

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Энергетика и технология металлов»

**ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы по дисциплине  
«Электротехнологические промышленные установки»  
для студентов направления подготовки 13.03.02  
«Электроэнергетика и электротехника»

Курган 2015

Кафедра: «Энергетика и технология металлов»

Дисциплина: «Электротехнологические промышленные установки»  
(направление подготовки 13.03.02).

Составили: канд. техн. наук, доцент В.А. Савельев,  
канд. техн. наук, доцент В.И. Дудоров.

Утверждены на заседании кафедры «26» февраля 2015 г.

Рекомендованы методическим советом университета  
«19» декабря 2014 г.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КОНТАКТНАЯ ТОЧЕЧНАЯ СВАРКА

Цель работы: изучение технологии и оборудования получения неразъёмного соединения деталей электрической контактной сваркой.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### СВАРКА ДАВЛЕНИЕМ

К сварке давлением относятся различные способы сварки, при которых соединяемые детали сжимаются механическим усилием, за счет чего достигаются сплошность и прочность соединения. В подавляющем большинстве случаев сварка давлением осуществляется с подогревом свариваемых деталей тем или иным способом и лишь в отдельных специальных случаях сварка достигается без нагрева (например, холодная сварка, сварка взрывом). Из всех способов сварки давлением наибольшее распространение получила контактная электрическая сварка.

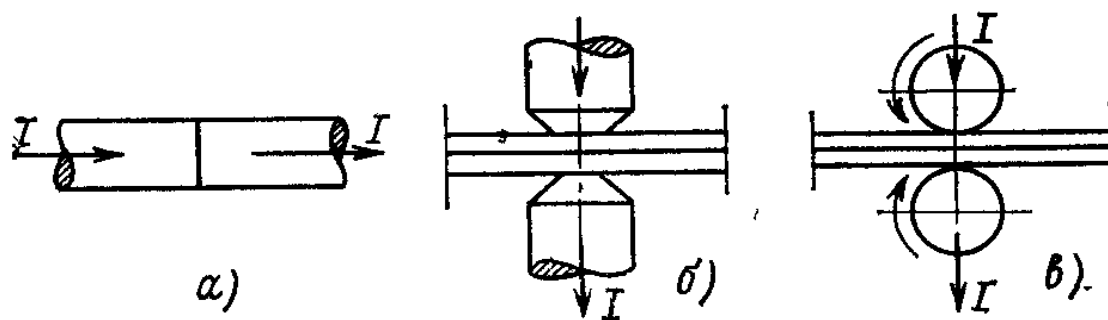
Контактная сварка – процесс соединения деталей нагревом их в месте контакта до пластического или жидкого состояния с одновременным или последующим сильным сжатием (осадкой).

Контактная сварка – один из высокопроизводительных способов сварки, легко поддается механизации и автоматизации, широко применяется в машиностроении – на заводах автомобильной, авиационной промышленности, в приборостроении, строительных и других отраслях.

Для электрической контактной сварки или сварки сопротивлением характерна местная концентрация тепловой мощности и высокой температуры в области стыка свариваемых деталей при протекании электрического тока, что обуславливается значительным сопротивлением контакта стыка в сравнении с сопротивлением самих деталей. В этом отношении контактная сварка является весьма технологичным и экономичным видом сварки.

По форме свариваемого соединения, определяющего конструкцию сварочной машины, контактную сварку разделяют на стыковую, точечную и роликовую.

Основные разновидности контактной сварки приведены на рисунке 1.



*а – стыковая; б – точечная; в – роликовая;  
I – направление сварочного тока*

Рисунок 1 – Основные разновидности контактной сварки

Контактная сварка может осуществляться как на постоянном, так и на переменном токе, однако на практике применяется исключительно переменный ток, так как необходимые для сварки токи порядка тысяч и даже десятков тысяч ампер при напряжениях в несколько вольт могут быть наиболее просто получены при помощи трансформаторов; специальные источники постоянного тока для этой цели были бы слишком дороги, сложны в изготовлении и менее надежны в эксплуатации.

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗНОВИДНОСТЕЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

### СТЫКОВАЯ СВАРКА

При стыковой сварке торцы соединяемых деталей приводятся в соприкосновение, после чего вдоль деталей пропускается значительный ток, разогревающий место стыка до необходимой для сварки температуры. Затем продольным сжимающим усилием достигается непосредственная сплошность соединения.

