

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Х.Л. Нгуен, О.И. Кирпичевский

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СВАРКИ В СРЕДЕ АРГОНА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург
ИПК ГОУ ОГУ
2010

УДК 621.791.75(07)
ББК 30.61я7
Н37

Рецензент – кандидат технических наук, доцент А.Д. Проскурин

Нгуен, Х. Л.
Н 37 Изучение процесса сварки в защитной среде защитного газа при импульсном режиме : методические указания / Х. Л. Нгуен, О. И. Кирпичевский; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2010. – 17 с.

Электродуговая сварка в среде защитного газа является одним из производительных способов соединения заготовок. Использование неплавящегося вольфрамового электрода позволяет сварить детали из различных материалов малой толщины (от 0,2 до 6 мм) и получить качественный шов при относительно низкой себестоимости.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология конструкционных материалов».

УДК 621.791.75(07)
ББК 30.61я7

© Нгуен Х.Л.,
Кирпичевский О.И., 2010
© ГОУ ОГУ, 2010

Содержание

1 Цель работы.....	4
2 Основные сведения.....	4
3 Оборудование для выполнения лабораторной работы.....	8
4 Порядок выполнения лабораторной работы.....	13
5 Содержание отчета.....	15
6 Контрольные вопросы.....	15
Список использованных источников.....	16
Приложение А Форма таблицы отчета по лабораторной работе.....	17

1 Цель работы

1.1 Ознакомиться с технологией и оборудованием для сварки в среде защитного газа TRITON 220 DC.

1.2 Изучить влияние параметров сварочного тока на качество шва.

1.3 Получить навыки по подбору режима сварки различных сталей в защитной среде газа.

2 Основные сведения

Использование защитных газов при сварке обеспечивает хорошую защиту сварочной ванны и разогретого электрода от контакта с окружающей средой. Вместе с тем надежность защиты определяется условиями проведения сварки – в цехе обеспечивается стабильная защита, а при монтажных работах на открытом воздухе газовая защита может быть нарушена воздушными потоками. Также велико влияние типа сварного соединения и скорости перемещения сварочной дуги.

Сварку в защитных газах можно вести в любых пространственных положениях, на поверхности шва отсутствуют оксиды, шлаковые включения, сварной шов получается более однородным по химическому составу [3]. Процесс сварки достаточно производителен и экономичен, хорошо поддается автоматизации. Сваркой в защитных газах соединяют металлы толщиной от 0,1 до 100 мм.

В качестве защитных газов применяют инертные (аргон и гелий) и активные газы (углекислый газ, азот, водород и др.), иногда смеси двух газов и более, но наибольшее применение получили аргон Ar и углекислый газ CO₂.

Аргон – бесцветный газ, в 1,38 раза тяжелее воздуха, нерастворим в жидких и твердых металлах. Аргон выпускают высшего и первого сортов, имеющих соответственно чистоту 99,992 % и 99,987 %, поставляют и хранят в стальных баллонах в сжатом газообразном состоянии под давлением 15 Н/мм² [1].

Углекислый газ бесцветный, со слабым запахом, в 1,52 раза тяжелее воздуха, нерастворим в твердых и жидких металлах. Выпускают углекислый газ сварочный,

пищевой и технический, имеющий чистоту соответственно 99,5 %, 98,5 %, 98,0 %. Для сварки его поставляют и хранят в стальных баллонах в сжиженном состоянии под давлением 7 Н/мм².

Сварку в углекислом газе выполняют только плавящимся электродом на повышенных плотностях постоянного тока обратной полярности, а аргонодуговую – неплавящимся и плавящимся электродами.

Сварка неплавящимся электродом ведется на постоянном токе прямой полярности, что обеспечивает высокую устойчивость процесса. Даже при большом сварочном токе электрод нагревается и расходует сравнительно мало, сварной шов формируется из металла расплавленных кромок соединяемых элементов и присадочного материала [1]. Используя вольфрамовый электрод, можно проводить сварку заготовок толщиной от 0,2 до 6 мм, в случае необходимости усиления шва или при больших толщинах деталей добавляют металл присадочной проволоки [2]. В качестве присадочного материала применяют стандартную сварочную проволоку, сходную по составу со свариваемым металлом. Диаметр присадочной проволоки выбирают в пределах от 0,5 до 0,7 диаметра вольфрамового электрода.

