

Лабораторная работа №10

Изучение контактной точечной сварки

- *Цель работы:* ознакомиться с технологией контактной точечной сварки и применяемым оборудованием.
- *Содержание работы:* изучение процессов, происходящих при точечной сварке; расчет режима сварки; ознакомление с конструкцией контактной машины и настройкой ее на заданный режим; сварка нескольких изделий; построение по результатам расчетов зависимости сварочного тока от толщины свариваемых деталей.
- *Применяемое оборудование и материалы:* машина для контактной сварки, пластины холоднокатаной стали.

Техника безопасности

При ознакомлении с конструкцией контактной машины рубильник должен быть обязательно выключен. При настройке машины на сварку и выполнении сварки необходимо выполнять общие правила техники безопасности при работе с электроустановками. Кроме того, необходимо помнить, что включение машины на сварку при давлении воздуха менее 1 атм запрещено, т. к. в этом случае образуется большое количество выплесков, способных прожечь синтетические ткани.

Порядок выполнения работы

1. Включить машину в сеть, проверить работу всех узлов (не включая сварочного тока). Сварить пробные заготовки.
2. Приготовить заготовки с последующими испытаниями на разрыв.
3. Сварить образцы, изменяя по заданию преподавателя:
 - а) зачистку поверхностей деталей;
 - б) величину тока;
 - в) время протекания тока;
 - г) величину давления;
 - д) толщину свариваемых заготовок;
 - е) размер рабочей поверхности электрода.
4. Испытать образцы на разрыв.
5. По индивидуальному заданию, полученному у преподавателя, рассчитать величину сварочного тока для пяти заготовок различной толщины и построить зависимость, отражающую влияние толщины заготовки на величину сварочного тока.

Общие сведения о процессах, происходящих при точечной сварке

Точечная сварка – разновидность контактной сварки, при которой заготовки соединяются в отдельных точках. Нагрев заготовок осуществляется электрическим током, подаваемым на медные водоохлаждаемые электроды, которыми сжимают заготовки, собранные внахлестку. Соприкасающиеся с

медными электродами поверхности заготовок нагреваются меньше чем их внутренние слои. Нагрев продолжают до расплавления внутренних слоев заготовок. Затем выключают ток и через некоторое время снимают давление. В результате образуется литая сварная точка. Процесс сварки состоит из четырех этапов: 1) сжатия; 2) пропускания тока; 3) проковки; 4) паузы.

На первом этапе собранные внахлестку свариваемые детали 1 (рис. 10.1) сжимаются медными водоохлаждаемыми электродами. Этим обеспечивается надежный электрический контакт между свариваемыми деталями и между деталями и электродами.