Различают две разновидности стыковой сварки: сварку без оплавления (сварку сопротивлением) и сварку с оплавлением.

При сварке сопротивлением детали с обработанными торцами приводятся в соприкосновение и сжимаются значительным усилием; затем через детали пропускается ток и за счет контактного сопротивления в месте стыка возникает концентрированное выделение теплоты. После достижения в зоне стыка необходимой для сварки температуры под влиянием сжимающего усилия осуществляется пластическая сварка соединяемых деталей.

По окончании цикла сварки ток выключают, а затем снимают сжимающее усилие.

Сварка сопротивлением обычно производится при плотности тока 5-10 кА и удельной мощности 5-10 кВА на 1 см<sup>2</sup> поперечного сечения свариваемых деталей.

Эта разновидность сварки, как правило, применяется для соединения деталей небольшого поперечного сечения (приблизительно до 300 мм<sup>2</sup>).

При стыковой сварке с оплавлением нагрев деталей проводят в три или две последовательные стадии – предварительный подогрев, оплавление и окончательная осадка или только в две последние стадии.

В начальный момент сварки осуществляется контакт свариваемых деталей усилием сжатия 5-20 МПа; после этого включают ток, который разогревает место стыка до 600-800° С (для стали), так же, как при стыковой сварке без оплавления. Затем сжимающее усилие снижают до 2-5 МПа, вследствие чего увеличивается сопротивление контакта и соответственно снижается сварочный ток. При ослаблении сжатия уменьшается действительная площадь касания торцов деталей, ток устремляется в ограниченное число точек соприкосновения и нагревает их до температуры плавления, а при дальнейшем нагревании в этих

условиях в отдельных точках происходит перегрев металла до температуры парообразования.

Под влиянием избыточного давления пары металла вырываются из зоны сварочного контакта наружу и вытесняют в воздух частицы жидкого металла в виде веера искр, а часть расплавленного металла стекает каплями вниз. За разрушенными выступами соприкасаются между собой очередные выступы контакта, создавая новые пути для сварочного тока с повторением указанного эффекта.

Такой процесс последовательного оплавления концов деталей по элементарным выступам продолжается до тех пор, пока торцы свариваемых деталей не покроются сплошной пленкой полужидкого металла, после чего относительно небольшим усилием осадки создается металлическая сплошность свариваемого стыка. При этом избыточное количество расплавленного металла выдавливается из контакта в виде грата (венчика) (рисунок 2). Нагрев выступающих концов свариваемых деталей осуществляется главным образом теплопроводностью от сварочного контакта, где температура имеет наибольшее значение. Нагрев деталей между стыком и токоподводящими электродами за счет протекающего тока в процессе оплавления весьма незначителен.

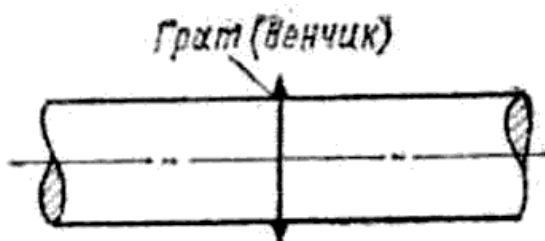


Рисунок 2 – Внешний вид шва, выполненного стыковой сваркой

Для стыковой сварки отечественная электропромышленность выпускает машины различного назначения в диапазоне мощностей от 0,75 до 750 кВА.

## РОЛИКОВАЯ ШОВНАЯ СВАРКА

При этом виде сварки соединение деталей непрерывным или прерывистым швом осуществляется за счет пропускания через свариваемые детали тока, подводимого посредством вращающихся роликов (рисунок 3).

По характеру процесса роликовая сварка аналогична точечной.

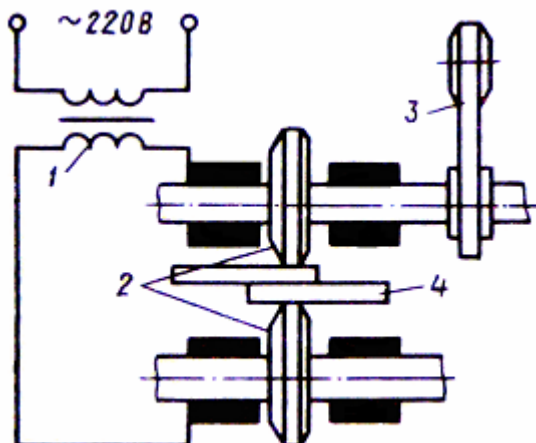
Машины для роликовой сварки обычно снабжены двумя токоподводящими роликами, из которых один выполняется приводным, а другой вращается за счет трения при передвижении свариваемых деталей.

