

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 35 рис., 5 табл.,  
68 источников.

Ключевые слова: импульсно-дуговая сварка, положения отличные от нижнего, современные импульсные способы, процесс SpeedArc, SpeedPulse.

Объектом исследования является процесс дуговой сварки плавящимся электродом.

Цель работы - Разработать рекомендации по управлению формы и геометрии сварного соединения при использовании современных способов импульсно-дуговой сварки.

Задачи работы:

1. Произвести анализ современных способов импульсно-дуговой сварки;
2. Исследовать влияние движения жидкого металла на формирование шва;
3. Провести экспериментальные исследования процессов импульсно-дуговой сварки.
4. Определить области использования и применения современных способов импульсно-дуговой сварки.

В результате исследования: определено влияние установочных параметров ИДС на параметры и форму импульса сварочного тока.

Основные технологические и технико-эксплуатационные характеристики: ИДС позволяют выполнять встык сварные соединения малой толщины, обеспечивать гарантированное формирование корня шва при сварке труб с зазором до 4мм без колебания и до 8 мм с поперечными колебаниями, выполнять сварку в труднодоступных местах.

Степень внедрения: результаты апробированы в лабораторных условиях. По результатам работы опубликованы работы на конференциях и статьях в центральной печати.

В будущем планируется использовать результаты исследования в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

## Summary

The degree project contains 78 sheets, 35 figures, 5 spreadsheet. List of references includes 68 resources.

Keywords: pulsed-arc welding, location different from lower, modern pulse methods, SpeedArc, SpeedPulse.

The object of the research is the process of arc welding with a consumable electrode.

The objective of the research is to develop forms management and weld joints geometry recommendations for those who use modern techniques of pulsed arc welding.

Problems of the research:

1. To analyze modern techniques of pulsed arc welding;
2. To investigate the effect of molten metal movement to form a weld;
3. To test the main modern techniques of pulsed arc welding: change in thickness of the metal; variation of arc dynamics; changing the wire feed rate;
4. To identify areas of use and application of modern techniques of pulsed arc welding.

The study identified the influence of GMAW-P installation parameters on the parameters and the shape of the welding current pulse, as well as parameters such as average current amplitude of the current, average voltage, short circuit, the pulse duration.

Main technical and operational characteristics: GMAW-P allows carrying out end-to-end welded connections of small thickness, to provide the formation of a root of a weld when welding pipes with a gap to 4 mm without fluctuation and to 8 mm with cross fluctuations, to carry out welding in hard-to-reach spots.

Implementation: the results have been tested in laboratory conditions and published in conference proceedings and research journals.

Applications: automotive, mechanical engineering, shipbuilding, one-sided welding of pipes and pipelines in stainless steel.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Импульсно-дуговая сварка - дуговая сварка, при которой дугу дополнительно питают импульсами тока по заданной программе.

Время короткого замыкания – момент перехода капли в сварочную ванну и прекращение горения дуги.

Сварка плавлением - сварка, осуществляемая местным сплавлением соединяемых частей без приложения давления.

Сварное соединение — неразъёмное соединение, выполненное сваркой.

Сварной шов - участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации.

Сварка в защитных газах - дуговая сварка, при которой дуга и расплавляемый металл, а в некоторых случаях, и остывающий шов, находятся в защитном газе, подаваемом в зону сварки с помощью специальных устройств

Источник питания - устройство, предназначенное для обеспечения различных устройств электрическим питанием.

Подающий механизм - механизм для подачи электродной проволоки из кассеты по шлангу в зону сварки.

## Введение

В настоящее время актуальным остается борьба с дефектами при формировании сварных соединений. Считается, что внедрение способов сварки с модуляцией параметров позволяет эффективно решать эти проблемы. Одной из разновидностей способа сварки с модуляцией является импульсно дуговая сварка (ИДС). Способы ИДС имеют ряд приоритетов, обеспечивая наиболее обширные возможности для управления формированием шва. Варьируя параметрами процесса импульсно дуговой сварки, можно продуктивно влиять на размеры и форму сварочной ванны, кристаллизацию металла и формирование шва, а также существует возможность изменять временные и остаточные деформации и остальные характеристики процесса сварки.

При дуговых способах сварки в положениях, отличных от нижнего, в силу перемены комплекса сил, действующих на ванну, вероятны такие нарушения как:

- ухудшение формирования сварного шва;
- провисание внешней поверхности сварочной ванны;
- вытекание жидкого металла из сварочной ванны (вследствие прорывов жидкого металла сварочной ванны из-под дуги);
- нарушение устойчивости горения дуги (вследствие закорачивания дугового промежутка при подтекании жидкого металла сварочной ванны под дугу);
- беспорядочное изменение длины или закорачивание дугового промежутка [28].

## Цель и задачи исследования

Были сформулированы цель и задачи для дальнейших исследований.

Цель работы:

Разработать рекомендации по управлению формы и геометрии сварного соединения при использовании современных способов импульсно-дуговой сварки.

Задачи:

1. Произвести анализ современных способов импульсно-дуговой сварки;
2. Исследовать влияние движения жидкого металла на формирование шва;
3. Провести экспериментальные исследования процессов основных представителей современных способов импульсно-дуговой сварки;
4. Определение областей использования и применения современных способов импульсно-дуговой сварки.

## 1 Объект и методы исследования

Объектом исследования является процесс дуговой сварки плавящимся электродом.

Существенные технологические преимущества по сравнению с обычной сваркой плавящимся электродом, имеет процесс, импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом имеет в защитных газах. Импульсно-дуговая сварка обеспечивает:

- управляемый и направленный перенос электродного металла;
- небольшие потери металла на угар и разбрызгивание;
- возможность сварки длинной дугой на низких режимах;
- возможность выполнения сварки во всех пространственных положениях и упрощение техники сварки;
- уменьшение сварочных деформаций;
- улучшение качества сварных соединений, благодаря большей концентрации энергии источника нагрева;
- улучшение технологии сварки в щелевую разделку;

Для изучения были использованы теоретические и экспериментально-теоретические методы исследования.

К теоретическим относятся:

1. Проведение анализа современных способов ИДС по управлению переносу металла;
2. Изучение движение жидкого металла в сварочной ванне

К экспериментально -теоретическим методам относится проведение экспериментов.

## Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы была проделана работа по изучению современных способов импульсно-дуговой сварки в среде защитных газов плавящимся электродом.

Для исследования влияния различных параметров на формирование шва, для начала изучили влияние движения жидкого металла. Во время наложения импульса происходит вытеснение жидкого металла из под дуги, что заставляет металл двигаться в хвостовую часть и совершать колебательные движения. На основе экспериментальных исследований процессов импульсно-дуговой сварки определили влияние установочных параметры ИДС. Определено, что наиболее значимые изменения происходят на процессе SpeedArc, из-за фокусировки дуги, проплавление будет глубже за счет вводимой энергии в изделие, следовательно и более эффективное использование теплоты дуги.

В работе даны рекомендации по сварке тонколистовых конструкций и конструкций из листов стали от 6 до 8 мм и выявлены области применения современных способов импульсно-дуговой сварки.