

Это сравнение было выполнено для различных режимов аргонодуговой сварки. Получен своеобразный атлас микроструктур, который в последующем использовали для оценки результатов управления внутренней структурой сварных соединений в свариваемых стальных образцах с подложкой.

### **Список информационных источников**

1. Кректулева Р.А., Батрагин А.В., Бежин О.Н. Применение программного обеспечения MEZA для оценки дефектности сварных соединений на стадии проектирования. // Сварка и Диагностика, 2009
2. Кректулева Р.А. Компьютерное моделирование и анализ теплофизических процессов при сварке неплавящимся электродом с использованием теплофизических покрытий // Сварка и Диагностика. – 2011. – №4. – С.45-50.
4. Кректулева Р.А., Мишин М.А., Черепанов О.И., Черепанов Р.О. Оценка зон структурнофазовых превращений при электродуговом воздействии на примере стали ст3: результаты численного прогнозирования и эксперимент. // Сварка и диагностика. – 2014. – №6. – С.26-31.

### **СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДЛЯ ДУГИ, ГОРЯЩЕЙ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ**

*Шачек А.Л., Тясто А.А., Пустовых О.С.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Пустовых О.С., ассистент кафедры теоретической и прикладной механики*

Аргоно-дуговая сварка неплавящимся электродом обеспечивает высокое качество сварного шва, при сооружении металлоконструкций ответственного назначения. Одним из недостатков данного способа является низкая проплавляющая способность. В литературе встречаются данные о том, что для устранения недостатка используются различные методы и средства. Среди них можно выделить динамический режим горения сварочной дуги. Данный метод позволяет повысить проплавляющую способность на 25-30% [1], в сравнении с обычным режимом сварки. При этом улучшается формирование шва и механические свойства сварного соединения.

Препятствием для широкого применения динамического режима горения сварочной дуги является отсутствие технических средств его реализации.

Анализ научно-технической литературы показал, что в качестве накопителей энергии электрической сети могут применяться: химические элементы, маховые массы, магнитные элементы, коаксиальные кабели и формирующие линии

При разряде конденсатора накопленная энергия варьирует частоту следования разрядных импульсов от долей герц до нескольких сотен и даже тысяч герц [2]. В импульсных режимах могут быть использованы конденсаторы, специально сконструированные для этих целей и общего применения. Однако в любом случае при выборе конденсаторов должны быть учтены особенности их работы при импульсных нагрузках. Учет особенностей должен производиться по следующим показателям: способен ли конденсатор данного типа обеспечить формирование или передачу импульса, не является ли такой режим разрушающим для конденсатора. Допустимая импульсная нагрузка, на конденсаторе определяется исходя из следующих параметров импульсного режима: значений положительных и отрицательных пиков напряжения и тока, размаха переменного напряжения на конденсаторе, длительности нарастания и спада напряжения, периода и частоты следования импульсов, наличия постоянной составляющей [3].

Катушка индуктивности или дроссель также являются накопителями энергии, только здесь, в отличие от конденсатора, энергия электрического тока преобразуется в энергию магнитного поля. При замыкании электрической цепи напряжение на катушке изменится, достигнув своего максимума, и далее плавно спадает до нуля. Ток в этот период плавно изменяется по тому же закону, но от нуля до максимума [4]. Использовать магнитные элементы в качестве накопителя энергии при сварке предложено в работе [5].

Помимо конденсаторов и дросселей в качестве накопителей энергии применяют химические элементы. Электрохимические накопители энергии используют энергию химических реакций для накопления и возврата энергии. Такие накопители называются «гальваническими элементами» или «батареями» [6]. Процесс накопления энергии при использовании аккумуляторов происходит за счет химических реакции протекающих между электродами, погруженными в раствор электролита. Энергия, освобождающаяся при химическом превращении, может использоваться как электрическая. Токи, протекающие через аккумулятор, имеют предел по верхнему значению, который равен 300А. Использование аккумулятора в

качестве накопителей энергии, в частности для дуги, горячей в динамическом режиме не целесообразно, из-за повышенных тепловых потерь и как следствие низкого КПД по сравнению со стационарным режимом, и другими накопителями энергии.

Вращающиеся маховые массы при использовании ударных генераторов являются наиболее экономичными по сравнению с другими накопителями энергии: конденсаторами и дросселями [7]. Накопление энергии в ударном генераторе осуществляется в две стадии: 1) первичный двигатель небольшой мощности разгоняет ротор ударного генератора до номинальной скорости; 2) ударный генератор преобразует запасенную кинетическую энергию в электромагнитную и передает ее в нагрузку. Потери энергии вращающихся маховых масс не большие по сравнению с передаваемой энергией, т.е. КПД общей зарядной установки высокий. При этом система имеет большие массогабаритные показатели.

