

## **Уважаемые студенты!**

### **Задание:**

1. Прочтите приведенный ниже конспект лекции.
2. Напишите конспект лекции в тетрадь объемом не менее 8 страниц рукописного текста.
3. Ответьте письменно на контрольные вопросы.
4. Письменный отчет конспекта лекции и ответов на вопросы в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail ([tamara\\_grechko@mail.ru](mailto:tamara_grechko@mail.ru)).

**Примите к сведению**, что данная лекция проводится на двух занятиях (21.03.2023 г. и 22.03.2023 г.).

**Обратите внимание!!!** В случае возникновения вопросов по теоретическому материалу лекции обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

## **ЛЕКЦИЯ**

### **Тема: Контактная сварка**

**Цель:** Изучить основные сведения о сварке давлением, особенности способа контактной сварки

#### ***План***

- 1 Основные сведения о сварке давлением
- 2 Особенности способа контактной сварки
- 3 Точечная контактная сварка
4. Шовная сварка

### **1. Основные сведения о сварке давлением**

**Сварка давлением**— сварка, при которой в области контакта двух металлических поверхностей происходит деформация, в результате чего образуется сварное соединение. Осуществляется за счёт взаимодействия (объединения электронных оболочек) атомов металлов двух свариваемых поверхностей. При этом качество самой сварки зависит от многих факторов:

- уровня приложенных усилий,
- качества подготовленных поверхностей,
- способности металла подвергаться деформации.

Сваркой давлением возможно соединение сплавов металлов между собой, металлов с полупроводниками и керамиками, пластмассами и т. д.

**Контактная сварка** — процесс образования неразъемных соединений конструкционных металлов в результате их кратковременного нагрева электрическим током и пластического деформирования усилием сжатия, со стороны электродов. В настоящее время ~50% всех сварных соединений выполняются с помощью контактной сварки,

### **Классификация способов контактной сварки**

Известные способы сварки классифицируются по ряду технических и технологических признаков (ГОСТ 19521—74):

- 1) по технологическому способу (форме) соединений
  - Точечная контактная сварка
  - Шовная (роликовая) контактная сварка
  - Рельефная контактная сварка
  - Стыковая контактная сварка
  
- 2) по конструкции соединения:
  - нахлесточные
  - стыковые (торцевые) соединения,
- 3) по предельному состоянию металла в зоне сварки
  - с расплавлением металла и без расплавления;
- 4) по числу одновременно выполняемых соединений (швов)
  - одно- и многоточечная, сварка одним или сразу несколькими швами, одновременная сварка одного или нескольких стыков;
- 5) по способу подвода и роду сварочного тока :
  - с кондукционным (контактным) подводом тока
  - с индукционным нагревом,
  - сварка импульсом переменного тока
  - сварка униполярным импульсом (изменяющийся во времени ток одной полярности);
- 6) по применению дополнительных защитных или связующих компонентов (грунтов, эмалей, клеев, припоев)
  - сварка по слою грунта,
  - клеесварные
  - сварно-паяные конструкции.

### Области применения контактной сварки

Вид сварки	Свариваемые металлы	Область применения
Точечная (одно- и многоточечная)	Сталь углеродистая, легированная, цветные сплавы	Листовой прокат толщиной до 20 мм, крестообразные соединения арматуры железобетона
Шовная	То же	Листовой прокат толщиной до 3 мм при изготовлении секций тонкостенных труб, газопроводов.
Стыковая		
сопротивлением	Сталь, алюминий, медь, сплавы меди и алюминия	Стержни с площадью сечения до 300 мм <sup>2</sup> , трубы диаметром до 40 мм (с газовой защитой), проволока диаметром от 6 до 8 мм
непрерывным оплавлением	Сталь углеродистая и легированная, алюминий, медь, их сплавы	Стержни, рельсы, толстостенные трубы с площадью сечения до 3000 мм <sup>2</sup> . Профильный и листовой прокат, тонкостенные трубы с площадью сечения до 6000 мм <sup>2</sup> и выше
прерывистым оплавлением	То же	Профильный прокат, рельсы, трубы и т. д. Площадь сечения этих элементов в мелкосерийном производстве более 300, в массовом производстве более 1000 мм <sup>2</sup>

В настоящее время в промышленном строительстве контактную сварку применяют при изготовлении в стационарных условиях сеток, каркасов и других арматурных изделий железобетонных конструкций. Точечную сварку используют при изготовлении конструкций из открытых профилей стального проката с толщиной стенок до 6 мм. Стыковой сваркой соединяют короткогабаритные элементы из отходов проката для последующего его применения в конструкциях. Рельефная сварка осуществляется редко.

