

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 08.10.2023 14:05:22
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ:



Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

Оксана Геннадьевна 2017 г

СВАРКА ПЛАСТМАСС И СКЛЕИВАНИЕ МЕТАЛЛОВ

Методические указания по выполнению лабораторных работ
для студентов направления подготовки 15.03.01 Машиностроение
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Курск 2017

УДК 621.791

Составитель Н.И. Иванов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Е.И. Яцун*

Сварка пластмасс и склеивание металлов [Текст]: методические указания по выполнению лабораторных / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Н.И. Иванов. Курск, 2017. 52 с., ил. 17, табл. 6, прилож. 2. Библиогр.: с. 48.

Содержат сведения по вопросам технологии и оборудования сварки полимерных материалов и склеиванию металлов, необходимые при выполнении лабораторных работ. Указывается необходимое оборудование, материалы, порядок выполнения и оформления отчетов по лабораторным работам.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС ВПО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

Работа предназначена для студентов дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *5.04.17*. Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. *2,9*. Уч. - изд. л. *2,7*. Тираж *50* экз. Заказ *541*. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. Сварка пластмассовых труб нагретым инструментом машины ROWELD P 160 SANILINE	4
Лабораторная работа № 2. Сварка пластмасс нагретым газом	11
Лабораторная работа № 3. Раструбная сварка полиэтиленовых труб небольшого диаметра ручным аппаратом CR-ZRJQ-63T	20
Лабораторная работа №4. Определение механических свойств клеевых соединений металлов	27
Лабораторная работа № 5. Оценка технологических и эксплуатационных свойств клеевой композиции	34
Лабораторная работа № 6. Особенности клеесварных соединений	41
Список использованных источников	48
Приложение А	50
Приложение Б	52

Лабораторная работа № 1. Сварка пластмассовых труб нагретым инструментом машины ROWELD P 160 SANILINE

1.1 Общие положения

Машина для сварки пластмассовых труб ROWELD P 160 SANILINE, предназначена для стыковой сварки нагревательным элементом труб из полиэтилена высокого и низкого давления, полипропилена, полибутена и др. с внешним диаметром от 40 до 160 мм. Машина позволяет сваривать также все типовые фитинги и переходники. Технические характеристики машины:

Свариваемые диаметры	Ø 40 – 160 мм
Максимальный ход	130 мм
Электроторцеватель:	
электроподключение	230 В, 50/60 Гц, 500 Вт, 2,4 А
частота вращения	520 об./мин
Нагревательный элемент:	
электроподключение	230 В, 50 Гц, 800 Вт, 3,6 А
температура	160÷280 °С, электрон. регулировка
диаметр	200 мм
Вес машины в комплекте	57,4 даН
Размеры:	715×680×1180 мм

Машина состоит из следующих основных элементов (рисунок 1.1): моноблочной станины с подвижным столом – 1; электрического торцовочного устройства – 2; нагревательного элемента с электронной регулировкой – 3; двух основных зажимов на трубы диаметром до 160 мм – 5; двух боковых опор для свариваемых труб – 6; подвижной рамы (на рисунке 1.1 не показана) для крепления моноблочной станины с подвижным столом; вкладышей для сварки труб диаметром менее 160 миллиметров – 7.

Подготовка машины к сварке:

а) Зажимной винт на основных зажимах 5 отвести назад. Верхнюю зажимную колодку отвести вперед или вынуть. Выбрать вкладыши под необходимый диаметр трубы, вставить их в нижние зажимные колодки и зафиксировать винтами. Выбрать верхние за-

жимные колодки необходимого диаметра и вставить их скошенной стороной наружу.