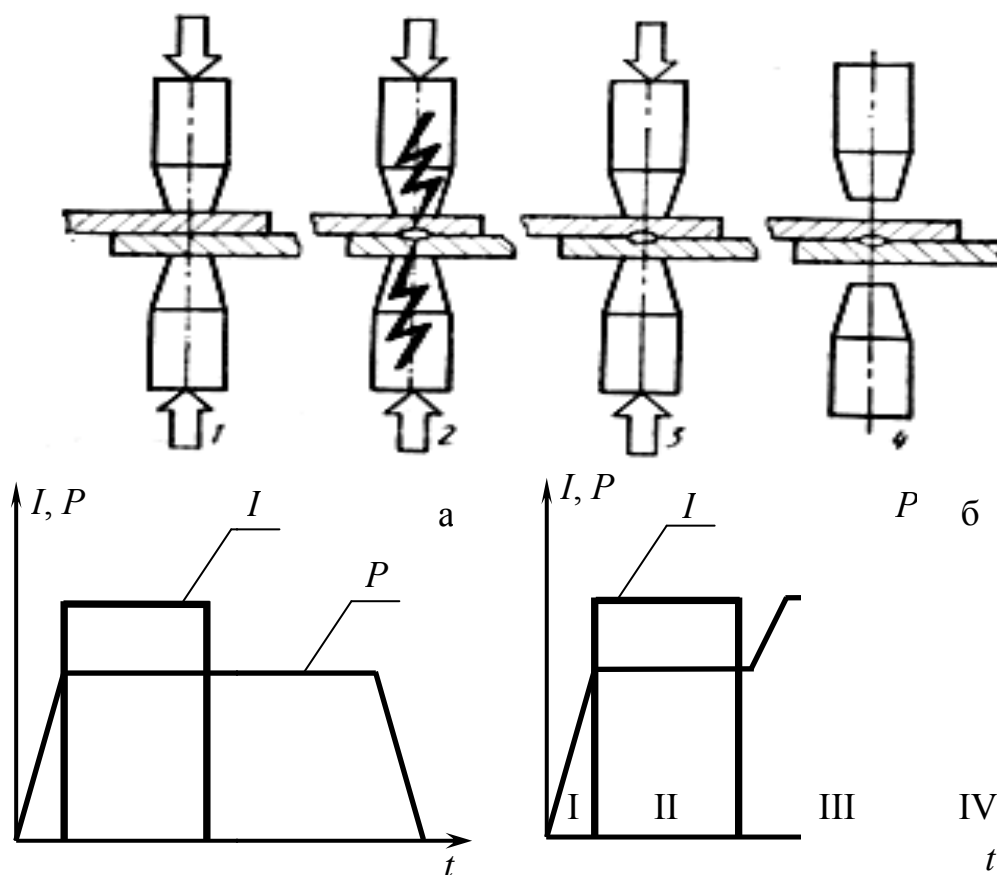


Рис. 10.1. Стадии цикла и циклограммы точечной сварки: а – без увеличения давления; б – с увеличением давления при проковке (1 – сжатие деталей; 2 – пропускание тока; 3 – проковка; 4 – пауза)

На втором этапе по электродам пропускается электрический ток. Источником тока является понижающий трансформатор. Под действием тока в зоне контакта заготовок между собой выделяется большое количество тепла. Металл между электродами разогревается и расплавляется.

На третьем этапе – проковке – сварочный ток выключают, а усилие на электродах остается прежним или даже увеличивается. При этом происходит кристаллизация и охлаждение образовавшейся на предыдущем этапе сварной точки. Проковка необходима для того, чтобы детали не разошлись и не разрушили сварную точку, пока она не закристаллизовалась, для предотвращения образования усадочных раковин и с целью повышения

механических свойств металла сварной точки, т. к. деформация ее в горячем состоянии приводит к измельчению зерен.

Четвертый этап сварки – пауза. На этом этапе происходит размыкание электродов для того, чтобы рабочий смог переместить детали для сварки следующей точки, затем цикл сварки повторяется.

Прочность сварной точки определяется объемом расплавленного металла, что, в свою очередь, зависит от количеством тепла, выделяющегося при пропускании тока. Согласно закона Джоуля-Ленца количество тепла равно:

$$Q = 0,24 I_{св}^2 R t,$$

где $I_{св}$ – сварочный ток; R – сопротивление сварочной цепи; t – время пропускания тока.

Сопротивление сварочной цепи, в свою очередь, равно:

$$R = 2R_{ме} + R_{к} + 2R_{э},$$

где $R_{ме}$ – сопротивление нагреваемого участка детали; $R_{к}$ – сопротивление сварочного контакта между заготовками; $R_{э}$ – сопротивление контакта между электродом и деталью.

Максимальный вклад в полное сопротивление сварочной цепи, особенно на начальном этапе нагрева, вносит контактное сопротивление между свариваемыми деталями, соответственно в этой зоне выделяется наибольшее количество тепла. Величина контактного сопротивления может колебаться в значительных пределах, так как зависит от чистоты и состояния соприкасающихся поверхностей, величины давления, многих других причин. Это приводит к колебанию количества выделившегося тепла, а значит и прочности сварных точек, полученных на одном и том же режиме.

Режим контактной сварки определяется диаметром электрода $d_{э}$, величиной сварочного тока $I_{св}$, временем пропускания сварочного тока t и усилием сжатия электродов P . Эти параметры зависят от толщины и материала свариваемых деталей. Различают сварку на мягком (плотность тока 80–150 А/мм²) и жестком режиме (плотность тока свыше 150 А/мм²). Время пропускания тока при сварке на жестком режиме меньше, чем на мягком, остальные параметры примерно одинаковы.