От правильного выбора диаметра вольфрамового электрода тоже зависит эффективность сварочного процесса, так как он обеспечивает лучшее зажигание дуги, увеличение ее стабильности, оптимизирует округление конца вольфрамового электрода и минимальный ток (при диаметре электродов более 1,6 мм увеличивается минимальный ток).

В качестве электрода используют специальные вольфрамовые прутки, изготавливаемые по ГОСТ 23949-80. Вольфрам – самый тугоплавкий из известных материалов, его температура плавления 3600 °С. Электрод из чистого вольфрама не применяют, так как не обеспечивает устойчивого горения дуги. Для повышения стабильности дуги в эти электроды добавляют до 2 % активирующих веществ, как диоксид тория (электрод ЭВТ-15), оксиды лантана (ЭВЛ-10) и иттрия (ЭВИ-3). Введение этих веществ уменьшает блуждание дуги и на 15 % повышает допустимый сварочный ток. Электрод с содержанием тория редко применяется из-за естественной радиоактивности, чаще всего используют иттрированные вольфрамовые электроды,

так как они имеют наивысшую стойкость. Выпускают электроды диаметром от 0,2 до 12 мм, ориентировочно выбирают из расчета 100 А на 1 мм диаметра электрода.

Форма заточки электрода также влияет на параметры шва, поэтому перед сваркой рабочий конец электрода затачивают под углом 60° на длине двух-трех диаметров. С уменьшением угла заточки и диаметра притупления в некоторых пределах глубина проплавления возрастает.

Сварку неплавящимся электродом ведут на постоянном токе прямой полярности. В этом случае дуга горит устойчиво при напряжении от 10 до 15 В и минимальном токе 10 А, что обеспечивает возможность сварки малых толщин металла (от 0,8 до 1,0 мм).

При постоянном токе обратной полярности устойчивость горения уменьшается, поэтому сварку проводят при повышенных напряжениях дуги, что приводит к снижению стойкости вольфрамового электрода. Преимущество дуги обратной полярности в том, что при ее действии с ее поверхности свариваемого металла удаляются оксиды. С учетом этих особенностей дуги не применяют непосредственно в сварочном процессе, а для удаления оксидов с поверхности свариваемого металла при сварке алюминия, магния и их сплавов, применяя для питания дуги переменный ток.

Для сварки деталей малых толщин (до 1,5 мм) стыковым швом используют импульсный режим, это позволяет регулировать тепловложение в свариваемый металл, исключить возможность перегрева и прожога свариваемых кромок, обеспечить хорошее формирование лицевой и обратной стороны шва. При сварке в импульсном режиме между электродом и заготовкой горит постоянная дежурная дуга для обеспечения ионизации дуги, затем накладывают на нее более мощные импульсные дуги заданной длительности, следующие через паузы определенной продолжительности. На рисунке 1 приведена диаграмма тока в сварочном процессе: основной ток I_{AMP} подается на время t_{puls} , затем он падает до дежурного значения $I_{AMP\%}$ на время t_{pause} , затем опять возрастает до основного.

Величины тока, длительность импульса и паузы подбираются опытным путем в зависимости от конструкции узла и физических свойств свариваемого материала с учетом следующих рекомендаций:

– тем меньше длительности импульса, чем лучше зажигается дуга и шов получается лучше;

– при сварке двух листов с различными толщинами нужно подбирать значения уменьшенного тока и длительности тока паузы так, чтобы тонкий лист продолжался расплавляться при них, а основной ток сварки должен обеспечить проплавку толстого листа.

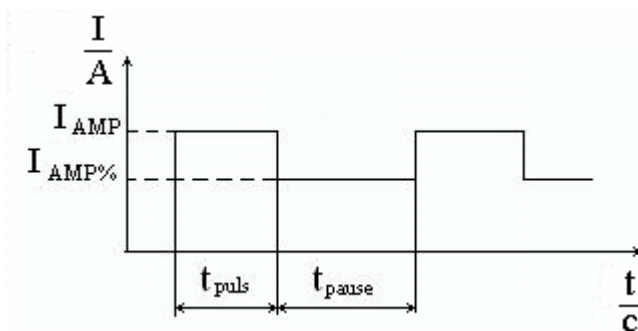


Рисунок 1 – Диаграмма изменения тока во времени при импульсно-дуговой сварке

Для проведения сварки в импульсном режиме сварочный аппарат снабжают дополнительным генератором импульсов, который выдает кратковременный ток по задаваемым параметрам (основной и дежурный токи, длительности импульса и паузы).