Области применения контактной сварки в промышленности и строительстве и перечень металлопродукции с соединениями приведены в таблице.

При изготовлении алюминиевых конструкций и изделий предусмотрена стыковая сварка угловых соединений рам окон и витражей из профильных элементов. Стыковой сваркой соединяют медные и

алюминиевые провода (кабели) при электромонтажных работах.

## 2 Особенности способа контактной сварки

Контактную сварку осуществляют с применением нагрева и давления, при этом для нагрева используют тепло, выделяющееся в контакте свариваемых частей при прохождении электрического тока.

Надлежащее качество сварных соединений для большинства видов контактной сварки (кроме стыковой сопротивлением) достигается нагревом металла в зоне сварочных контактов до расплавления, а прилегающих к этой зоне участков металла — до пластического состояния, обеспечивающего необходимую деформацию их под действием усилия сжатия.

Количество тепла  $Q$ , выделяемого в зоне сварки, можно определить по формуле Джоуля-Ленца :

$$Q=I^2Rt$$

где  $I$  — сварочный ток. А;

$R$  — общее активное сопротивление зоны сварки, Ом;

$t$  — время действия тока, с.

Сопротивление  $R$  в зоне сварки обычно незначительно. Время действия тока  $I$  назначают минимальным (секунды, доли секунд), с тем чтобы избежать излишних тепловых потерь. Нагрев при контактной сварке достигается применением в сварочной цепи тока  $I$  больших значений (150 кА и более) при этом напряжение обычно не превышает 30 В.

### Отличительные особенности основных видов контактной сварки

К особенностям контактной сварки, затрудняющим применение ее в условиях строительства, следует отнести большие установочные мощности контактных машин (до 1000 кВт А и более), вызывающие необходимость подключения их к отдельному фидеру электрической сети; узкая специализация машин по видам сварных соединений (стыковые, точечные и др.); необходимость в большинстве случаев доставки к машинам заготовок изделий или конструкций; сложность контроля качества сварных соединений.

Вид контактной сварки	Особенность сварки
Точечная	Сварное соединение образуется между торцами электродов, подводящих ток и передающих усилие сжатия
Шовная	Соединение свариваемых частей происходит между вращающимися роликовыми электродами, подводящими ток и передающими усилие сжатия
Рельефная	Соединение свариваемых деталей создается на отдельных участках их геометрической формы, в том числе по выступам

Стыковая	Свариваемые части соединяют по поверхности стыкуемых торцов
В том числе:	
оплавлением	Нагрев металла осуществляется с оплавлением стыкуемых торцов
сопротивлением	То же, без оплавления стыкуемых торцов

### **Подготовка элементов к контактной сварке**

Перед сваркой обрезают, правят и взаимно подгоняют соединяемые элементы, а также очищают поверхности металла от ржавчины, окалины, смазки и других загрязнений.

Для стыковой сварки сопротивлением необходима тщательная обработка и подгонка торцов перпендикулярно оси заготовок без местных зазоров. При сварке труб торцы их совместно фрезеруют одной дисковой фрезой с последующей зачисткой напильником.

Для стыковой сварки оплавлением допускается менее тщательная подготовка торцов. Элементы можно нарезать на пресс-ножницах, механической пилой или кислородной резкой, после чего поверхности реза очищают от окалины и шлака.

Обработка элементов для точечной и шовной сварок обычно заключается в обрезке кромок (при наличии неровностей), правке и очистке листового металла в зоне соединения.

Очистку металла под контактную сварку осуществляют металлическими щетками (ручными или приводными), песко- или дробеструйными аппаратами, а также травлением в растворах кислот с последующей нейтрализацией в щелочной среде и промывкой в проточной воде.