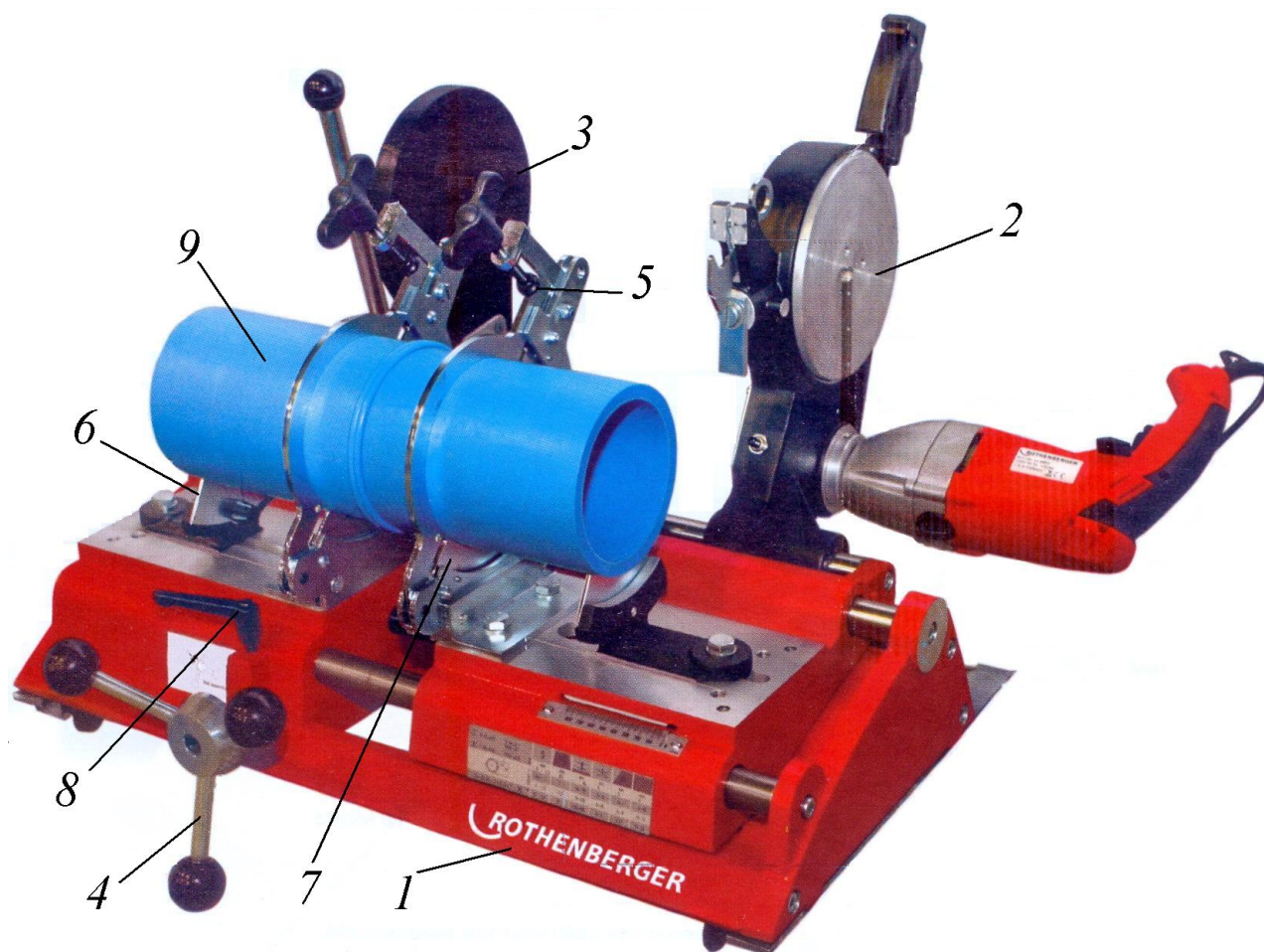


Рисунок 1.1 – Машина для сварки пластмассовых труб ROWELD P 160 SANI-LINE: 4 – рукоятка привода сжатия; 8 – фиксатор усилия; 9 - свариваемая труба (остальные обозначения в тексте)

б) Вставить вкладыши необходимого диаметра в боковые опоры 6. Свариваемые трубы или фитинги вложить в зажимы. Боковые опоры установить на необходимом расстоянии и в необходимом положении относительно зажимов. Опустить верхние зажимные колодки и затянуть зажимные винты.

