



УДК 621.791

UDC 621.791

**ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ
ШВОВ НЕПЛАВЯЩИМСЯ
ЭЛЕКТРОДОМ****WELDING TECHNOLOGY OF
CIRCUMFERENTIAL SEAMS BY
NONCONSUMABLE ELECTRODE***Д. А. Хлопенко**D. A. Hlopenko*

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russian Federation

ohlopenko@yandex.ruohlopenko@yandex.ru

Рассматривается технология сварки изделий в защитных газах неплавящимся электродом на примере изделия «вал», выявлены достоинства и недостатки используемых технологий, раскрыты особенности предлагаемой технологии.

The article considers the technology of welding in protective gases by nonconsumable electrode on the example of a shaft. The authors have identified the strengths and weaknesses of the technology, the features of the proposed technology.

Ключевые слова: сварка, сварные швы, аргон, вольфрам, неплавящийся электрод.

Key words: welding, welded joints, argon, tungsten nonconsumable electrode.

Введение. Сварка изделий неплавящимся электродом в среде защитных газов имеет ряд преимуществ по отношению к другим видам дуговой сварки.

Неплавящиеся электроды для дуговой сварки в защитных газах должны выдерживать нагрузки при больших значениях тока и скорости сварки. Электроды изготавливаются из тугоплавких металлов или из материалов на их основе, которые имеют максимальную температуру плавления.

Технология сварки кольцевых швов неплавящимся электродом. Из всего многообразия требований к неплавящимся электродам для дуговой сварки в инертных газах можно выделить следующие:

1. Обеспечение физической устойчивости и технологически необходимой мобильности сварочной дуги, минимальных потерь электродного материала при первичной и повторных подготовках электрода к сварке.
2. Сохранение технологических качеств и возможности применения в течение максимально возможного рабочего времени.
3. Изменение параметров режима сварки или состава применяемых материалов не должны сопровождаться отклонениями параметров проплавления [1].

Применение технологии сварки кольцевых швов рассматривается на изделии «вал». Вал представляет собой стержень, служащий для сообщения общего вращательного движения насаженным на нем колесам, шкивам, эксцентрикам и другим машинным частям.

Вал изготовлен из низколегированной конструкционной стали 30ХГСА, которая создана для нужд авиации, и благодаря отличным характеристикам перешла в разряд популярных материалов в машиностроении. Нередко сталь 30ХГСА называют «хромансиль». Это название

сплав получил благодаря содержащимся в нем легирующим элементам (хром, марганец и кремний).

Вал состоит из 3-х основных частей: полая труба — 1 и наконечник — 2.

Труба представляет собой цилиндр длиной 389, мм внешний диаметр 50 мм внутренний диаметр 42 мм и толщина стенки трубы 4 мм, вес 1,780 кг.

Наконечник представляет собой конус длиной 98 мм, состоящий из 3-х сегментов, входящих в целую деталь.

Обосновывая выбранную технологию сварки, целесообразно провести расчет геометрии сварного шва и необходимых механических свойств сварного соединения.

Геометрия различных сварных соединений определяется по ГОСТ 14771–76 [2].

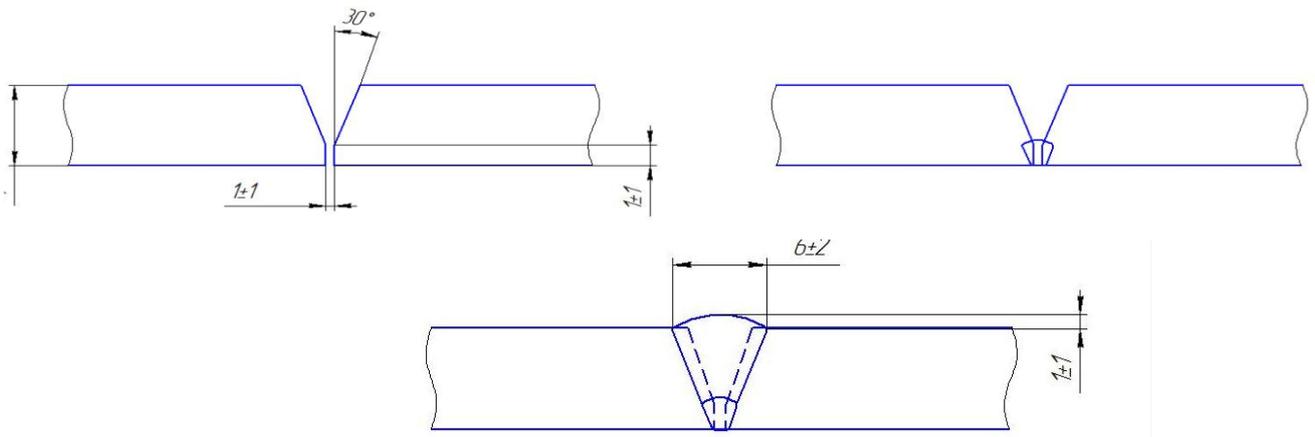


Рис. 1. Сварные соединения С17

Ширина шва и величина зоны термического влияния определяется по уравнению:

$$y = \frac{0,242q_u}{vc\gamma\delta T_{max}}, \quad (1)$$

где q_u — тепловая мощность дуги, Дж/с;

V — скорость сварки, м/с;

$c\gamma$ — удельная теплоемкость, Дж/г*°С;

δ — толщина изделия, см;

T_{max} — максимальная температура плавления, °С.

