

УДК 621.791.75.01

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ МНОГОДУГОВОЙ СВАРКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

А.М. Уланов, М.А. Иванов

Многодуговая сварка под флюсом используется для сварки больших толщин и протяженных швов труб большого диаметра. В данной статье рассмотрена методика увеличения скорости сварки при производстве труб большого диаметра. На примере расчета параметров режима четырехдуговой сварки в математической модели, заложенной в основу программного комплекса «WeldCalc» подробно изложена последовательность действий. Во-первых, проводится подстройка математической модели под существующий режим. В данной статье проводится подстройка под данные сварки лабораторного образца толщиной 27,7 мм; с микрошлифа полученного сварного соединения снимаются геометрические размеры сварного шва (площадь сварного шва в частности). Исходные данные заносятся в программный комплекс «WeldCalc» и выполненный расчет проверяется по соответствию расчетной параметрам (погонной энергии сварки) с реальными значениями сварки образца. При несовпадении значений погонной энергии сварки проводится корректировка входных данных. Корректировка данных и подстройка математической модели происходит по коэффициентам долей участия каждой из дуг и коэффициентам напряжений K_u для каждой дуги до соответствия их значений реальному режиму сварки. После успешной реконструкции режима сварки увеличивают скорость сварки. При этом происходит изменение параметров режима сварки, однако при этом увеличивается суммарная мощность источников питания, а погонная энергия сварки не изменяется. Проведена сварка образца на новом режиме и проверка геометрических размеров соединения (высота, ширина, глубина проплавления, площадь сварного шва). Приведены полученные результаты.

Ключевые слова: трубы большого диаметра, четырехдуговая сварка, режим сварки, WeldCalc.

Для расчета параметров режима четырехдуговой сварки в разработанной математической модели [1, 2] необходимо провести подстройку ряда параметров под существующий режим сварки, данные которого были получены на лабораторном образце толщиной 27,7 мм (табл. 1). А так же для проведения расчета потребуются размеры геометрии выполненного сварного соединения (площадь сварного шва), определенные на вырезанном микрошлифе (рис. 1).

Таблица 1

Параметры режима сварки

№ п/п	Параметр	Значение
1	Сварочный ток на 1-й дуге, А	1180
2	Сварочный ток на 2-й дуге, А	900
3	Сварочный ток на 3-й дуге, А	800
4	Сварочный ток на 4-й дуге, А	780
5	Напряжение на 1-й дуге, В	32
6	Напряжение на 2-й дуге, В	34
7	Напряжение на 3-й дуге, В	37
8	Напряжение на 4-й дуге, В	39
10	Диаметр электродной проволоки, мм	4
11	Скорость сварки, см/с	2,4167
12	Погонная энергия сварки, кДж/см	54,21
13	Площадь сварного шва, см ²	2,2261

Исходные данные заносятся в программный комплекс «WeldCalc», реализующий математическую модель [1, 2, 3–7] (площадь сварного шва, количество дуг, диаметр электродной проволоки на каждой дуге, скорость сварки, распределение мощности между дугами).

Выполненный расчет проверяется по соответствию расчетной погонной энергии (табл. 2) сварки с реальными значениями (табл. 1, п. 12) сварки образца. В случае несовпадения расчетной погонной энергии сварки более чем на 5 %, необходимо провести уточняющий расчет площади сварного шва.

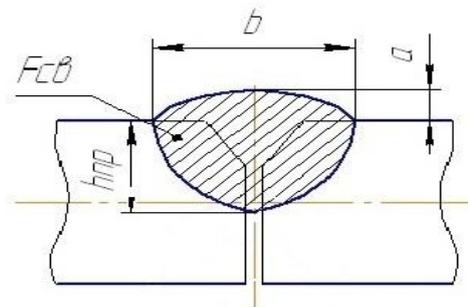


Рис. 1. Геометрические параметры сварного соединения образца, полученные четырехдуговой сваркой

Таблица 2

Расчетные значения погонной энергии и мощности сварки

№ п/п	Параметр	Значение
1	Погонная энергия сварки, кДж/см	54,1
2	Суммарная мощность сварки, кВт	130,8

По известному режиму сварки (см. табл. 1) рассчитываем коэффициенты долей участия каждой из дуг D^I , D^{II} , D^{III} (табл. 3) по следующей формуле:

$$I_{св2} = D^I I_{св1}, \quad (1)$$

$$I_{св3} = D^{II} I_{св2}, \quad (2)$$

$$I_{св4} = D^{III} I_{св3}, \quad (3)$$

Подбираем коэффициенты напряжений K_u для каждой дуги (табл. 4) до соответствия их значений реальному режиму сварки.

Подстройка под режим осуществляется посредством расчета и уточнения коэффициентов долей участия каждой из дуг D^I , D^{II} , D^{III} и коэффициентов напряжений K_u для каждой дуги.