При подготовке элементов, подлежащих стыковой сварке, очищают торцевые поверхности и участки металла в местах закрепления в зажимах сварочной машины. Листовые элементы перед точечной и роликовой сваркой очищают с двух сторон на ширине не менее 30—50 мм в местах расположения сварных точек или швов.

При недостаточно очищенной поверхности металла заметно снижается качество сварных соединений и одновременно резко повышается износ электродов машин.

Во избежание возникновения дефектов, при сборке листовых элементов под точечную или шовную сварку, следует обеспечивать плотное взаимное прилегание их, не допуская зазоров более 0,5 мм на длине 100 мм.

В целом, перед началом сварки поверхность должна: обеспечивать минимальное сопротивление между деталью и электродом; обеспечивать равное сопротивление на всей протяженности контакта; свариваемые детали должны иметь гладкие поверхности без выпуклостей и впадин.

## Оборудование и инструмент для контактной сварки

### 1 Машины для контактной сварки

Оборудование для контактной сварки бывает: неподвижным; передвижным; подвешенным или универсальным. Машины для сварки по роду тока бывают постоянного и переменного тока (трансформаторные, конденсаторные). По способам сварки бывают точечные, шовные стыковые и рельефные.

Все сварочные устройства точечной сварки состоят из трех частей: электросистемы; механической части; водяного охлаждения. Электрическая часть отвечает за расплавление деталей, контроль циклов работы и отдыха, а также устанавливает текущие режимы. Механическая составляющая представляет собой пневматическую или гидравлическую систему с различными приводами. Если установлен только привод сжатия, то перед нами точечная разновидность, шовные имеют еще и ролики, а стыковые систему сжатия и осадки изделий. Водяное охлаждение состоит из первичного и вторичного контура, разводящих штуцеров, шлангов, вентиля и реле.

Практически все машины, имеют в своей конструкции — импульсный прерыватель тока. С его помощью удастся получить качественную сварку деталей из нержавеющей стали и цветных металлов. Прерыватели бывают двух типов: ламповые и механические.

### 2 Прерыватели тока

В процессе сварки необходимо периодически, а часто с весьма большой частотой включать и выключать. Для этой цели применяют прерыватели нескольких типов: простые механические контакторы, электромагнитные (синхронные и асинхронные), электронные приборы (тиратронные и игнитронные).

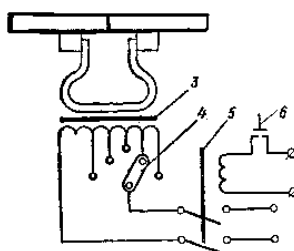


Рисунок 34.1 – Электрическая схема контактной машины:

1 – контактная колодка; 2 – свариваемое изделие; 3 – сварочный трансформатор; 4 – регулятор тока; 5 – электромагнитный прерыватель тока, ; 6 – включающая кнопка

*Механические контакторы* применяют главным образом на стыковых и точечных машинах неавтоматического действия небольшой мощности. Включение и выключение тока этими контакторами осуществляют асинхронно.

*Электромагнитные контакторы* применяют для стыковой, точечной и шовной сварки на машинах малой и средней мощности.

*Электронные прерыватели* обеспечивают синхронное включение и выключение тока со строго определенной продолжительностью импульсов тока и пауз. Их применяют для всех типов контактных машин автоматического действия.

### **3 Электроды для контактной сварки**

Электроды не только замыкают электрический контур, но и служат отводом тепла от сварного соединения, передают механическую нагрузку, в ряде случаев помогают передвигать заготовку (роликовые).

Такое использование обуславливает ряд жестких требований, которым должны соответствовать электроды. Они должны выдерживать температуру свыше 600 градусов, давление до 5 кг/мм<sup>2</sup>. Именно поэтому их изготавливают из хромовой бронзы, хромциркониевой бронзы или кадмиевой бронзы. Но даже такие мощные сплавы не способны долго выдерживать описанные нагрузки и быстро выходят из строя, снижая качество работ. Размер, состав и другие характеристики электрода подбираются исходя из выбранного режима, типа сварки и толщины изделий

### **Техника безопасности при контактной сварке**

Основные мероприятия по технике безопасности при контактной сварке связаны с возможностью поражения оператора электрическим током, ожогов от брызг или выплесков, травм, связанных с наличием движущихся частей привода усилия или подачи деталей.

