



УДК 621.791.754.6

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОРБИТАЛЬНОЙ СВАРКИ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ



### STUDY OF THE PECULIARITIES OF THE TECHNOLOGY OF ORBITAL WELDING WITH A NON-COMBUSTIBLE ELECTRODE

**Назыров Радмир Радикович**  
магистр,  
Уфимский государственный  
нефтяной технический университет  
nazyrov.radmir@yandex.ru

**Кинев Сергей Анатольевич**  
кандидат технических наук, доцент,  
Уфимский государственный  
нефтяной технический университет

**Аннотация.** Данная статья посвящена обеспечению качества сварных соединений и высокой производительности применяемых процессов орбитальной сварки технологических трубопроводов — актуальная задача. Эффективным решением этой задачи является уменьшение объема наплавляемого металла при сварке по узкому зазору. Однако данный метод сварки имеет высокую вероятность возникновения характерных дефектов в виде глубоких подрезов (полостей) и непроваров, а также межслойных несплавлений. Для исключения подобных дефектов необходимо проведение комплексных исследований, основанных на физико-математическом моделировании характерных возмущений процесса сварки, в том числе блуждания дуги в разделке.

**Ключевые слова:** автоматическая орбитальная сварка, присадочная проволока, узкий зазор, компьютерное моделирование, вольфрам.

**Nazyrov Radmir Radikovich**  
Master's degree,  
Ufa state oil technical university  
nazyrov.radmir@yandex.ru

**Kinev Sergey Anatolievich**  
Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Ufa state oil technical university

**Annotation.** This article is devoted to ensuring the quality of welded joints and high productivity of applied processes of orbital welding of technological pipelines - an urgent task. The effective solution of this problem is to reduce the volume of molten metal at welding over a narrow gap. However, this welding method has a high probability of occurrence of typical defects in the form of deep undercuts (cavities) and nonproducts, as well as inter-layer non-alloys. In order to exclude such defects it is necessary to carry out complex research based on physical and mathematical modeling of welding process characteristic disturbances, including rambling of the arc in cutting.

**Keywords:** automatic orbital welding, filler wire, narrow gap, computer simulation, tungsten.

Орбитальная сварка – одно из самых передовых изобретений в области автоматизации сварочных процессов. Автоматизация процесса орбитальной сварки позволило сократить трудозатраты, но самое главное повысить качество сварного шва, что крайне важно для трубопроводного транспорта.

В настоящее время орбитальная сварка широко используются практически в каждой отрасли, где есть необходимость в сварке труб или трубопроводов. Несмотря на ее широкое применение и опыт эксплуатации на большом количестве предприятий, многие компании из-за отсутствия опыта работы с орбитальной сваркой, рассматривают целесообразность её применения для их конкретных задач.

Решение о целесообразности применения орбитальной сварки связано:

- с нехваткой операторов для установки орбитальной сварки;
- повышением требований стандартов качества;

– необходимостью повышения производительности, расширением производства и увеличения повторяемости качества сварного шва на 99,9 %, что позволит сократить наличие дефектов и соответственно затраты на ремонт [1].

При проведении исследований было установлено, что при орбитальной сварке, для труб, имеющих толщину стенки до 3–4 мм, нет необходимости применять разделку кромок можно не применять, при сварке труб большей толщине стенок, целесообразно использование U-образную разделки кромок, с выполнением сварки в несколько проходов [1].

Значительное количество параметров процессов орбитальной сварки влияет на ее технологическую гибкость, но также затрудняет взаимосвязь между качественными и количественными характеристиками сварных соединений [2].

Поэтому при формировании технических требований к условиям воспроизводимости стабильно высокого качества сварных соединений использовались методы физико-математического моделирования



особенностей орбитальной сварки. Было выявлено, что качественное формирование корня шва можно получить только при использовании импульсных технологий сварки с шаговым, а не непрерывным перемещением горелки вдоль стыка.

Заполнение разделки в зависимости от толщины стенки трубопровода может выполняться по двум вариантам – без колебаний и с колебаниями электрода в разделке. Установлено, что процесс сварки без колебаний во многом сходен со сваркой корневого прохода, за исключением шагового перемещения горелки, так как донная часть шва после сварки корневого прохода уже сформирована [3]. Для определения параметров сварки при заполнении разделки выполнили моделирование формирования валика наплавочного прохода при различных параметрах сварки и поперечных колебаний электрода.