с) Проверить прочность зажима труб или фитингов. Проверить температуру нагревательного элемента. **Внимание!** Чтобы распределение температуры по поверхности нагревательного элемента было равномерным, необходимо выждать 10 минут после достижения температуры заданного значения.

d) Вставить торцовочное устройство между трубами 9 и включить его. Торцы труб прижать к ножам торцовочного устройства до получения сплошной стружки. Если одна из труб не должна быть обработана, то упор на нижней стороне торцовочного устройства необходимо повернуть в сторону этой трубы.

e) После получения сплошной стружки на обоих торцах, трубы медленно развести, освободить фиксатор торцовочного устройства и отвести его назад.

f) Соединив торцы труб, проверить их соосность и плотность прилегания друг к другу. Осевое смещение внешних поверхностей труб не должно превышать 10 % толщины их стенок. Зазор между прилегающими торцами труб не должен превышать 0,5 мм. В противном случае торцевание необходимо повторить еще раз.

Внимание! *Обработанные торцы труб должны оставаться чистыми, не допускается трогать их руками.*

Последовательность сварки на машине следующая.

Между торцами труб вставляется нагревательный элемент, и торцы труб прижимаются к нагревательному элементу посредством увеличения усилия сжатия до величины F_1 , определяемой по двухсторонней круговой диаграмме (входящей в комплект поставки машины, рисунок 1.2) или рассчитываемой по формуле, приведенной на информационной табличке, закрепленной на моноблочной станине машины (рисунок 1.3).

$$F = (D - S) \times S \times 3,14 \times Y = [N],$$

где D – внешний диаметр трубы, мм;

S – толщина стенки трубы, мм;

Y – коэффициент, зависящий от материала полимера и этапа сварочного цикла;

$[N]$ – единица измерения, Н.

Трубы фиксируются в таком положении стопорным рычагом 8 (рисунок 1.1). Когда наплыв H на торцах труб (рисунок 1.2, в) достигнет требуемого размера по всей окружности, стопорный рычаг отпускается, и усилие сжатия уменьшают до величины F_2 . Трубы снова фиксируются в этом положении стопорным рычагом. **Внима-**

ние: необходимо проверить равномерное прилегание торцов труб к нагревательному элементу.

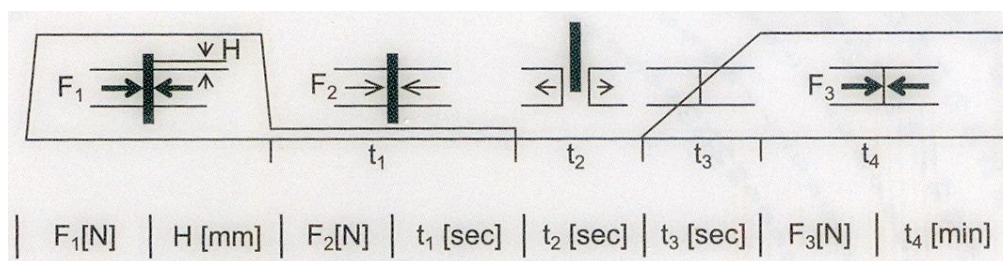
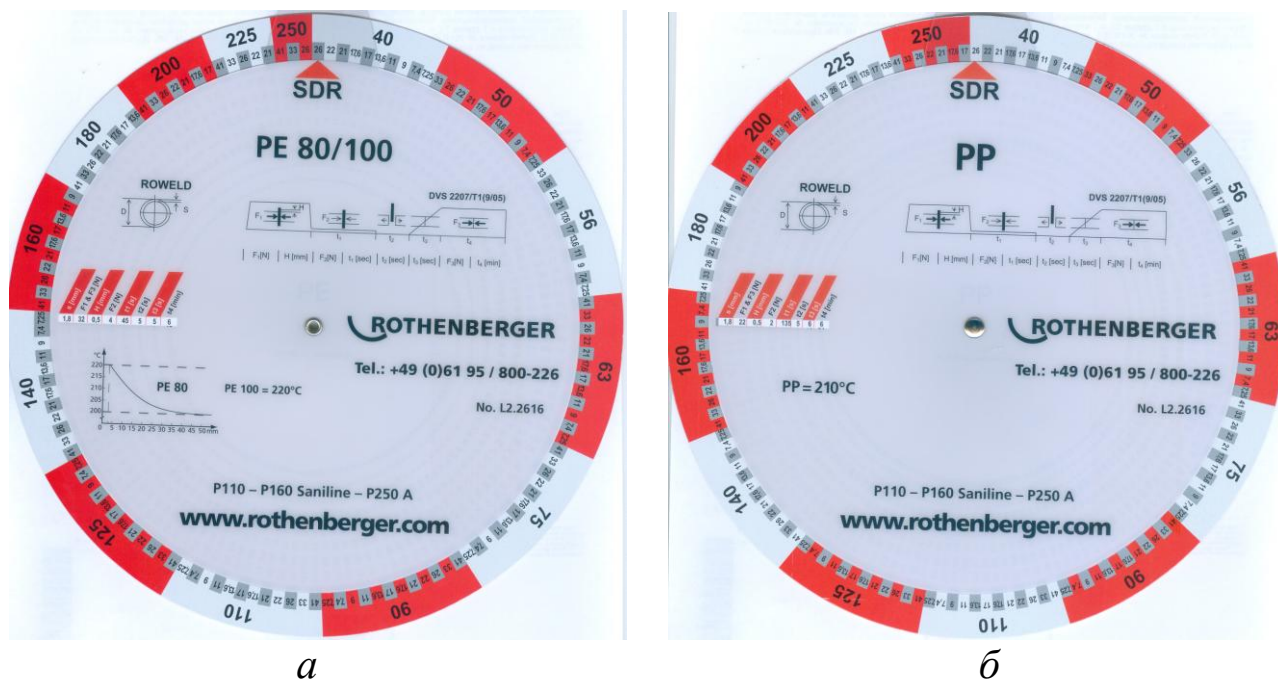