Вторичное напряжение трансформатора сварочных машин не превышает 24 В и не опасно для человека. Наибольшая опасность возникает при контакте с элементами, связанными с первичной обмоткой сварочного трансформатора, где напряжение обычно составляет 220...380 В, а при использовании конденсаторных машин напряжение на выпрямителе может достигать 1000 В. Кроме того, иногда возможен пробой или замыкание первичной обмотки трансформатора на вторичный виток. Поэтому вторичный контур машины так же, как и шкаф управления, надежно заземляют. Сечение заземляющего провода должно быть не менее 4 мм<sup>2</sup> для открытой проводки и 5 мм<sup>2</sup> для закрытой.

Все элементы управления — кнопки, педали и т.п. — обычно питаются напряжением, не превышающим 36 В. Во время работы дверцы машины и шкафа управления должны быть закрыты. Блокировочные устройства, например, на конденсаторных машинах, должны быть в исправности. Для быстрого отключения машины от сети необходимо обеспечить легкий доступ

к рубильникам, кнопкам и другим отключающим устройствам. Пол перед машиной должен быть сухим и застлан резиновым ковриком. К работе на машине допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию и прошедшие инструктаж по технике безопасности. Если возникла какая-либо неисправность, следует немедленно прекратить работу и сообщить об этом мастеру или наладчику.

При зачистке и смене электродов, установке узлов в контуре машины следует соблюдать меры предосторожности для исключения возможности случайного перемещения электрода и травмы рук. Для включения привода усилия рельефных машин рекомендуется использовать две кнопки, чтобы были заняты обе руки сварщика. Для защиты от ожогов сварщик должен иметь очки с прозрачными стеклами, спецодежду и рукавицы. Пространство зажимного механизма стыковых машин следует закрывать откидным щитком, а при сварке на мощных машинах пространство вокруг них огораживать ширмами. Стыковая сварка сопровождается выделением паров металла и брызгами. Особенно вредные вещества выделяются при соединении цветных металлов или сталей с легкоплавкими покрытиями. В последнем случае помимо общей приточно-вытяжной вентиляции рекомендуется и местная вентиляция.

### **3 Точечная контактная сварка**

В данном случае сварка происходит в одной или одновременно в нескольких точках. Прочность шва состоит из множества параметров.

На качество работ влияет: форма и размер электрода; сила тока; сила давления; длительность работ и степень очистки поверхности. Современные аппараты точечной сварки способны работать с эффективностью 600 сварных соединений в минуту для разнообразных конструкций из стальных листов толщиной до 20 миллиметров.

При точечной сварке металлов свариваемые детали привариваются друг к другу в одной либо нескольких точках – отсюда и название. Прочность соединения зависит от структуры и размеров точки, которые, в свою очередь, определяются свойствами электродов, сварочного тока, времени протекания тока через детали, усилия сжатия и самих поверхностей соединяемых деталей.

#### **Преимущества точечной сварки**

Достоинства этого метода соединения различных металлов:

– Возможность сварки тонких и очень тонких деталей из металлов различной природы (в том числе и дорогостоящих или легкоплавких



сплавов). Во многих случаях такая возможность бывает весьма полезной, а аппарат точечной сварки – незаменимой машиной.

- Хорошие прочностные характеристики сварочного соединения, а также хороший внешний вид соединений. Соединения, полученные контактной сваркой, не подвержены старению, структура металла в зоне сварки практически не меняется, за исключением некоторого увеличения размера зерен.
- Высокая производительность контактной точечной сварки. Существуют машины контактной точечной сварки, позволяющие выполнять до восьмисот сварочных точек в минуту.
- Возможность полной автоматизации процесса точечной сварки. Все большее распространение приобретают автоматизированные машины контактной сварки, сварочные роботы и т.д. Это позволяет существенно сократить затраты труда, снизить себестоимость оборудования и повысить продуктивность работы.
- Экономичное расходование электродов, электрической энергии и других материалов.
- Низкая себестоимость сварных точек достаточно за счет экономичного расходования материалов, высокой производительности аппарата и длительного срока его службы.
- Низкие требования к квалификации персонала
- Высокая культура и хорошие гигиенические условия технологического процесса.