Роликовую сварку чаще всего применяют для соединения тонкостенных деталей, например при изготовлении топливных баков и бочек для транспортировки различных материалов.

Различают три режима роликовой сварки.

1 Непрерывное движение свариваемых деталей относительно роликов с непрерывной подачей тока. Этот метод применяется при сварке деталей суммарной толщиной не более 1,5 мм, так как при больших толщинах выходящий

из-под роликов стык, будучи в пластическом состоянии, может нарушиться за счет расслоения. Помимо того, при непрерывной подаче тока имеет место значительное коробление свариваемых деталей.



*1 – сварочный трансформатор; 2 – контактные ролики; 3 – приводное устройство; 4 – свариваемые детали*

Рисунок 3 – Схема шовной сварки

2 Непрерывное движение свариваемых деталей относительно роликов с прерывистой подачей тока. Этим наиболее распространенным методом получают швы с небольшим короблением изделий при меньшем расходе электроэнергии.

3 Прерывистое движение свариваемых деталей относительно роликов с прерывистой подачей тока (шаговая сварка).

В сварных цилиндрических сосудах имеются продольные и поперечные швы. В соответствии с этим существуют роликовые машины для продольных и поперечных швов.

Роликовая сварка весьма эффективна при изготовлении тонкостенных сосудов, при производстве сварных металлических труб и ряда других изделий.

Основными элементами роликовых машин являются станина, верхняя и нижняя консоли с роликовыми электродами, механизм сжатия, привод вращения ролика и сварочный трансформатор с гибким токопроводом.

Трансформаторы роликовых машин работают в напряженном режиме с ПР = 50-60%, что вызывает необходимость усиленного охлаждения их обмоток.

Роликовые машины разделяются:

- по характеру монтажа: на стационарные и передвижные;
- по назначению: на универсальные и специализированные;
- по расположению роликов относительно фронта машины: для поперечной сварки, для продольной сварки и универсальные с возможностью перестановки роликов;
- по расположению роликов относительно изделия: с двусторонним и односторонним расположением;
- по способу вращения роликов: с приводом на один ролик, с приводом на оба ролика, с одним верхним роликом, перемещающимся по неподвижной кон-

соли, и с одним роликом и перемещающейся нижней оправкой;

- по устройству механизма сжатия: на рычажно-пружинные, с приводом от электродвигателя, пневматические и гидравлические;

- по количеству роликов: на однороликовые, двухроликовые и многороликовые.

Мощность наиболее распространенных роликовых машин обычно составляет 100-200 кВт.

## ТЕХНОЛОГИЯ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

При точечной сварке соединяемые детали обычно располагаются между двумя электродами, закрепленными в специальных электрододержателях. Под действием нажимного механизма электроды плотно сжимают свариваемые детали, после чего включается ток. За счет прохождения тока свариваемые детали быстро нагреваются до температуры сварки, причем наибольшее выделение теплоты имеет место на соединяемых поверхностях, где температура может превышать температуру плавления свариваемых деталей.

Точечную сварку применяют для сварки листовых заготовок одинаковой и разной толщины, пересекающихся стержней, листовых заготовок с уголками, швеллерами и т.п.

Точечная сварка применяется для соединения заготовок из сталей различных марок – углеродистых и легированных, из цветных металлов – алюминия, магния, цинка, титана и из сплавов толщиной от 0,1-10 мм.

Технологический процесс точечной сварки включает следующие операции: правку, очистку поверхности, сборку деталей.

Правку применяют для устранения местных неровностей, чтобы в местах сварки не возникло зазоров. Поверхности деталей в местах сварки с двух сторон защищают от ржавчины, окалина, масла и других загрязнений до чистого металла.

Зачистку производят механическими и химическими способами. При механических способах используют абразивные шкурки, круги, металлические щетки. При химических способах применяют протирку растворителями, травлением в растворах серной, ортофосфорной кислот, нейтрализацией в щелочной ванне, промывкой водой и сушкой горячим воздухом.