Рисунок 1.2 – Двухсторонняя круговая диаграмма для определения параметров режима сварки труб диаметром от 40 до 160 мм: а - параметры для ПЭ 80/100; б – для ПП; в – циклограмма процесса сварки

$Y_{PE}=0,15$ $Y_{PE}=0,02$	$Y_{PP}=0,1$ $PVDF=0,1$ $PVDF=0,01$	S					
	(8/95) DVS2207 T1						
$F = (D-S) \times S \times 3,14 \times Y = [N]$		PE					

Рисунок 1.3 – Информационная таблица параметров режима сварки на станине машины

После истечения времени нагрева t_1 , отпустить стопорный рычаг, развести торцы труб, убрать нагревательный элемент, соединить трубы и плавно, по возможности линейно, увеличить усилие сжатия торцов труб до величины F_3 . Зафиксировать трубы стопорным рычагом. Выполняя данную операцию следить за тем, чтобы:

- время, необходимое для удаления нагревательного элемента, не превышало значения t_2 ;
- период увеличения усилия сжатия торцов труб должен соответствовать значению t_3 .

В течение всего времени остывания t_4 колебания величины усилия соединения не должны превышать $\pm 6,66 \%$.

По истечении времени остывания отпустить стопорный рычаг и плавно уменьшить усилие сжатия до нуля. Вынуть трубу из зажимов.

По завершении сварочных работ отключают от сети нагревательный элемент и электрическое торцовочное устройство.

Регулировка температуры нагревательного элемента. Сварочная машина ROWELD P 160 SANILINE оснащена цифровым регулятором температуры.

При включении нагревателя в сеть горит красный светодиод «Stand by» (Резерв), означающий, что напряжение подается. Нагревательный элемент включается нажатием большой кнопки, которая загорается зеленым светом. Кнопками «+» и «-» необходимо настроить требуемую для сварки температуру (от 160 °С до 285 °С). О разогреве нагревательного элемента до установленной температуры сигнализирует желтый светодиод на нем.

Дополнительно на индикаторе температуры отображаются горизонтальные полосы. Незадолго до достижения заданной температуры (допуск составляет ± 3 °С) желтый светодиод погасает, и загорается зеленый. Через 10 минут после этого нагревательный элемент готов к сварке.

1.2 Цель работы

Изучить конструкцию и принцип действия машины для сварки пластмассовых труб ROWELD P 160 SANILINE. Освоить методику определения параметров режима сварки по круговым диаграммам и расчета по информационной таблице, закрепленной на станине ма-

шины. Определить влияние неправильной установки труб при сварке на прочность соединения.