В настоящее время широко применяют инверторное сварочное оборудование, с помощью которого можно проводить сварку на токах до 500 А как в импульсном режиме, так и в обычных режимах при различных формах внешней характеристики, оно более компактно по сравнению с классическими массивными сварочными трансформаторными аппаратами этого класса и по мощности ($I_{сварка}$) им не уступает. В отличие от обычных сварочных выпрямителей, у которых силовой трансформатор работает на частоте сетевого напряжения 50 Гц, сварочный инвертор использует ток высокой частоты (десятки килогерц). Повышение частоты тока до 100кГц, протекающего через силовой ферритовый трансформатор, позволило существенно уменьшить его массу и габариты. Если у обычных выпрямителей величина, характеризующая отношение сварочного тока к массе, равна 1-1,5 А/кг, то у сварочных инверторов этот показатель вырос многократно. Например, сварочный инвертор Triton 220 DC имеет отношение сварочного тока к массе, равное 13,75 А/кг.

Основным принципом работы сварочного инвертора является многократное поэтапное преобразование электрической энергии. Можно выделить основные этапы преобразования тока в сварочном инверторе:

1) выпрямление переменного сетевого напряжения частотой 50 Гц в первичном выпрямителе, собранном из силовых диодов по мостовой схеме;

2) преобразование полученного выпрямленного напряжения с повышенными пульсациями в переменное напряжение высокой частоты с помощью инвертирующего преобразователя;

3) понижение переменного напряжения высокой частоты импульсным высокочастотным трансформатором до значения, соответствующего напряжению сварки, с формированием необходимого вида вольтамперной характеристики;

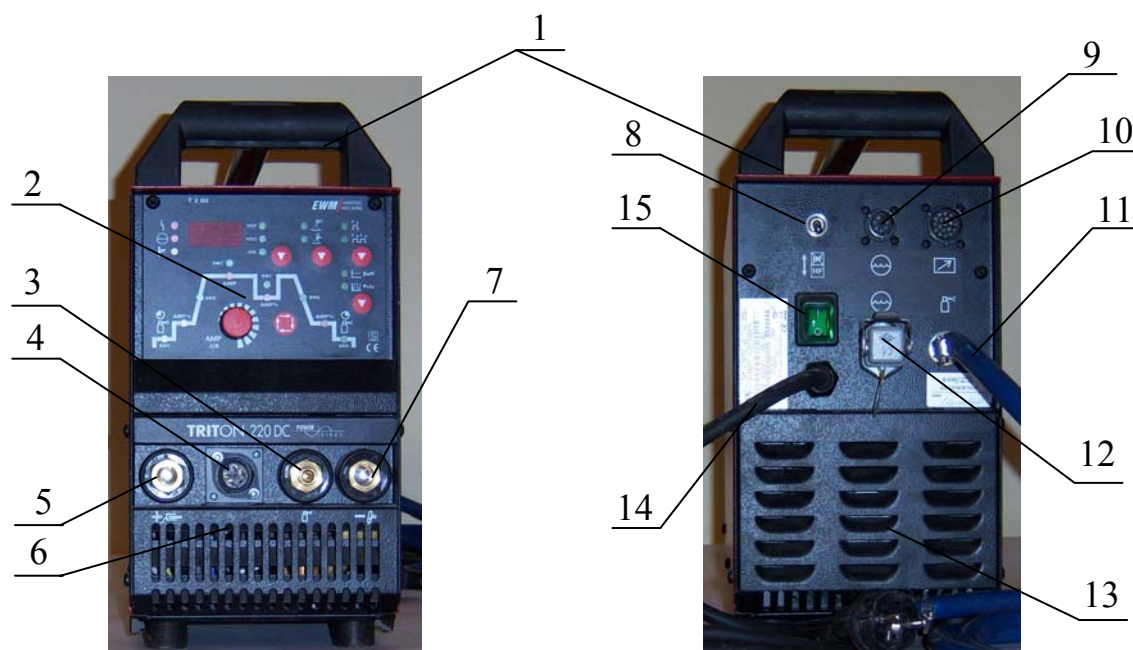
4) преобразование вторичным выпрямителем переменного напряжения высокой частоты, имеющего величину сварочного напряжения, в постоянное напряжение со сглаживанием пульсаций тока.

Таким образом, практическая часть лабораторной работы будет выполняться на оборудовании инверторного типа, которое обеспечит удобство в работе и точность регулирования параметров сварочного процесса.