Мягкие режимы назначаются при недостаточной мощности контактных машин или сварке закаливающих сталей (при мягком режиме меньше скорость охлаждения, а значит, опасность образования закалочных структур). Кроме того, на мягких режимах производят сварку заготовок повышенной толщины. Производительность такой сварки снижена, а разогрев и деформация окружающего металла значительны. Сварку деталей большой толщины (свыше 4 мм) не рационально проводить на жестком режиме, т. к. сопротивление толстых заготовок примерно равно сопротивлению сварочного контакта между ними, а значит, тепловыделение происходит не только по поверхности контакта заготовок, но и в самих заготовках. За короткое время пропускания сварного тока, характерное для жесткого режима, повышенный объем металла не успевает разогреться до необходимых температур и качественного соединения не образуется.

При сварке на жестком режиме выше производительность, меньше разогрев и деформация окружающего металла, но требуются более мощные контактные машины. Благодаря резкому повышению сварочного тока выделяющаяся теплота локализуется непосредственно в месте образования сварной точки, что особенно важно при сварке теплопроводных алюминиевых и медных сплавов. Высокая скорость нагрева этих материалов нужна для предупреждения рассеяния тепла. Сварка заготовок из чистой меди не производится.

К достоинствам точечной сварки относятся высокая производительность, низкие требования к квалификации обслуживающего персонала, отсутствие расхода сварочных электродов.

Недостатки – небольшая (чаще всего до 7 мм) толщина свариваемых деталей, возможность выполнения только нахлесточных соединений (а значит, повышенный расход металла на образование нахлеста), значительные колебания прочности сварных точек, невысокая прочность при переменных нагрузках (так как промежуток между сварными точками играет роль начальной трещины, распространяющейся при знакопеременных нагрузках), негерметичность шва.

Точечная сварка применяется для соединения деталей из сталей, алюминиевых и медных (кроме чистой меди) сплавов во всех типах производства. В настоящее время, благодаря высокой производительности, – это самый распространенный способ сварки.

Методика расчета режима контактной сварки

К основным параметрам контактной точечной сварки относятся: сварочный ток $I_{св}$; время пропускания тока $t_{св}$; диаметр электрода $d_э$ и усилие сжатия P . Эти параметры определяются исходя из материала и толщины свариваемых деталей расчетом или подбираются по таблицам.

Расчет параметров режима производится в следующей последовательности:

1. Диаметр электрода при сварке сталей определяется:

$$d_э = (1,5 \div 2) S + 3 \text{ (мм)},$$

где $d_э$ – диаметр электрода, мм; S – толщина свариваемой детали, мм.

2. Величина сварочного тока: $I_{св} = A \cdot F \text{ (А)}$,

где A – плотность тока, А/мм²; F – площадь контактной поверхности электродов, мм².

3. Длительность включения сварочного тока $t_{св}$ в секундах определяется:

$$t_{св} = (0,1 \div 0,25) S \text{ (с)}.$$

4. Усилие сжатия электродов P :

$$P = (1100 \div 2200) S \text{ (Н)}.$$

5. Продолжительность сжатия обычно выбирают в пределах 0,1–0,8 с, а проковки 0,1–1,2 с.

При правильно подобранном режиме, хорошем состоянии контактной поверхности электродов сварка происходит без выплесков (выбросов частиц расплавленного металла в зазор между свариваемыми деталями или между деталью и электродом). Диаметр получающейся сварной точки равен

диаметру электродов, высота точки составляет 30–80 % от толщины свариваемых деталей. На поверхности деталей остаются вмятины от электродов, образовавшиеся в результате проковки.

Оборудование для контактной точечной сварки

Оборудование для точечной сварки делится на 3 группы: универсальные одноточечные машины; подвесные контактные машины и многоточечные машины. Основными частями всех машин для контактной сварки являются: понижающий трансформатор; блок управления и сварочные клещи с электродами, соединенные с трансформатором медными шинами.

Клещи представляют собой собранную из двух половинок скобу с укрепленными на них электродами. Смыкание клещей осуществляется с помощью пневмоцилиндра. Подвесные машины применяют при сварке крупногабаритных конструкций. Многоточечные машины фактически объединяют в одном корпусе несколько одноточечных и применяют в массовом производстве для сварки сразу нескольких точек. Их изготавливают под конкретные детали массового производства.

Используемая в работе универсальная точечная машина МТ-1610 имеет следующие характеристики:

Толщина свариваемых деталей, в мм: минимальная 0,8 + 0,8;
максимальная 6,5 + 6,5.