1.3 Оборудование и материалы

1.3.1 Машина ROWELD P 160 SANILINE для сварки пластмассовых труб диаметром 40÷160 мм.

1.3.2 Торцовочное устройство.

1.3.3 Нагреватель

1.3.4 Двухсторонняя круговая диаграмма.

1.3.5 Ножовка.

1.3.6 Цифровой фотоаппарат.

1.3.7 Труба из полимерного материала диаметром 75÷110 мм (номенклатура труб из полиэтилена низкого давления и характеристика основных полимерных материалов, применяемых для производства труб, приведены, соответственно, в таблицах А.1 и А.2 Приложения А).

1.3.8 Разрывная машина РТ-250М.

1.3.9 Шаблон размеров образцов для проведения испытаний.

1.4 Методика выполнения работы

1.4.1 Проверить и убедиться в работоспособности всех узлов машины, обеспечивающих фиксацию труб и перемещение подвижного стола.

1.4.2 Проверить торцовочное устройство и его ножи.

1.4.3 Освоить методику установки требуемой температуры нагревателя.

1.4.4 По круговой диаграмме определить требуемые параметры режима сварки для заданного сечения и материала трубы.

1.4.5 Выполнить проверку параметров расчетным путем и по данным информационной таблицы, закрепленной на станине машины.

1.4.6 Установить свариваемые трубы в зажимах машины на подвижном и неподвижном столах так, чтобы торцы труб выступали на 50 мм от внутренних боковых поверхностей основных зажимов.

1.4.7 Проверить центровку труб, чтобы смещение соединенных торцов по наружному диаметру не превышало 10 % от толщины стенки.

1.4.8 Развести трубы. Установить между ними торцеватель.

1.4.9 Произвести торцевание так, чтобы зазор между обработанными торцами труб, приведенных в соприкосновение, не превышал требуемого значения.

1.4.10 Развести трубы, установить между ними нагреватель и выполнить процесс сварки по циклограмме, указанной на рисунке 1.2, в, в соответствии с выбранными параметрами режима.

1.4.11 По истечении необходимого времени выдержки под давлением снять давление, освободить зажимы и снять трубу.

1.4.12 На новых трубах выполнить пункты 1.4.6÷1.4.11, но, по указанию преподавателя, установить трубы со смещением торцов по наружному диаметру более 10 % от толщины стенки или, чтобы зазор между обработанными торцами труб, приведенных в соприкосновение, превысил требуемое значение.

1.4.13 Из обеих сваренных труб по шаблону вырезать по 4 образца для проведения испытаний на прочность при отрыве.

1.4.14 Испытать образцы на разрывной машине РТ-250М.

1.5 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- характеристики материала свариваемой трубы;
- геометрические параметры сечения трубы;
- циклограмму процесса и таблицу со значениями выбранных по круговой диаграмме и определенных по данным информационной таблицы, закрепленной на станине машины параметров режима;
- фотографии каждого сваренного стыка (с 4-х сторон);
- результаты испытаний образцов на прочность;
- выводы по работе.

1.6 Контрольные вопросы

1.6.1 Составные части машины ROWELD P 160 SANILINE для сварки полиэтиленовых труб?

1.6.2 Назовите основные параметры процесса сварки пластмассовых труб встык?

1.6.3 От чего зависит требуемая температура нагревателя?

1.6.4 Как пользоваться круговой диаграммой для выбора параметров режима сварки?

1.6.5 От каких факторов зависит время технологической паузы?

1.6.6 Что называют гратом?

1.6.7 Какой геометрический параметр грата должен контролироваться при сварке?

Лабораторная работа № 2. Сварка пластмасс нагретым газом

2.1 Общие положения

Сварка термопластов газовым теплоносителем основана на нагреве соединяемых поверхностей материала до температуры сварки струей нагретого газа. Выполняют ее преимущественно с применением присадочного материала и главным образом вручную с помощью сварочных горелок различной конструкции. Нагретый газ, выходящий из сопла горелки, нагревает одновременно свариваемые кромки и основание прутка, плотный контакт между которыми создает сварщик путем прижатия прутка рукой (рисунок 2.1).