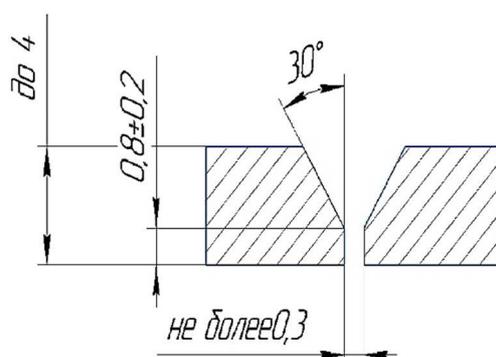


Рисунок 1 – V-образная разделка кромок

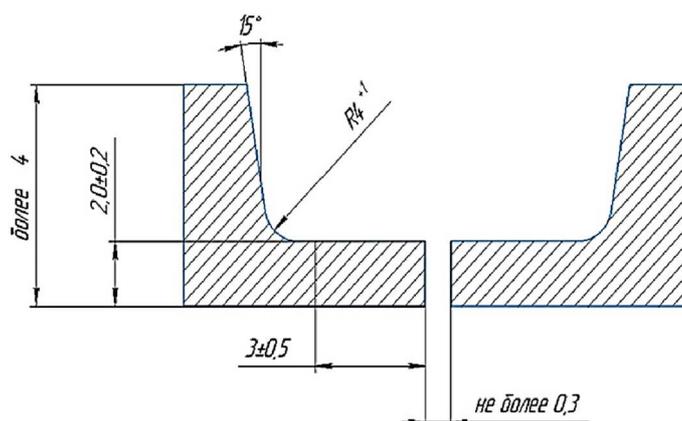


Рисунок 2 – U-образная разделка кромок

Моделирование особенностей перемещения горелки поперек разделки показало, что при использовании поперечных колебаний характерной пилообразной формы невозможно получить равномерное проплавление и хорошее формирование поверхности наплавляемого валика. Синусоидальная форма поперечных колебаний позволяет получить приемлемую форму поверхности валика, но неравномерность глубины проплавления остается значительной. Наилучшие результаты позволяет получить трапециевидальная форма со значительными (35–40 % периода) остановками горелки в крайних положениях, что объясняется существенно большей мощностью теплоотвода в кромки разделки по сравнению с мощностью теплового потока в шов [3]. Моделирование сварки с поперечными колебаниями горелки разной частоты показало, что уменьшение частоты колебаний приводит к периодическому неуправу стенки разделки.

Анализ оптимальной длительности остановки в крайнем положении показал, что увеличение длительности задержки горелки на кромках способствует повышению качества сварного шва за счет гарантированного формирования плавного перехода от расплава к нерасплавленному металлу. Большое значение имеет амплитуда поперечных колебаний горелки. При недостаточной амплитуде колебаний наплавочный валик формируется с большой выпуклостью и глубоким проплавлением, а при избыточной формируется вогнутая поверхность, но глубина проплавления существенно уменьшается [4].

Следует отметить, что швы, выполненные в различных пространственных положениях, характеризуются большой разницей геометрических параметров сварного шва. Установка для орбитальной сварки дает возможность сохранения заданных геометрических параметров шва при различных пространственных положениях.



## Литература

1. Определение напряженно-деформированного состояния сварных соединений / А.Г. Чиркова, С.А. Кинев, А.С. Симарчук // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2003. – Т. 9. – № 2. – С. 250–255.
2. Повышение стойкости к коррозии металла сварных соединений корпусов нефтеперерабатывающих и нефтехимических аппаратов / А.М. Файрушин [и др.] // Башкирский химический журнал. – 2011. – Т. 18. – № 2. – С. 124–127.
3. Физико-математическая модель орбитальной сварки неплавящимся электродом в инертных газах: концепция и возможности / А.В. Шипилов [и др.] // Сварка и диагностика. – 2011. – № 2. – С. 3–9.
4. Шипилов А.В. Особенности автоматической орбитальной сварки неплавящимся электродом трубопроводов обвязки компрессорных станций // Сварка и Диагностика. – 2010. – № 5. – С. 42–47.

## References

1. Definition of the stress-strain state of the welded joints / A.G. Chirkova, S.A. Kinev, A.S. Simarchuk // Mechanics of composite materials and structures. – 2003. – Vol. 9. – № 2. – P. 250–255.
2. The Increase of Metal Corrosion Resistance of Welded Joints for RPVs of Oil Refining and Petrochemical Machines / A.M. Fairushin [et al.] // Bashkir Chemical Journal. – 2011. – Vol. 18. – № 2. – P. 124–127.
3. Physico-mathematical model of orbital welding by nonmelting electrode in inert gases: concept and possibilities / A.V. Shipilov [et al.] // Welding and diagnostics. – 2011. – № 2. – P. 3–9.
4. Shipilov A.V. Features of Automatic Orbital Welding by Non-Molten Electrode of Pipe-Wire Bundling of Compressor Stations // Welding and Diagnostics. – 2010. – № 5. – P. 42–47.