При всех видах контактной сварки металл нагревается за счет выделения тепла при прохождении электрического тока по свариваемым деталям. Количество выделяющего при этом тепла определяется известным законом Джоуля – Ленца:

$$Q=0,24I^2Rt,$$

где  $I$  – сварочный ток, А;

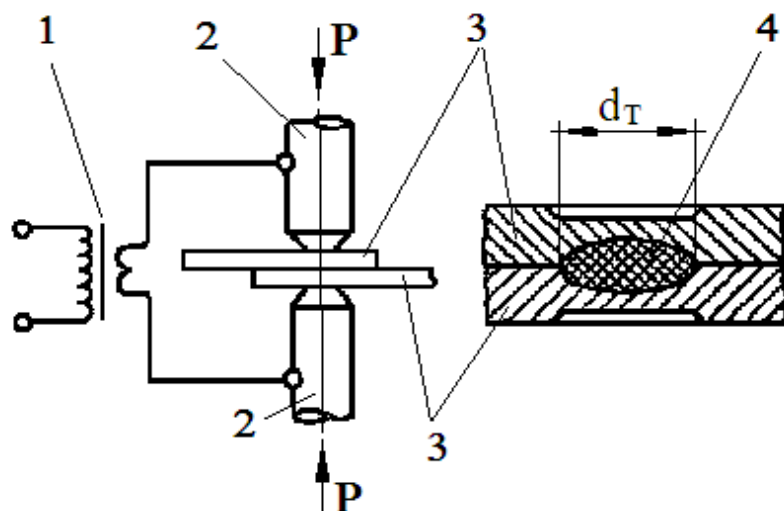
$R$  – сумма сопротивлений отдельных участков цепи, Ом;

$t$  – время протекания тока, с.

Особенностью контактной сварки является применение кратковременных (доли секунды) импульсов сварочного тока большой силы до  $100\text{к}\cdot\text{А}$  напряжением 0,3-10 В.

Контактной точечной сваркой называют способ получения неразъемных соединений в отдельных местах (точках) с помощью местного нагрева и создания определенного давления в этих местах.

Для получения точечной сварки (рисунок 4) заготовки, собранные в нахлестку, устанавливают друг с другом. Включают ток, который от сварочного трансформатора 1 через медные водоохлаждаемые электроды 2, подводится к сварочным заготовкам 3.



1 – сварочный трансформатор; 2 – электроды; 3 – свариваемые заготовки; 4 – сварная точка; P – давление на электроды;  $d_T$  – диаметр сварной точки

Рисунок 4 – Схема процесса электрической контактной точечной сварки

При прохождении тока заготовки нагреваются особенно интенсивно в зоне контакта между электродами. Ток выключают при образовании в зоне сварки расплавленного ядра. Заготовки кратковременно выдерживают между электродами под действием усилия сжатия, для кристаллизации жидкого металла и охлаждения его в зоне сварки.

## МАШИНЫ ДЛЯ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ

По назначению машины для точечной сварки разделяются на стационарные, переносные, универсальные, стационарные многоточечные, специализированные и прессы для рельефной сварки. Многоточечные машины могут одновременно сваривать 50 и более точек при производительности до 200 точек в минуту.

Машины для точечной сварки могут быть с педальным рычажно-пружинным и механизированным, пневматическим или гидравлическим приводом сжатия электродов с автоматическим включением и выключением сварочного тока механическими, электромагнитными или электронными прерывателями.

Кроме стационарных контактных точечных машин используются подвесные однотоочечные сварочные клещи, удобные для сварки крупногабаритных изделий, перемещение которых в зажиме одной машины невозможно, а сами клещи можно перемещать в различных плоскостях.