Рассматриваемый способ сварки широко применяется при изготовлении конструкций из винипласта, полиэтилена низкого давления (ПНД) и полиэтилена высокого давления (ПВД), полиметилметакрилата и других термопластов благодаря своей универсальности и простоте оборудования.

Особенно целесообразно этот метод применять в тех случаях, когда необходимо выполнять швы сложной конфигурации при малом масштабе производства, в монтажных условиях и при ремонтных работах.

Этим способом могут быть выполнены швы практически всех видов сварных соединений – стыковых, нахлесточных, угловых и тавровых. Типы выполняемых швов, их условные обозначения и раз-

меры конструктивных элементов определены ГОСТ 16310-70. Выбор типа швов (таблица 2.1) обусловлен главным образом толщиной и свойствами свариваемых материалов, особенностями конструкций и условиями нагружения сварных соединений в процессе эксплуатации.

Основными параметрами процесса сварки являются температура и род газа, состав и диаметр присадочного прутка, давление на пруток, диаметр сопла и расход газа. Выбор этих параметров производится с учетом марки и толщины свариваемого материала. При многорядной сварке каждый последующий ряд укладывают после охлаждения предыдущего до температуры не выше 40 °С. Охлаждение рекомендуется проводить медленно.

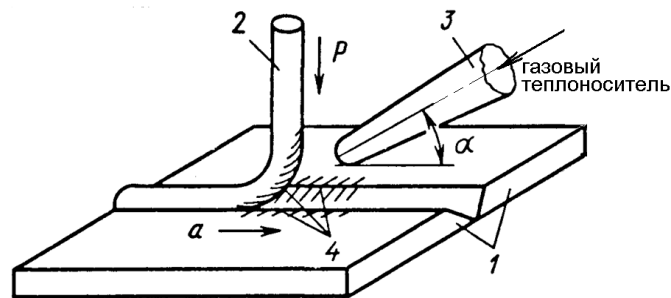


Рисунок 2.1 – Схема сварки газовым теплоносителем с присадкой:

P – давление на пруток; a — направление сварки; 1 – свариваемый материал; 2 – присадочный материал; 3 – сопло сварочной горелки; 4 – зона нагрева

Таблица 2.1 – Типы и размеры конструктивных элементов сварных соединений, выполняемых сваркой газовым теплоносителем с присадочным материалом

Тип соединения	Толщина металла	Величина зазора	Разделка кромок	Угол разделки кромок, град.
	мм			
Стыковое	≤ 2	-	-	-
	$2 \div 4$	$1,0 \div 1,5$	-	-
	$4 \div 10$	$0 \div 1,0$	V	70 ± 5
	$12 \div 20$	$0 \div 1,0$	V	60 ± 5
	$12 \div 20$	$0 \div 1,0$	X	60 ± 5
Тавровое	вертикальный лист ≤ 4	-	-	-
	$4 \div 20$	$0 \div 1,0$	V	45 ± 5
	$4 \div 20$	$0 \div 1,0$	X	45 ± 5

Основными параметрами процесса сварки являются температура и род газа, состав и диаметр присадочного прутка, давление на прутки, диаметр сопла и расход газа. Выбор этих параметров производится с учетом марки и толщины свариваемого материала. При многорядной сварке каждый последующий ряд укладывают после охлаждения предыдущего до температуры не выше 40 °С. Охлаждение рекомендуется проводить медленно.

Правильное распределение теплоты при сварке достигается путем сохранения соответствующего угла наклона сопла сварочной горелки относительно поверхности шва, а также путем непрерывного покачивания горелки в процессе сварки. Для большинства материалов угол наклона горелки к поверхности шва должен составлять 45°.

Расстояние от горелки до нагреваемого материала 5-6 мм. Очень важно в процессе сварки обеспечить правильное положение присадочного материала к поверхности шва. В большинстве случаев присадочный материал рекомендуется держать под углом 90° к поверхности шва (рисунок 2.1).