3 Оборудование для выполнения лабораторной работы

Для выполнения лабораторной работы используется инверторный сварочный аппарат TRITON 220 DC (рисунок 2) производства фирмы EWM HIGHTEC WELDING, Германия, который позволяет проводить сварку в обычном (ручная дуговая сварка) и импульсном режиме при постоянном токе (сварка в защитном газе аргона или гелия). Панель управления сварочного аппарата, с помощью которого устанавливают параметры и режимы сварки, представлена на рисунке 3.

Применение сварочного аппарата TRITON 220 DC позволяет упростить сварочный пост, в нашем случае он состоит из самого аппарата, редуктора и баллона с газом. Схематически аппарат изображен на рисунке 4.



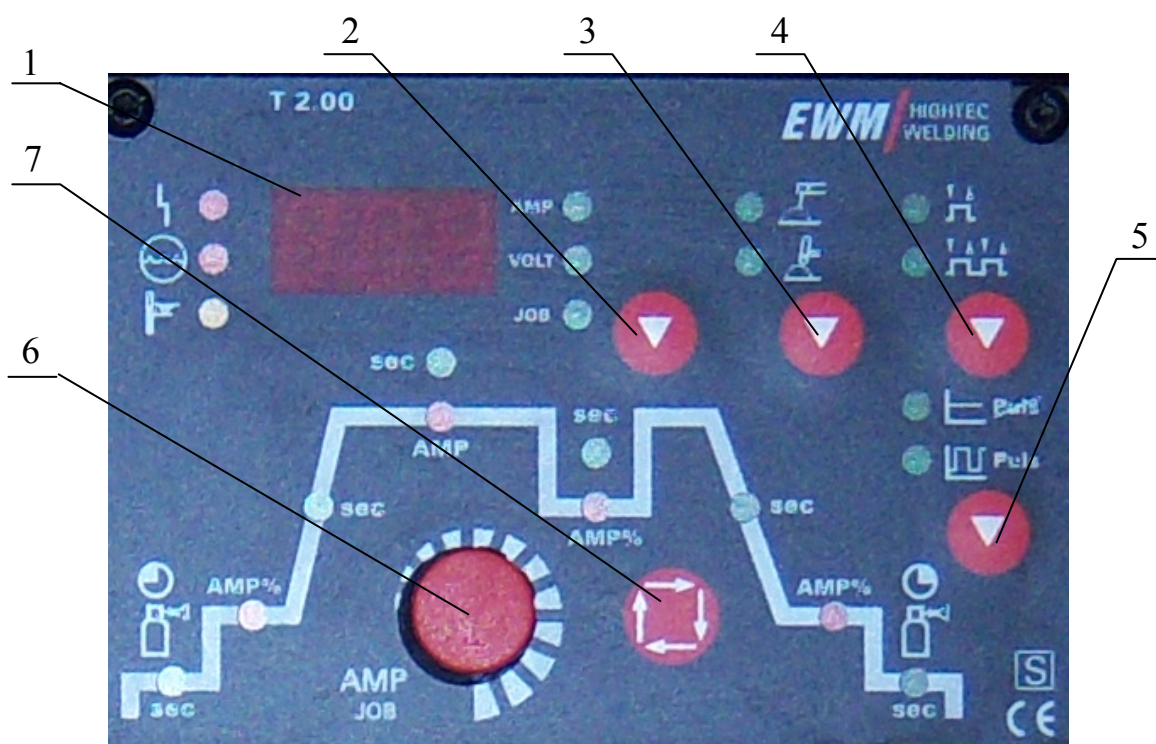
1 – ручка для транспортировки; 2 – панель управления; 3 – присоединительный ниппель для подачи защитного газа в сварочную горелку; 4 – 8-контактная розетка для подключения кабеля управления горелки; 5 – подключение кабеля массы; 6 – вентиляционные воздухозаборные отверстия ; 7 – подключение горелки; 8 – переключатель выбора способа зажигания дуги; 9 – 8-контактная розетка для подключения кабеля управления охладителя; 10 – 19-контактная розетка подключения устройства дистанционного управления; 11 – присоединительный ниппель подачи защитного газа в редуктор; 12 – 5-контактная розетка для подачи напряжения питания охладителю; 13 – вентиляционные воздуховыпускные отверстия; 14 – сетевой кабель; 15 – выключатель сварочного аппарата.

