3	42,5	24	120	125	3,28	1,71	1,61	1,15	1,11	0,26	0,24	5,8	3,5	7,7
4	40	18	120	125	3,30	1,52	1,57	0,30	0,28	0,27	0,26	3,3	6,6	3,7
5	42,5	16	115	130	3,31	1,45	1,48	0,34	0,33	0,20	0,21	2,1	2,9	4,7
6	42,5	18	115	130	3,29	1,52	1,51	0,52	0,54	0,22	0,21	1	3,7	4,5

Список использованных источников

1. Zasyd'ko I.Z., Korinecy I.P. Welding of thin-sheet constructions // Research Bulletin of NTUU "KPI", 2010, №5, P. 81-87.
2. Крюков А.В., Павлов Н.В., Зеленковский А.А. Особенности сварки с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство. –2013. –№5. –С. 37 – 39.
- 3 Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов // Сварочное производство. –2010. –№4. –С. 27 – 28.
- 4 Языков Ю.Ф., Алексина И.В. Преимущества сварки в защитных газовых смесях // Сварочное производство. –2008. –№9. –С. 29 – 30.
5. Коринец И.Ф., Цзи Чжень Чун. Детерминированно-статистическая модель формы

шва при дуговой сварке// Автоматическая сварка. – 2001. - №10. С.44 – 47.