Первичное напряжение, В	380
Мощность, кВт	86
Сварочный ток, А до	16000
Напряжение, В	2,9 – 5,7
Усилие сжатия, Н	1800 – 6300
Максимально допустимое количество сварок в минуту	150

Все узлы машины смонтированы на корпусе (рис. 10.2). Источником тока является трансформатор. Его вторичная обмотка состоит из одного витка, связанного с верхним и нижним электродами медными шинами. Первичная обмотка трансформатора секционирована. Отдельные секции соединены с гнездами переключателя ступеней. Переставляя переключки в гнездах переключателя ступеней, изменяют число витков первичной обмотки трансформатора, тем самым регулируют вторичное напряжение, а значит, и сварочный ток. Необходимое положение переключек определяется с помощью таблицы, имеющейся на машине.

Для включения и отключения трансформатора служит контактор. Перемещение верхнего подвижного электрода и создание необходимого усилия осуществляется пневмоцилиндром 2. Подача сжатого воздуха в пространство над или под поршнем пневмоцилиндра и соответственно опускание или подъем электрода осуществляется электропневмоклапаном. Регулирование усилия пневмоцилиндра производится с помощью редуктора. Вращая регулировочный винт редуктора, изменяют давление воздуха, а значит, усилие сжатия. Давление контролируют по манометру. Необходимую

величину давления выбирают по таблице, размещенной на корпусе машины. Последовательность действий и продолжительность всех четырех этапов точечной сварки (сжатия, пропускания тока, проковки и паузы) задается с помощью электронного регулятора времени 4. Он состоит из четырех реле времени, определяющих длительность соответствующих этапов. Регулирование длительности этапов осуществляется потенциометрами, рукоятки которых выведены на переднюю панель регулятора.

Все токоведущие части контактной машины для предотвращения разогрева охлаждаются водой. Для предотвращения включения машины без охлаждения в электрической схеме цепи управления имеется гидрореле, отключающее машину при прекращении подачи воды.

Для включения и настройки машины на сварку необходимо при отключенном рубильнике установить необходимую ступень трансформатора, закрыть дверцы машины, включить водяное охлаждение (верхний вентиль впереди машины) (рис. 10.2) и сжатый воздух (вентиль сзади машины), отрегулировать требуемое давление воздуха, продолжительность пропускания тока и включить рубильник. Через 2–3 минуты, необходимых для нагрева ламп регулятора, машина готова к сварке. Для выполнения сварки необходимо положить свариваемые детали на электроды, нажать и сразу отпустить педаль.

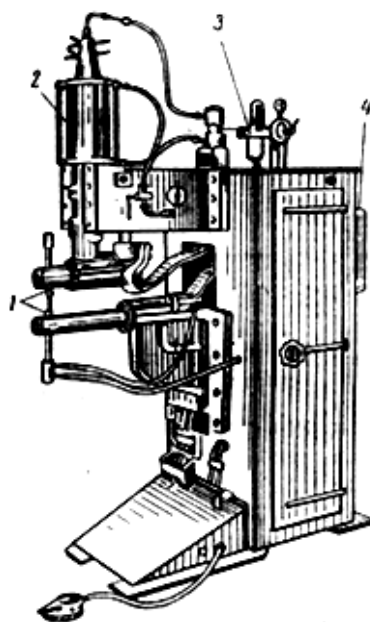


Рис. 10.2. Машина точечной сварки МТ-ІС10: 1 – электроды, 2 – пневмоцилиндр, 3 – лубрикатор, 4 – регулятор времени

Для выключения машины необходимо отключить рубильник, перекрыть подачу воздуха и через несколько минут отключить подачу охлаждающей воды.

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема точечной сварки с указанием каждого элемента схемы.
3. Описание порядка выполнения работы (расчета режима, настройки машины на заданный режим).

4. График зависимости сварочного тока от толщины свариваемых деталей.
5. Вывод о законе изменения сварочного тока от толщины деталей (на основании анализа графика и расчетных зависимостей).

Контрольные вопросы

1. Этапы точечной сварки и процессы, происходящие на каждом этапе.
2. Назначение проковки.
3. Причины колебания прочности сварных точек.
4. Причины, по которым при точечной сварке металл плавится, в первую очередь, на поверхности контакта свариваемых деталей.
5. Параметры, определяющие режим контактной сварки.
6. Особенности сварки закаливаемых сталей, медных и алюминиевых сплавов и заготовок повышенной толщины.
7. Устройство контактной машины.
8. Настройка машины на сварку.
9. Достоинства, недостатки и области применения точечной сварки.