В работе [8, 9] в качестве накопителя энергии и устройства для формирования импульсов предложено использовать однородную искусственную линию, выполненную в виде формирующего элемента. Такая линия состоит из некоторого числа идентичных  $n$ -ячеек. Разряд формирующего элемента позволяет получать импульсы прямоугольной формы, с крутыми фронтами. Достижение полного разряда линии осуществляется при прохождении прямой волны и разряде линии до половины напряжения заряда и окончательный разряд во время обратной волны.

Для создания импульсов тока обеспечивающих режим динамического горения сварочной дуги наиболее интересна однородная искусственная формирующая линия. Линия состоит из ячеек с одинаковыми значениями индуктивностей дросселей и емкостей конденсаторов. При анализе процессов в такой линии обычно учитывают сопротивления дросселей, пренебрегая потерями в конденсаторах.

В такой системе осуществляется заряд конденсаторов через зарядный дроссель и зарядный тиристор, а разряд на дуговой промежуток осуществляется через разрядный тиристор.

Для исследования был разработан экспериментальный образец устройства, функциональная схема которого представлена на рис. 1 [8].

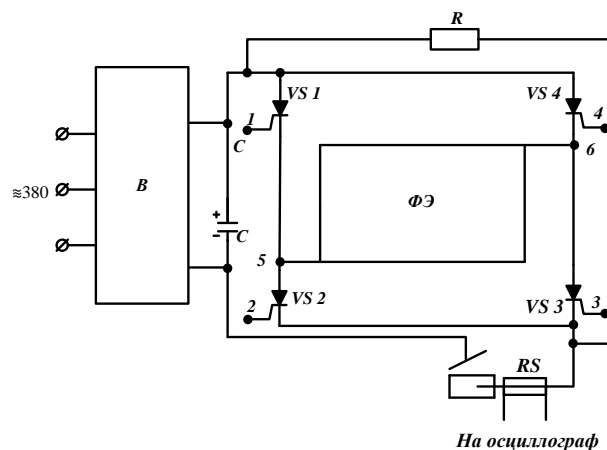


Рис. 1. Функциональная схема устройства

Устройство состоит из трехфазного выпрямителя  $B$ , обладающего жесткой внешней характеристикой и регулируемым напряжением холостого хода. Для уменьшения внутреннего сопротивления к выходным клеммам  $B$ , подключена батарея конденсаторов большой емкости  $C$ . Импульсная часть устройства выполнена в виде мостового преобразователя выполненного на тиристорах  $VS1 - VS4$ , в одну диагональ которого включен формирующий элемент  $\Phi Э$  с ненулевыми начальными условиями. Другая диагональ включена последовательно в сварочную цепь.

Включение  $\Phi Э$  в диагональ тиристорного моста и наличие батареи конденсаторов  $C$ , позволяет при поочередном открытии пар тиристоров  $VS1, VS3$  и  $VS2, VS4$  перезаряжать  $\Phi Э$  на противоположную полярность через дуговой промежуток, без предварительного заряда от источника питания. Для обеспечения непрерывности горения дуги на интервале между импульсами импульсная часть зашунтирована резистором –  $R$ , обеспечивающим протекание дежурного тока через дуговой промежуток. Диапазон значений дежурного тока ограничивается минимальным значением – требованиями к физической устойчивости горения дуги и защиты, максимальным значением – технологическими требованиями.

### Список информационных источников

1. Славин Г.А., Столпнер Е.А. // Сварочное производство. – 1974. – № 2. – С. 3–5.
2. <http://www.amfilakond.ru/prim2.shtml> - Все о конденсаторах. Применение и эксплуатация.

3. Легостаев В.А., Пентегов И.В. Энергетические характеристики индуктивных накопителей для сварки. // Автоматическая сварка. – 1973. - №3. – С. 35-39.

4. [http://www.radioradar.net/hand\\_book/documentation/ind\\_emk.html](http://www.radioradar.net/hand_book/documentation/ind_emk.html) - Индуктивности и емкости.

5. Некрасов В.И., Гаврилов Г.Н. Некоторые особенности импульсного разряда аккумуляторной батареи. // Электричество. – 1968. - №12. – С. 82-83.

6. Сипайлов Г.А., Ивашин В.В., Лоос А.В. Генератор больших импульсных мощностей со ступенчатой или трапецеидальной формой тока. // Электричество. – 1967. - №5. – С. 71-75

7. Зайцев А.И., Князьков А.Ф. О формировании импульсов тока. Доклады к 1-ой конференции по автоматизации производства. Томск. - 1969. – С. 97 - 104.

8. Пат. РФ 2294269, МПК В23К 9/09, Н03К 3/53. Устройство для формирования импульсов сварочного тока. Князьков А.Ф., Князьков С.А., Лолю Я.С., Проняев А.Б. – Заявл. 27.10.2005.

9. Иццохи Я.С., Овчинников Н.И. Импульсные и цифровые устройства. – М.: Советское радио. 1972. – 592 с.