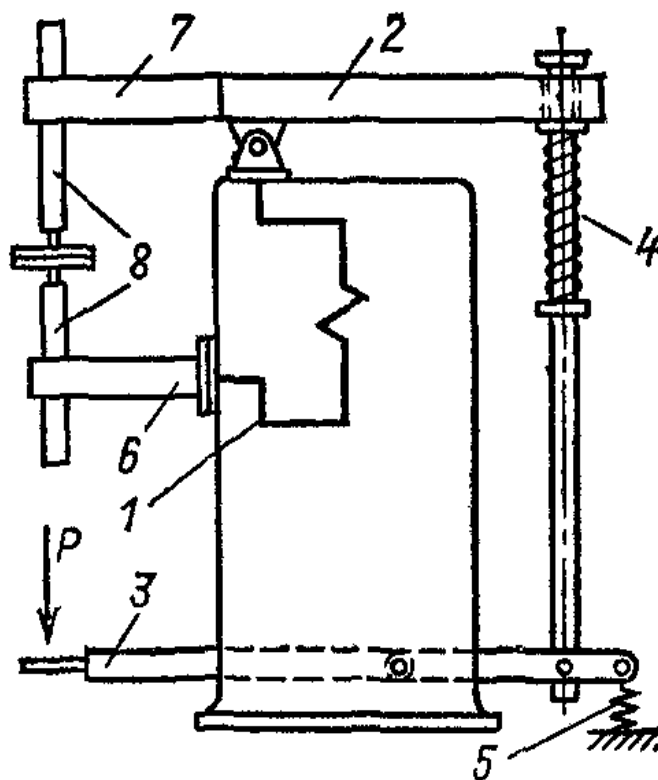


## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 1 Ознакомиться с технологиями сварки давлением, их особенностями, оборудованием и основными параметрами режима сварки.
- 2 Изучить конструкцию и порядок работы машины контактной точечной сварки
- 3 Для заданных образцов с учетом их толщины и марки металла подобрать технологические режимы контактной точечной сварки.
- 4 Соблюдая порядок работы на точечной сварочной машине, сварить несколько различных образцов на подобранном технологическом режиме.
- 5 Показания приборов в процессе сварки занести в таблицу.
- 6 Произвести контроль качества полученного сварного соединения испытанием образцов на отрыв сварной точки, а результаты испытаний занести в таблицу.
- 7 Рассчитать электротехнические показатели и также занести в таблицу.
- 8 По результатам проделанной работы сделать выводы.

## КОНСТРУКЦИЯ МАШИНЫ ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

Точечная сварочная машина «Erzgeb.Schweibmaschinenfabrik» (рисунок 5)



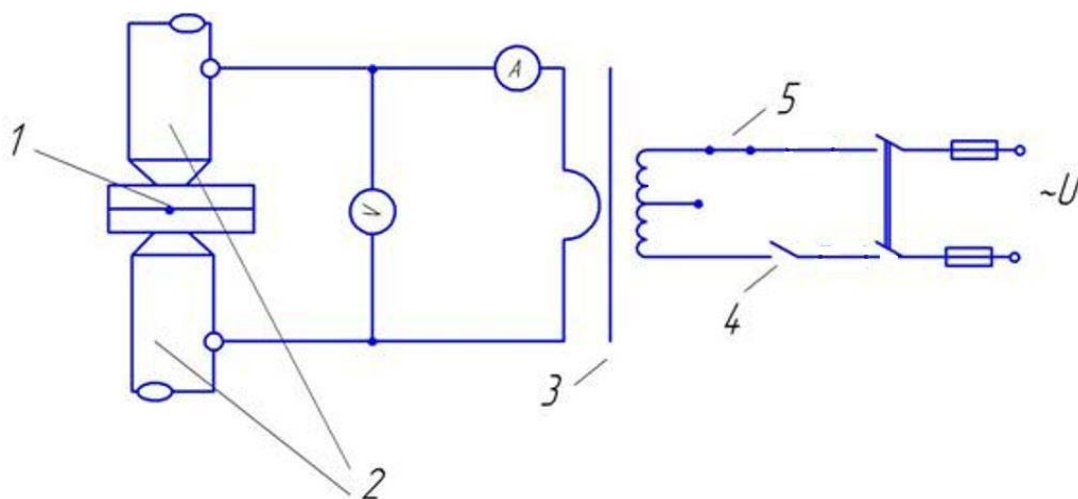
- 1 – сварочный трансформатор и станина; 2 – рычаг; 3 – педаль;  
4 – тяга нажимного механизма с пружиной; 5 – возвратная пружина;  
6 – нижняя консоль; 7 – верхняя консоль; 8 – электроды

Рисунок 5 – Схема машины точечной сварки с рычажно-пружинным приводом сжатия

состоит из станины, механизма сжатия и подвода электрической энергии к электродам. В станине расположен трансформатор, вторичной обмоткой которого является один виток. Виток 1 набран из листовой медной фольги и прикреплён к консолям. Верхняя токоведущая консоль 7 соединена с рычагом 2 механизма сжатия электродов.

В механизм сжатия электродов кроме рычага 2 входит тяга 4, которая соединена с педалью 3. При нажатии сварщиком на педаль она поворачивается относительно оси и через промежуточную тягу 4 перемещает вниз верхний электрод 7. Для возвращения педали в исходное положение служит возвратная пружина 5.