### **Принцип действия точечной сварки**

Точечная сварка – разновидность контактной. При этом сварное соединение образуется посредством нагревания металла с помощью пропускаемого через него тока и пластической деформации сварной зоны под воздействием сжимающих усилий.

В основе контактной сварочной технологии лежит разогрев металла под воздействием электричества по закону Джоуля-Ленца. При сварке ток идет между электродами, проходя при этом через металл свариваемых деталей. При этом электроды изготавливают из материалов с хорошей электропроводностью, чтобы сопротивление контакта детали и электрода было наименьшим.

За счет наибольшего сопротивления контакта деталей между собой наибольший нагрев происходит именно там. При этом нагрев и плавление металла приводит к появлению литых ядер сварных точек. Как правило, их диаметр составляет 4-12 миллиметров.



Рисунок 34.2 - Схема точечной сварки  
1 – заготовки, 2 – электрод

### Методы точечной сварки

Методы точечного соединения металла можно разделить на две группы: мягкие и жесткие.

**Мягкие режимы** отличаются плавным нагревом деталей с помощью умеренного тока (плотность тока на поверхности электродов обычно не превышает ста ампер на квадратный миллиметр). Разогрев происходит за 0.5-3 секунды. Такие режимы характеризуются меньшей потребляемой мощностью (если их сравнивать с жесткими режимами), меньшими нагрузками на электросеть, меньшими требованиями к мощности и цене сварочных машин, меньшей закалкой сварочной зоны. Такие режимы часто используются для сваривания склонных к закалке сталей.

**Жесткие режимы** отличаются меньшей продолжительностью процесса, более сильными токами и давлением при сжатии деталей. Плотность тока достигает трехсот ампер на квадратный миллиметр при сваривании стали. Время разогрева длится от 0,1 до 1,5 секунд. Давление электродов обычно составляет от 3 до 8 килограмм на квадратный миллиметр. Недостатками таких режимов являются повышенные требования к мощности аппаратов контактной точечной сварки, большие нагрузки на сеть. Преимущества – меньшее время процесса и большая производительность. Жесткие режимы контактной сварки часто используют для сварки сплавов меди и алюминия, деталей с высокой теплопроводностью, неравной толщины, а также для сварки высоколегированных сталей, так как такие режимы сохраняют их коррозионную стойкость.

Время приложения усилий сжатия и подачи сварочного тока определяются заданной циклограммой процесса соединения металла.

### Техника безопасности при точечной сварке

#### Средства защиты

Основная угроза при работе со сварочным оборудованием – поражение

электрическим током и высокой температурой. Для предотвращения поражения электрическим током необходимо соблюдать такие меры безопасности, как заземление тех частей оборудования, которые должны быть заземлены, проверка исправности оборудования перед работой, использование средств защиты. Управляющие элементы аппарата для точечного соединения металлических деталей не должны быть под высоким напряжением. Все провода должны иметь достаточное сечение.

При контактной точечной сварке выделяются брызги и пары металла. Для предотвращения ожогов брызгами металла сварщик должен использовать рукавицы, спецодежду и очки с прозрачными стеклами либо головной щиток. Пары металла могут быть вредны для здоровья, поэтому необходимо использовать вентиляцию, а при необходимости – средства защиты органов дыхания.

### **Меры безопасности**

Все блокировочные устройства и устройства быстрого отключения аппарата точечной сварки должны быть исправны, находиться на виду, к ним должен быть легкий доступ.

При проведении таких технических работ, как зачистка или смена электродов, нужно соблюдать меры, исключающие возможность смещения электрода и травмирования рук. При работе аппарата точечной сварки пространство зажимных механизмов нужно закрывать щитком, а при работе на мощных машинах – огораживать ширмами.