Рисунок 2 – Сварочный аппарат TRITON 220 DC

Сварочный аппарат имеет следующие технические характеристики:

Габаритные размеры.....	480x185x390 мм
Масса.....	16 кг
Напряжение питающей сети (в скобках указаны допуски).....	230 В (-40 %; +15 %)
Максимальная потребляемая мощность.....	5,8 кВ·А
Рекомендуемая мощность генератора.....	7,8 кВ·А

cos φ / КПД.....	1,0/89 %
Охлаждение горелки.....	газ или вода
Диапазон регулирования:	
Сварочный ток.....	3-220 А
Напряжение дуги.....	10,1-18,8 В
Стандарты изготовления.....	IEC 60974, EN 60974, EN 50199



1 – цифровой дисплей; 2 – кнопка переключения между режимами амперметра, вольтметра и выбора номера задания; 3 – кнопка переключения между режимами ручной сварки и сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа; 4 – кнопка включения 2-тактного или 4-тактного режима при импульсной сварке; 5 – кнопка переключения между обычным и импульсным режимами; 6 – ручка-регулятор для установки параметров сварки; 7 – кнопка выбора параметра сварки.

Рисунок 3 – Панель управления сварочного аппарата TRITON 220 DC

Для часто выполняющихся сварочных работ составляют до 8 заданий (JOB 0...JOB 7), параметры которых сохраняются в памяти аппарата и используются

при необходимости. При включении аппарат переходит в режим JOB 0, в котором ручка-регулятор6 на панели управления (рисунок 3) функционируют независимо от кнопки 7. В режимах JOB 1 ... JOB 7 ручка-регулятор задействуется только при загорании соответствующего индикатора на панели управления нажатием кнопки выбора параметра 7.