В электрическую часть машины (рисунок 6) входят: верхний и нижний электроды 8, медная шина, через которую подводится сварочный ток от трансформатора к электродам; переключатель ступеней, при помощи которого можно регулировать электрическую мощность при сварке, измерительные приборы. Переключатель ступеней находится с левой стороны. Регулирование длительности протекания цикла сварки выполняется механическим контактором, расположенном с правой стороны.



1 – свариваемые детали, 2 – электроды, 3 – трансформатор, 4 – контактор, 5 – переключатель ступеней

Рисунок 6 – Электрическая схема соединений машины контактной сварки

Электроды служат для передачи давления, необходимого для сжатия деталей в процессе сварки, подвода электрического тока к свариваемому изделию и для отвода тепла от сварной точки в момент кристаллизации металла. Электроды для точечной сварки изготавливают из сплавов меди с кадмием (кадмиевая бронза), меди с хромом и кадмием, меди с цинком и кадмием.

В качестве источника тока в машине используется однофазный сварочный трансформатор, вторичная обмотка которого охлаждается водой через консоли 6 и 7. Внешний вид машины контактной сварки представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Внешний вид точечной машины контактной сварки  
«Erzgeb.Schweibmaschinenfabrik»

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ТОЧЕЧНОЙ СВАРОЧНОЙ МАШИНЫ «Erzgeb.Schweibmaschinenfabrik»

Номинальная первичная мощность, кВА .....	12
Первичное напряжение, В .....	220

Номинальный режим работы ПВ, %	20
Толщина сварочных деталей, мм	от 0,2 +0,2 до 2+2
Номинальная толщина сварочных деталей, мм	0,8+0,8
Число ступеней регулирования	8
Максимальная степень регулирования	7
Вторичное напряжение холостого хода, В	1÷3
Максимальное усилие сжатия электрода, кгс	200
Привод сжатия электродов	механический, педальный
Ход верхнего электрода	радиальный
Вылет консолей, мм	250
Расход охлаждающей воды, л/ч	300
Габаритные размеры, мм	500×800×1100
Контактор	механический

### ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ НА ТОЧЕЧНОЙ СВАРОЧНОЙ МАШИНЕ

- 1 Запрещается работать на машине, не ознакомившись с устройством и назначением ее узлов.
- 2 Запрещается переключать ступени трансформатора при нахождении машины под напряжением.
- 3 Запрещается работать на машине при открытых кожухах токоподводов.
- 4 Корпус машины и корпус сварочного трансформатора должны быть заземлены.
- 5 На время любого перерыва в работе машину необходимо отключить от сети.
- 6 Для защиты от ожогов искрами нужно иметь прозрачные очки, брезентовые рукавицы, фартук и куртку.

### ПОРЯДОК РАБОТЫ НА ТОЧЕЧНОЙ СВАРОЧНОЙ МАШИНЕ

- 1 Включить сетевой рубильник и водяное охлаждение машины.
  - 2 Зачистить детали от грязи и окисной пленки.
  - 3 Сложить заготовки внахлестку.
  - 4 Установить выбранный технологический режим сварки.
  - 5 Сварить заготовки между собой на подобранном режиме.
- Для этого необходимо:
- а) установить собранные заготовки на нижний электрод;
  - б) при помощи педали сжать заготовки между электродами;
  - в) включить сварочный ток и, не снимая усилия сжатия, сварить заготовки в одной точке;
  - г) отпустить педаль и передвинуть сваренные детали.

Повторить операции (а, б, в, г) и получить таким образом ряд сварных точек.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА СВАРКИ

Одним из основных условий получения качественного сварного соединения является правильный выбор параметров технологического режима сварки.

К параметрам технологического режима при электрической контактной точечной сварке относят величину и плотность тока, время включения тока, усилие сжатия, форму и диаметр контактной поверхности электродов, время предварительного сжатия и время проковки.

Величина и плотность тока (А). С увеличением толщины свариваемых листов величина тока должна повышаться. Для сварки деталей из малоуглеродистых сталей величина тока

$$I_{св}=6500\delta,$$

где  $\delta$  – толщина свариваемого листа, мм.

При сварке деталей повышенной электро- и теплопроводности плотность тока увеличивают.