Должна быть исключена возможность травмирования сварщика движущимися частями аппарата точечной сварки.

## **4. Шовная сварка**

### **Сущность шовной сварки**

Процесс многоточечной сварки, при которой несколько сварных соединений располагаются близко или с перекрытием, формируя единое монолитное соединение. Если между точками имеется перекрытие, то получается герметичный шов, при близком расположении точек шов не герметичен. Так как шов, с использованием расстояния между точками не отличается от созданного точечным швом, подобные аппараты используются редко.

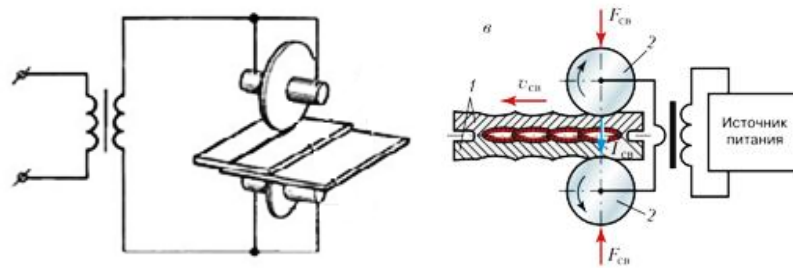


Рисунок 34.3 – Схема шовной (роликовой) сварки  
1 – заготовки, 2 – электрод

Роликовая (шовная) сварка соединяет в нахлест детали прерывистым или непрерывным швом. Получение последнего, герметичного шва происходит при перекрытии каждой следующей точки на 22-35 % предыдущей.

Устройство шовных машин схоже с аппаратами для точечного соединения.

Электроды для шовных машин выполнены в форме дисков, которые вращаются через редуктор или иную систему приводящую их в движение. Часть станков используется для шаговой роликовой сварки, при остановке роликов происходит подача тока на свариваемые изделия.

### Технология шовной сварки

Детали ложатся одна на другую и сжимаются с особым усилием между двух роликов (электродов). После подачи тока на электроды, металл заготовок нагревается и плавится. От прокатывания деталей между роликами, получают сварные точки, которые могут перекрывать или не перекрывать друг друга.

Шовная сварка от видов перемещения заготовок и подачи тока подразделяется на:

- непрерывную;
- прерывистую.
- шаговую;

#### 1. Непрерывная сварка

Непрерывная сварка — это то, что мы как раз и представляем, когда слышим о шовной сварке. Детали устанавливают между двумя роликами и прокатывают, одновременно с этим на металл воздействует сварочный ток. Ток подается непрерывно, отсюда и название технологии.

При непрерывной технологии получается сплошной шов — на дисковые электроды идет постоянное сжатие и ток, детали тоже в движении непрерывно.

Непрерывная шовная сварка осуществляется при непрерывном

движении деталей и непрерывном протекании сварочного тока. Толщина свариваемых листов, как правило, не превышает 1 мм. Применяется редко из-за перегрева сварочных роликов и свариваемых деталей, невысокого качества сварки и относительно низкой стойкости электродов. Также для эффективности процесса, требуется основательная зачистка деталей и идентичность материала и толщина свариваемых листов.

Используется для сварки неответственных изделий из малоуглеродистых сталей.

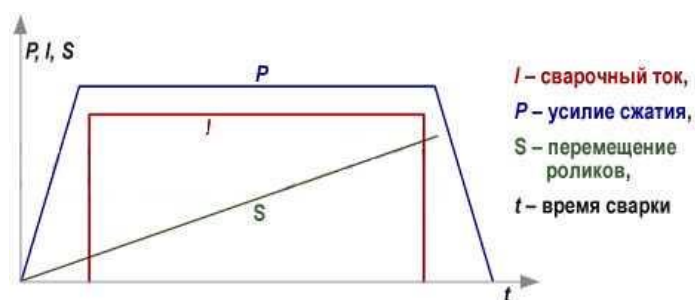


Рисунок 34.4 - Циклограмма непрерывной шовной сварки

## 2 Прерывистая сварка

Прерывистая контактная шовная сварка более известна. Детали так же прокатываются между двумя роликами. Давление на ролики постоянное, перемещение материала непрерывно, а подача тока происходит импульсами (с перерывами).