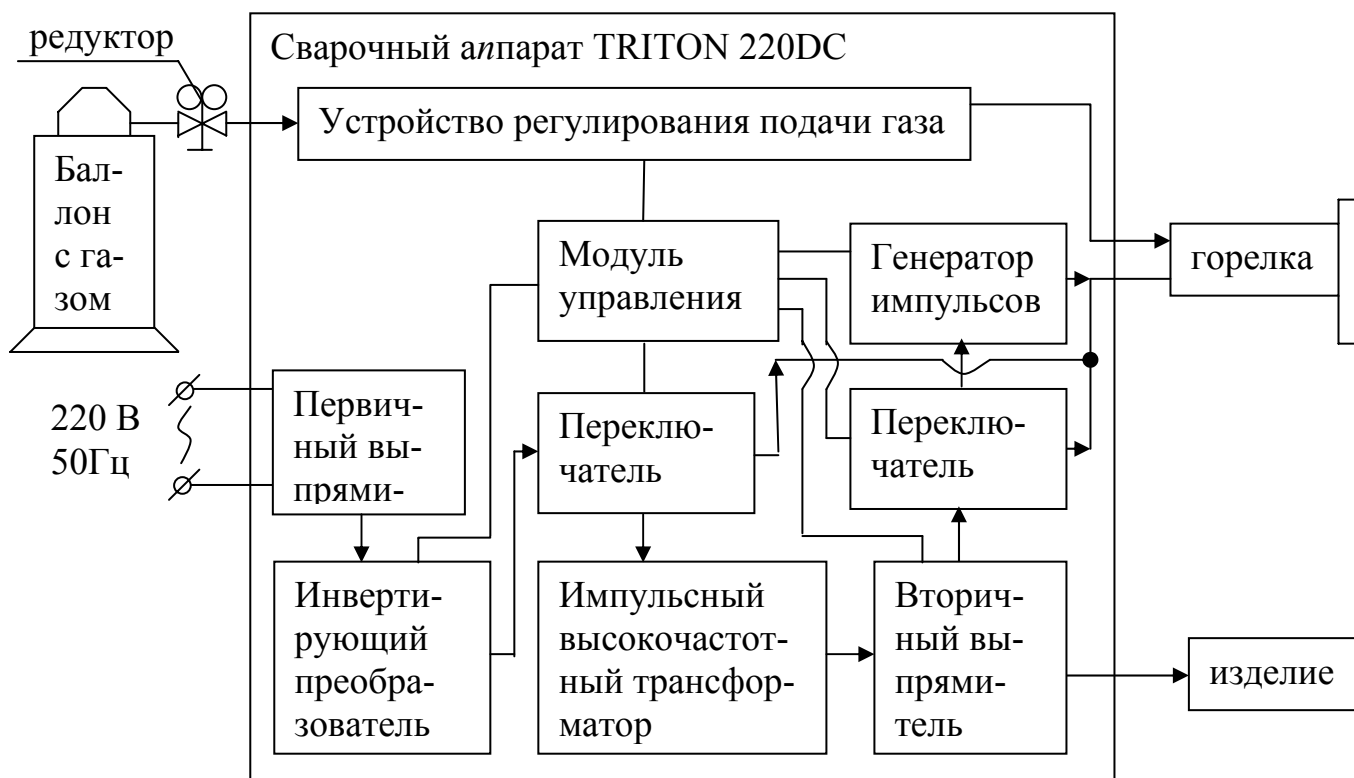


Рисунок 4 – Структурная схема сварочного аппарата

Нажатием на кнопку выбора параметра сварки 7 (рисунок 3) устанавливают время предварительной подачи газа (загорается индикатор sec со знаком баллона на белой ломаной линии), стартовый ток (индикатор AMP), время нарастания тока (следующий индикатор sec на белой ломаной линии), основной сварочный ток (второй индикатор AMP), время импульса сварки (индикатор sec над вторым индикатором AMP), уменьшенный ток (индикатор AMP%), время тока паузы (индикатор sec над индикатором AMP%), время спада тока (следующий индикатор sec), ток заварки кратера (третий индикатор AMP), время продувки газа (последний индикатор sec с баллоном на белой ломаной линии, соответствующие индикаторы расположены под

кнопкой 7). Для изменения параметров сварки поворачивают ручку-регулятор 6 при загорании соответствующего индикатора, их значения будут отображены на цифровом дисплее 1.

Для управления процессом сварки применяются горелки с кнопками, тумблерами или их сочетание. При нажатии на кнопку с последующим отпусканием или включении с последующим выключением тумблера сварочный аппарат возбуждает дугу и продувает газ по двум или четырем тактам (переключение между этими режимами осуществляют нажатием кнопки 4). Циклограмма 2-тактного режима сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа представлена на рисунке 5.