Структура металла изделия определяет условия его охлаждения после сварки. Оптимальная скорость охлаждения для стали 30ХГСА — $W=1,6-6,0$ °С/с.

Расчет скорости охлаждения первого и второго шва определяется по формуле:

$$W = - \frac{2\pi \lambda c\gamma (T_{min} - T_0)^3}{\left(\frac{q_u}{v\delta}\right)^2} \quad (2)$$

где λ — коэффициент теплопроводности, Дж/см*с*°С

T_{min} — заданная температура изделия, °С;

T_0 — заданная температура в фиксированный момент времени, °С.

В результате проведенных расчетов получены значения скорости охлаждения выше оптимальной:

1 mode — $W1 = 15$ °С/с

2 режим — $W_2 = 4,56^\circ\text{C}/\text{c}$

Обязательной технической операцией изготовления вала является высокий отпуск с последующей штатной термической обработкой стали 30ХГСА. Высокий отпуск проводится после сварки (нагрев до 720°C с выдержкой 2 часа) со скоростью охлаждения $20^\circ\text{C}/\text{мин}$.

Механические свойства и структура металла в соответствии с вышеуказанными скоростями охлаждения приведены в таблицах 1 и 2 [3].

Таблица 1

Механические свойства зоны термического влияния (ЗТВ)

Скорость охлаждения, $W, ^\circ\text{C}/\text{c}$	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ Дж/см ²	НВ
Исходные данные $1^\circ\text{C}/\text{c}$	1080	830	10	45	49	362
0,3	761	509	15,7	29,6	62	195
4,6	1330	873	10,7	21,7	60	388
15,1	1722	1119	7,3	15	44	516

Таблица 2

Структура металла ЗТВ, %

Скорость охлаждения, $W, ^\circ\text{C}/\text{c}$	Мартенсит	Бейнит	Перлит	Феррит
1	0	90		10
0,33	0	0,2	61,5	38,3
4,6	54,9	12,2	30,3	2,6
15,1	95,8	1	3	0,2

Процесс сваривания кольцевых швов осуществляется на установке, предназначенной для дуговой автоматической TIG-сварки кольцевых швов труб диаметром от 30 до 160 мм, длиной до 1200 мм, толщиной 0,8–5,5 мм. Применение данной установки позволяет автоматизировать выполнение технологических операций в условиях серийного производства.

Установка управляется блоком RCS06, который имеет четкий и понятный интерфейс со всеми функциями программирования и обеспечивает высокий уровень производства.

Примером практического применения данной технологии является способ сваривания кольцевых швов на универсальной сварочной установке без первичного подогрева.

Сварку вала необходимо производить в среде аргона неплавящимся электродом на прямой

полярности автоматом типа АРК, снабженного приставкой для колебаний электрода от источника постоянного тока ВД — 306ДК.

Разделка кромок V-образная. При сборке под сварку зазор не превышает 0,2 мм. Для получения сварных соединений, полностью равноценных по конструктивной прочности основному металлу, рекомендуется применять автоматическую аргонодуговую сварку, с поперечными перемещениями неплавящегося электрода.

При первом слое выполняется сварка без поперечных перемещений электрода и обеспечивается полное проплавление свариваемых кромок [4]. Процесс осуществляется без присадочной проволоки и без поперечных перемещений электрода в среде аргона, расход которого составляет 8–9 л/мин. Временной интервал между проходами не должен превышать 15 мин.

Второй проход производится с поперечными перемещениями электрода с поперечными перемещениями электрода с частотой 3–4 кол/сек и амплитудой 4–5 мм и с использованием присадочной проволоки 18ХМА диаметром 1,6 мм. Глубина проплавления при этом составляет 60–70 % толщины свариваемого металла. С помощью присадочной проволоки удается сформировать усиление шва, а также регулировать химический состав металла шва и его пластические и прочностные свойства [4]. Режимы сварки представлены в таблице 3.

Таблица 3

Режимы сварки стали 30ХГСА

Слой	$I_{св}$, А	$U_{св}$, В	$V_{св}$, м/час	Диаметр присадочной проволоки, мм	Скорость подачи проволоки, м/час
Первый	100 – 110	9 – 12	12	-	-
Второй	140 – 150	12 – 16	12	1,6	15 – 18

Через 30 минут после завершения сварочной операции соединения подвергаются высокому отпуску при температуре 720°C в течение двух часов и производится окончательная термическая обработка по режиму, принятому для основного металла. Механические свойства сварных соединений не уступают свойствам свариваемой стали [5].

Заключение. Технология сваривания кольцевых швов неплавящимся электродом без предварительного подогрева позволяет сократить время выполнения всего комплекса операций и повысить производительность производства.

Библиографический список.

1. Кошкарев, Б. Т. Металлы их свариваемость: учебное пособие / Б. Т. Кошкарев. — Ростов-на-Дону : издательский центр ДГТУ, 2013. — 378 с.
2. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. — Введ. 01.01.1988. — Москва : Издательство стандартов, 1991. — 12 с.
3. Сварка и свариваемость материала : в 3-х т. Т.1 Свариваемость материала / Справ. изд. под. ред Э. Л. Макарова. — Москва : Металлургия, 1991 — 528 с.
4. Никольский, М. Э. Шаг в 2020 год / М. Э. Никольский. // Авиация и космонавтика. — 2014. — январь. — С. 1–8.
5. Патон, Б. Е. Сварка — взгляд в будущее / Б. Е. Патон. // Сварка и диагностика. — 2007. — №3. — С. 3–4.