Время включения тока (с) можно определить эмпирически: для нержавеющей стали –  $(0,1+0,15)\delta$ , для малоуглеродистой –  $(0,2+0,4)\delta$ , для незакаливающихся алюминиевых сплавов типа АМг и АМц –  $(0,15+0,2)\delta$ , для закаливающих алюминиевых сплавов типа Д16, Д16Т и Д20 –  $(0,08+0,12)\delta$ . С увеличением толщины свариваемых заготовок  $t_{св}$  увеличивают. Занижение величины  $t_{св}$  может привести к непроварам.

Усилие сжатия (кгс) возрастает с увеличением толщины и твердости свариваемого материала. Для сварки направленных заготовок или при расположении точек вблизи элементов жесткости усилие сжатия

$$P = p_y \frac{\pi d_э^2}{4},$$

где  $p_y$  – удельное давление: для малоуглеродистых сталей  $10\div 20$ , для нержавеющей сталей  $15\div 20$ , для алюминиевых сплавов  $20\div 25$  кгс/мм<sup>2</sup>.

Форма и диаметр контактной поверхности электродов. Рабочим торцам электродов в зависимости от свариваемого материала, конфигурации свариваемых заготовок и конструкции сварочной машины придают плоскую или сферическую форму. Для сварки заготовок из сталей концам электродов придает форму с диаметром контактной поверхности  $d_э \approx 5,5\sqrt{\delta}$  мм (где  $\delta$  – толщина свариваемых заготовок). Для сварки заготовок из легких сплавов концам электродов придают сферическую форму с радиусом  $R \approx 50\delta$  мм.

Время предварительного сжатия  $t_{сж}$  должно быть достаточным для того, чтобы механизм сжатия успел свести электроды и развить полное сварочное давление до включения тока.

Время проковки  $t_{пр}$  определяется длительностью нахождения уже сваренной точки под сжимающим воздействием электродов. Оно должно быть достаточным для полного затвердевания и упрочнения ядра.

Ориентировочные технологические режимы электрической контактной точечной сварки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендуемые режимы контактной точечной сварки

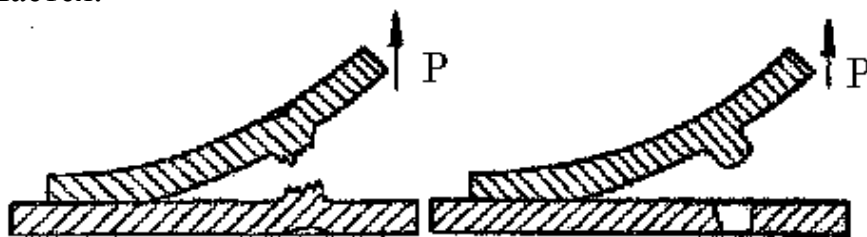
Толщина каждой детали	Диаметр контактной поверхности электродов, мм	Усилие, прикладываемое к электродам, Н	Продолжительность включения сварочного тока, с	Сварочный ток, I, кА	Ступени трансформатора
<b>Малоуглеродистые стали</b>					
До 0,5	4	5÷100	0,01÷0,2	4÷2	4÷7
1,0	5	100÷250	0,02÷0,4	6÷8	5÷7
1,5	6	150÷350	0,24÷0,5	8÷12	8
2,0	8	250÷500	0,36÷0,6	9÷14	-
3,0	10	500÷800	0,6÷1,0	14÷18	-
<b>Нержавеющие стали</b>					
0,2	2,5	45÷90	0,02÷0,06	2÷3	2÷3
0,5	4	90÷180	0,04÷0,08	3÷4	3÷6
1,0	5	200÷400	0,10÷0,16	4,5÷6	5÷8
2,0	8	450÷700	0,20÷0,28	6÷10	8
2,5	9	600÷800	0,20÷0,30	8÷11	-
<b>Титановые сплавы</b>					
1,0	7,5÷10,0	250÷300	0,16÷0,20	6,0	7÷8
1,5	7,5÷10,0	350÷400	0,26÷0,30	7,5	8
2,0	10,5÷15,0	400÷500	0,30÷0,36	10,0	-
2,5	10,5÷15,0	500÷600	0,30÷0,4	12,0	-
<b>Алюминиевые сплавы</b>					
1,5	7,5	550÷600	0,16	38	-
2,0	10,0	650÷700	0,22	47	-
3,0	15,0	800÷850	0,30	56	-

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРКИ

Контроль качества точечной контактной сварки производят внешним осмотром, выборочными механическими испытаниями на прочность, проверкой на герметичность (шовная роликовая сварка) и металлографическим анализом сваренной точки. Внешний осмотр с помощью лупы и простых измерительных приборов (штангенциркуль) позволяет проверить глубину и правильность формы отпечатка сварной точки, наличие прожогов, трещин и других наружных дефектов.