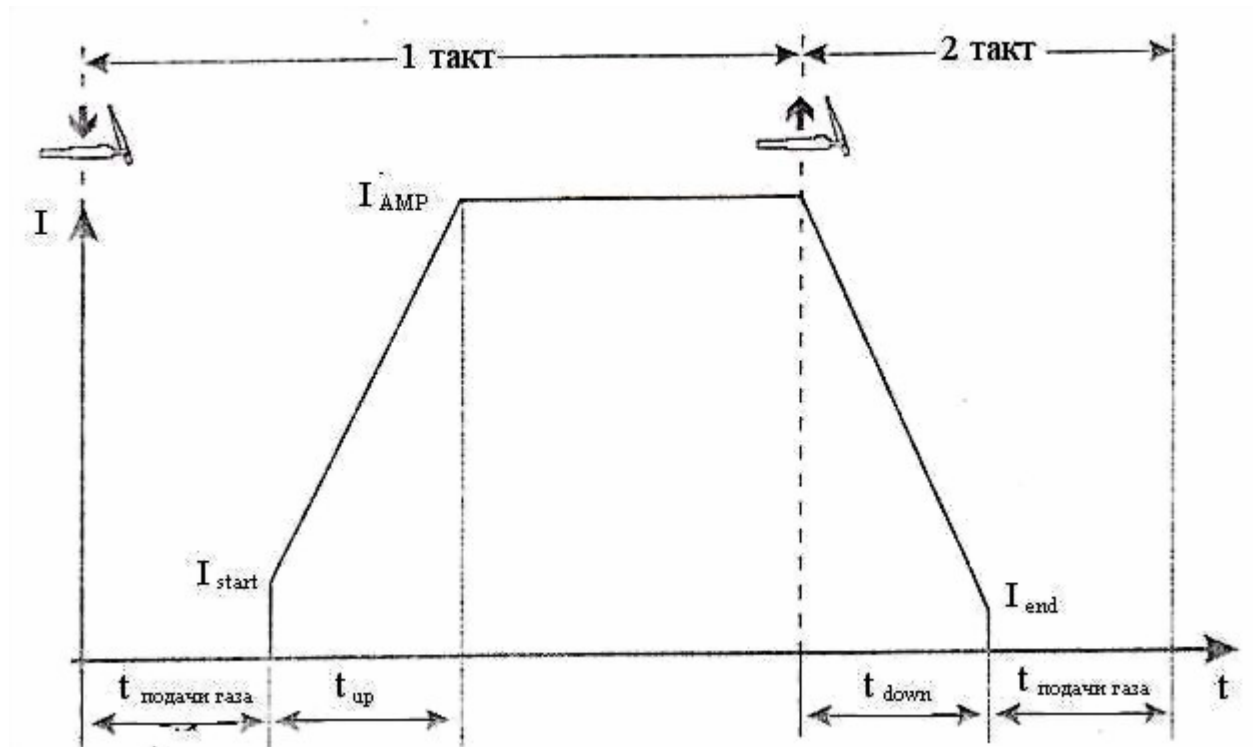


Рисунок 5 – Циклограмма 2-тактного режима сварки

Первый такт начинается с нажатия и удержания кнопки горелки и, пока она нажата, аппарат начинает отсчет времени подачи защитного газа до начала сварки ($t_{\text{подачи газа}}$), загорается дуга, сварочный ток достигает установленного значения стартового тока (I_{start}) и в течение заданного времени нарастания (t_{up}) увеличивается до величины основного сварочного тока I_{AMP} . Второй такт начинается с отпускания кнопки горелки, сварочный ток в течение заданного времени спада (t_{down}) уменьша-

ется до значения тока заварки кратера (I_{end}), дуга гаснет и начинается отсчет времени продувки газа после окончания сварки ($t_{подачи\ газа}$).

Сварочный аппарат TRITON 220 DC оборудован импульсным генератором и позволяет проводить сварку импульсно-дуговой при постоянном токе. Циклограмма 2-тактного режима импульсной сварки представлена на рисунке 6.

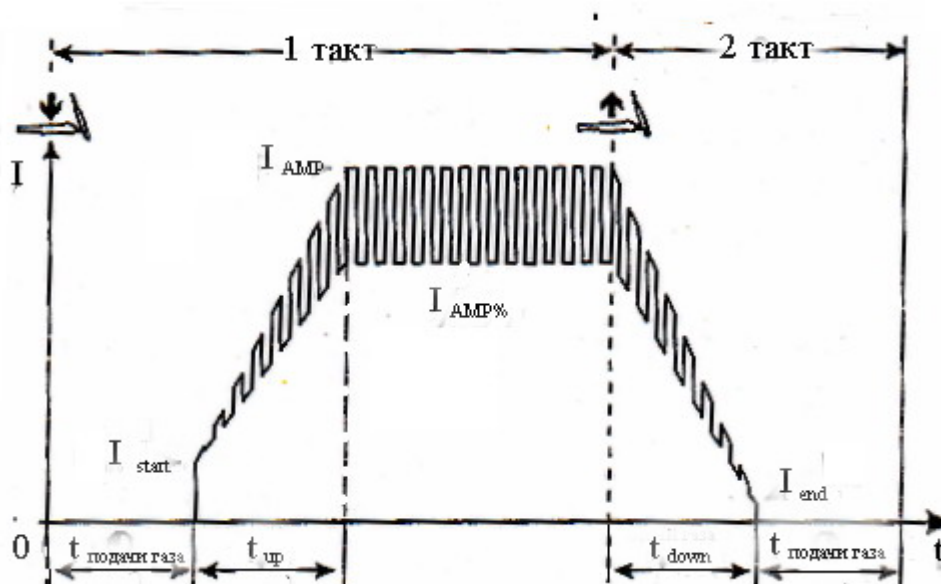


Рисунок 6 – Циклограмма 2-тактного режима импульсной сварки

4 Порядок выполнения лабораторной работы

4.1 Получить у преподавателя 6 пластин из нержавеющей стали 12Х18Н9Т толщиной 0,5, 2 и 6 мм (по две штуки одной толщины).

4.2 Установить 2-тактный режим импульсно-дуговой сварки вольфрамовым электродом нажатием кнопок 3, 4 на панели управления.

4.3 Под руководством преподавателя подбирать значения параметров сварки в соответствии с рекомендациями по процессу, чтобы шов получился прочным и ровным. Сварку проводят встык для пластинок одинаковой толщины и внахлест для пластинок разной толщины.