Таблица 3

Значения коэффициентов долей участия каждой из дуг

Коэффициент	D^I	D^{II}	D^{III}
Значение	76	89	98

Таблица 4

Значения коэффициентов напряжений K_u для каждой дуги

Коэффициент	K_u 1-й дуги	K_u 2-й дуги	K_u 3-й дуги	K_u 4-й дуги
Значение	0,011	0,017	0,022	0,0255

После реконструкции режима сварки увеличиваем скорость сварки в 1,3 раза (рис. 2). При этом происходит увеличение суммарной мощности источников питания, тока, напряжения на каждой из дуг при неизменной погонной энергии сварки.

Таблица 5

Параметры нового режима сварки при повышенной скорости сварки

№ п/п	Параметр	Значение
1	Сварочный ток на 1-й дуге, А	1436
2	Сварочный ток на 2-й дуге, А	1092
3	Сварочный ток на 3-й дуге, А	972
4	Сварочный ток на 4-й дуге, А	952
6	Напряжение на 1-й дуге, В	34,8
7	Напряжение на 2-й дуге, В	37,6
8	Напряжение на 3-й дуге, В	40,4
9	Напряжение на 4-й дуге, В	43,3
11	Диаметр электродной проволоки, мм	4
12	Скорость сварки, см/с	3,1667
13	Погонная энергия сварки, кДж/см	54,1
14	Суммарная мощность сварки, кВт	171,4

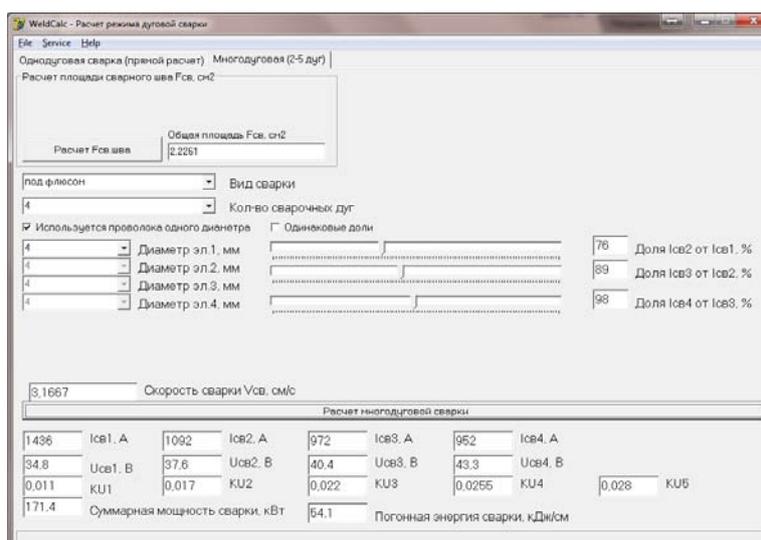


Рис. 2. Программный комплекс «WeldCalc» с расчетом сварного соединения образца, полученного четырехдуговой сваркой

Полученный режим для четырехдуговой сварки с увеличенной скоростью процесса был опробован на образце той же марки и толщины при сохранении того же флюса, электродной проволоки, разделки кромок, применявшиеся при сварке первоначального образца.

Из нового сварного соединения был изготовлен микрошлиф (рис. 3) и аналогично первому образцу были проанализированы геометрические размеры (высота, ширина, глубина проплавления, площадь сварного шва).



Рис. 3. Микрошлиф сварного соединения образца, выполненного четырехдуговой сваркой

Полученный сварной шов имеет удовлетворительное соотношения по коэффициентам формы шва и валика, то есть имеет хорошую геометрию шва (высоту, ширину, глубину проплавления, площадь сварного шва), достаточное проплавление. Таким образом, предложенная методика может быть использована при увеличении скорости четырехдуговой сварки труб большого диаметра.

Библиографический список

1. Уланов, А.М. К расчету режима четырехдуговой сварки труб большого диаметра / А.М. Уланов, М.А. Иванов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2015. – Т. 15. – № 1. – С. 53–56.
2. Иванов, М.А. К вопросу математического моделирования параметров сварки в производстве стальных труб большого диаметра / М.А. Иванов, А.М. Уланов // Теория и технология металлургического производства: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, –2012. с. 173-177.
3. Пат. 2011613354 Российская Федерация. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Расчет режима дуговой сварки Welding Rate Calculation» / М.А. Иванов, А.М. Уланов. – № 2011611511; заявл. 9.03.11; зарегистрировано 28.04.11.
4. Уланов, А.М. Расчет температуры сварочной дуги при многодуговой сварке / А.М. Уланов, М.А. Иванов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2014. – Т. 14. – № 1. – С. 93–95.
5. Иванов, М.А. Теоретический подход к расчету режима трехдуговой сварки под флюсом стыкового соединения деталей тележки рельсового транспорта / М.А. Иванов, А.М. Уланов, Ю.В. Безганс // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2013. – Т. 13. – № 1. – С. 146–149.
6. Уланов, А.М. Развитие технологии многодуговой сварки трубных сталей / А.М. Уланов, М.А. Иванов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2012. – Вып. 19. – № 39. – С. 152–154.
7. Уланов, А.М. Современный подход к разработке технологических параметров сварки в производстве труб большого диаметра / А.М. Уланов, М.А. Иванов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2012. – Вып. 19. – № 39. – С. 150–151.

[К содержанию](#)