Сварку считают качественной, если при испытании образца на отрыв разрушение происходит по основному металлу с образованием сквозного отверстия (рисунок 8). При этом диаметр вырванной точки и величина разрушающей нагрузки должны быть не ниже заданных в технической документации на изготовление сварной конструкции. Дополнительно производят испытания образцов на срез сварной точки с целью определения разрушающей нагрузки.

Проверку качества сварки произвести испытанием на отрыв сварной точки путем осторожного отгибания кромки соединения. При этом плохо сваренная точка разрушается.



*а* – разрушение по сварной точке (сварка некачественная);  
*б* – вырыв по основному металлу (сварка качественная)

Рисунок 8 – Характер разрушений при испытании сварного соединения на отрыв сварной точки

### ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ

1 Определяем плотность тока  $\frac{I}{S}$  [А/мм<sup>2</sup>],

где  $I$  – ток через электроды [А];  $S$  – площадь сечения электрода [мм<sup>2</sup>].

2 Определяем энергозатраты на одну точку:  $I \cdot U \cdot \tau$  [кВч],

где  $I$  – ток через электроды [А];  $U$  – напряжение в цепи [В];  $\tau$  – время, с.

### ФОРМА ОТЧЕТА О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Название и цель проведения работы.

Электрическая схема соединений контактной сварки.

Протокол проведения испытаний (таблица 2).

Выводы по результатам проведения работы.

Таблица 2 – Протокол проведения испытаний

Показатели проведения испытаний	1 образец	2 образец	3 образец
<b>Измеренные величины</b>			
Толщина каждой детали, мм			
Диам. контактной поверхн. электродов, мм			
Сварочный ток, А			
Напряжение вторичной обмотки, В			
Продолжительность вкл. сварочного тока, с			
Номер ступени трансформатора			
Характер разрушения точки			
<b>Рассчитанные показатели</b>			
Плотность тока через электроды, А/мм <sup>2</sup>			
Энергозатраты, кВч на одну точку			

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Какие разновидности имеет сварка давлением.
- 2 Дать определение контактной сварки.
- 3 Перечислить разновидности сварки сопротивлением.
- 4 Физические основы контактной сварки.
- 5 Особенности технологии стыковой сварки.
- 6 Характеристика технологии роликовой сварки.
- 7 Технология точечной электрической контактной сварки.
- 8 Конструкции машин точечной контактной сварки.
- 9 Основные положения охраны труда при контактной сварке.
- 10 Пожаробезопасность при контактной сварке.
- 11 Коммутационная аппаратура машин для контактной сварки.
- 12 Подбор режимов точечной контактной сварки.
- 13 Схемы машин для: стыковой, точечной и роликовой.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Технология и оборудование контактной сварки / под ред. Б. Д. Орлова. М. : Машиностроение, 1996.
- 2 Евтюкова И. П., Кацевич Л. С., Некрасова Н. М. и др. Электротехнологические промышленные установки : учебник для вузов / под ред. А. Д. Свенчанского. М. : Энергоиздат, 1982.
- 3 Машины и установки контактной сварки : методические указания к лабораторной работе № 4 по дисциплине «Электротехнологические установки» / сост. М. В. Панасенко ; Волгоград. гос. техн. ун-т. Волгоград, 2008. 19 с.
- 4 Глебов Л. Б. и др. Расчет и конструирование машин контактной сварки. Л. : Энергоиздат, 1981.
- 5 Электротехнические установки и их источники питания : учебное пособие для вузов по спец. «Промышленная электроника» / сост. В. И. Бар. Тольятти : Из-во Тольяттинского гос. ун-та, 2002.

Виктор Андреевич Савельев  
Владимир Иванович Дудоров

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы по дисциплине  
«Электротехнологические промышленные установки»  
для студентов направления подготовки 13.03.02  
«Электроэнергетика и электротехника»

Редактор Е.А. Могутова

---

Подписано в печать	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл. печ.л. 1,25	Уч.-изд. л. 1,25
Заказ	Тираж 20	Не для продажи

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640000, г. Курган, ул. Советская , 63/4.  
Курганский государственный университет.