Параметры сварки выбирают в следующих диапазонах:

- время предварительной подачи газа: от 0,1 до 5,0 с;
- стартовый ток I_{start} в процентном соотношении к основному току: от 0 до 100 %;

- время нарастания тока t_{up} : от 0,1 до 20,0 с;
- основной сварочный ток I_{AMP} : от 3 до 200 А;
- длительность импульса сварки t_{puls} : от 0,01 до 10,0 с;
- уменьшенный ток $I_{AMP\%}$ в процентном соотношении к основному току: от 0 до 100 %;
- длительность паузы между импульсами t_{pause} : от 0,01 до 10,0 с;
- время спада тока t_{down} : от 0,1 до 20,0 с;
- ток заварки кратера t_{end} в процентном соотношении к основному току: от 0 до 100 %;
- время продувки газа: от 0,1 до 20,0 с;

В начале сварки продувают газом для удаления воздуха, поэтому время предварительной подачи газа выбирают так, чтобы вокруг будущего шва образовалась атмосфера из защитного газа, но при этом его расход был минимальным. Величина стартового тока должна обеспечить предварительную ионизацию газа, время нарастания тока до основного обеспечивает скорость выхода на рабочий режим. Уменьшенный ток должен поддерживать ионизацию газа в паузе между импульсами, за время паузы между импульсами определенное количество тепла должно перейти в окружающую среду для предотвращения пережога деталей. В конце процесса ток должен падать до значения заварки кратера в течение определенного времени, при котором доваривается шов. Затем ток падает до нуля, но продолжается продувка газа в течение определенного времени, чтобы детали успели охладиться до температуры, при которой окисление на воздухе уже не происходит.

Подбор осуществляется путем изменения значений тока, времени паузы и импульса через одинаковый шаг с постоянным визуальным контролем качества шва. Зажигание дуги рекомендуется осуществлять в высокочастотном режиме с помощью переключателя 8 на задней панели аппарата.

Например, для сварки двух стальных пластинок толщинами по 0,5 мм устанавливают вольфрамовый электрод диаметром 3 мм, время предварительной подачи газа 0,5 с, стартовый ток 60 % от основного, время нарастания тока 1 с, основной сварочный ток 40 А, длительность импульса 0,1 с, уменьшенный ток 60 % от основ-

ного, длительность паузы между импульсами 0,1 с, время спада тока 1 с, ток заварки кратера 50 % от основного и времени продувки газа 1 с, а для сварки стальных пластинок толщинами 0,5 и 5 мм – вольфрамовый электрод диаметром 3 мм, время предварительной подачи газа 0,5 с, стартовый ток 60 % от основного, время нарастания тока 1 с, основной сварочный ток 60 А, длительность импульса 0,1 с, уменьшенный ток 80 % от основного, длительность паузы между импульсами 0,35 с, время спада тока 1 с, ток заварки кратера 50 % от основного и время продувки газа 1 с (приложение А).

После выявления всех параметров режима сварки, при которых шов получился ровным и прочным, их заносят в таблицу А.1.

4.5 По результатам опытов сделать выводы по типам соединения, форме и размерам шва.

5 Содержание отчета

5.1 Цель работы.

5.2 Описание процесса сварки в защитных газах и его особенности в импульсном режиме.

5.3 Режим сварки образцов.

6 Контрольные вопросы

6.1 В чем сущность процесса сварки в среде защитного газа?

6.2 Какие особенности имеет процесс сварки вольфрамовым электродом в среде инертного газа?

6.3 В чем преимущество сварки в защитных газах неплавящимся электродом по сравнению с другими способами сварки?

6.4 Кратко опишите основные функции сварочного аппарата TRITON 220 DC.

6.5 Назовите особенности инверторного сварочного аппарата.

6.6 Назовите основные параметры режима сварки.

6.7 Область применения сварки неплавящимся электродом в среде инертного газа.

6.8 Опишите процесс импульсно-дуговой сварки.

Список использованных источников

1 Богодухов, С.И. Технологические процессы в машиностроении : учебник для вузов / С.И. Богодухов [и др.]; под общ. ред. С.И. Богодухова. – М. : Машиностроение, 2009. – 640 с. – ISBN 978-5-217-03408-6.

2 Дальский, А. М. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов / А. М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А. М. Дальского. – 6-е изд., испр. и доп. – М. : Машиностроение, 2005. – 592с. – ISBN 5-217-03311-8.

3 Пейсахов, А. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учебник для студентов немашиностроительных специальностей / А. М. Пейсахов, А. М. Кучер. – СПб. : Изд-во Михайлова В. А., 2003. – ISBN 5-8016-0220-8.