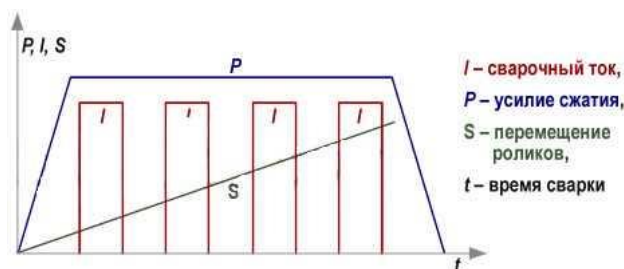


Рисунок 34.5 - Циклограмма прерывистой шовной сварки

*Прерывистая шовная сварка* осуществляется при непрерывном движении деталей и прерываемом включении сварочного тока.

Герметичность швов, обеспечиваемая перекрытием литых ядер сварных точек, достигается сбалансированным соотношением скорости вращения роликов и частоты импульсов тока. Толщина свариваемых листов — до 3 мм. Способ прерывистой шовной сварки получил наибольшее распространение благодаря меньшему перегреву роликов и заготовок.

## 3 Шаговая сварка

Шаговая шовная сварка осуществляется в ходе прерывистого движения деталей (на шаг), с помощью больших величин сварочного тока,

включаемого в момент остановки роликов. Характеризуется наименьшим перегревом роликов и заготовок.. На материал идет постоянное давление, заготовки перемещаются с перерывами (пошагово), при остановке роликов подается ток.

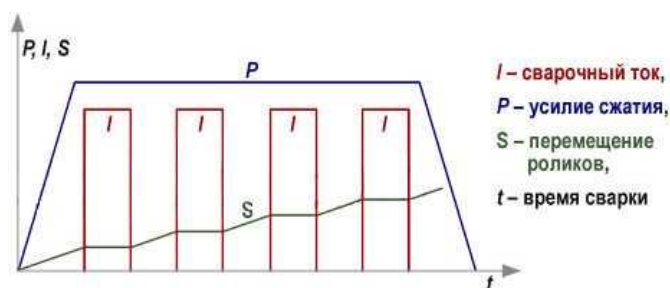


Рисунок 34.6 - Циклограмма шаговой шовной сварки

Желательный диаметр электродов 150—200 мм, так как при меньшем диаметре увеличивается их износ. При сварке металлов толщиной менее 0,5 мм применяют электроды диаметром 40—50 мм. Для изготовления электродов для точечной и роликовой сварки используется медь марки М1, кадмиевая, хромистая, бериллиевая бронзы и другие сплавы.

Шаговая сварка используется редко. Применяется для сварки алюминиевых сплавов, поскольку нагрев металла будет незначительным. При шаговой сварке и ролики, и сама деталь практически не нагреваются.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие источники теплоты существуют при контактной точечной, шовной и рельефной сварке?
2. Как изменяются контактные и собственные сопротивления в процессе точечной, шовной и рельефной сварки?
3. Как происходит перемешивание металла ядра сварной точки?
4. Как происходит шунтирование тока при точечной, шовной и рельефной сварке? Как с ним бороться?
5. Как выбираются режимы при контактной точечной сварке?
6. Какие существуют основные циклограммы при контактной точечной сварке и с помощью каких устройств они реализуются?
7. Как параметры контактной точечной сварки влияют на форму и размеры ядра сварной точки?
8. Какова структура и прочностные показатели точечно-сварного соединения?
9. Как происходит контроль качества при контактной точечной сварке?
10. Как происходит выбор режимов при контактной шовной сварке?
11. Какие бывают дефекты соединения и причины их возникновения при

точечной и шовной сварке?

12. Что представляет собой стыковая контактная сварка?
13. Почему при контактной сварке наибольшее количество теплоты выделяется в месте контакта заготовок?
14. Почему происходит выплеск при точечной контактной сварке?
15. Как происходит формирование сварной точки при точечной контактной сварке?
16. Как происходит формирование сварной точки при роликовой контактной сварке?