Присадочные прутки, как правило, изготавливаются из того же материала, который сваривается, иногда с добавкой 10÷15 % пластификатора, снижающего температуру их вязкотекучего состояния.

Образование сварных соединений при сварке газовым теплоносителем, также как и при других методах сварки, возможно только при условии, если поверхности соединяемых материалов находятся в вязкотекучем состоянии, поэтому температура газа-теплоносителя на выходе из сопла горелки должна на 50÷100 °С превышать температуру текучести полимера.

Основные параметры сварки пластмасс газовым теплоносителем с использованием присадочного материала определяются с помощью таблиц (см. таблицу 2.2).

Каждой определенной температуре соответствует оптимальная скорость процесса, при которой возможно получение сварного соединения максимальной прочности.

Оборудование. Для сварки термопластов газовым теплоносителем с присадочным материалом применяются два типа горелок:

а) горелки с нагревом газосгорающими смесями (газопламенные горелки). Здесь выделяются два вида горелок: горелки косвенного

действия, например, ГГК-1, и прямого действия – ГПП-1 (рисунок 2.2);

Таблица 2.2 – Режимы сварки некоторых термопластов газовым теплоносителем с присадочным материалом

Материал	Давление, МПа	Характеристика газа-теплоносителя			Скорость, м/мин при диаметре прутка, мм		Давление Р на присадочный материал, Н/мм ²
		Расход		Температура °С	3	4	
		м ³ /ч	м ³ /ч через 1,0 мм ² сечения сопла				
Поливинилхлорид	0,006÷0,04	1,5 ÷ 1,8	0,3	200±15	0,17	0,13	3
ПЭВД	0,035÷0,07	2÷3	0,3	240±15	0,17	0,13	3
ПЭНД	0,04÷0,07	2÷3	0,3	250±15	0,17	0,13	3
Пенопласт	0,07÷0,15	2÷3	0,3	300±15	0,15	-	3

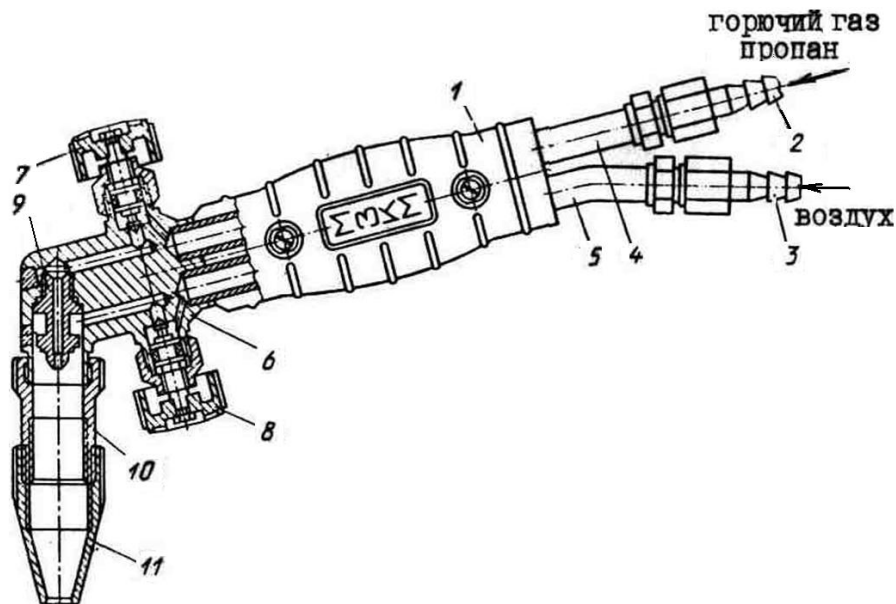


Рисунок 2.2 – Газопламенная горелка прямого действия ГПП-1: 1 – рукоятка; 2, 3 – штуцеры; 6 – корпус; 7, 8 – регулировочные вентили; 9 – завихритель; 10 – сопло; 11 – мундштук

б) горелки прямого действия с электрическим нагревом газовой струи, например, ГЭП-1 (рисунок 2.3).

В качестве газа-теплоносителя используется азот, углекислый газ, гелий, а также воздух. В качестве горючего газа используется пропан.

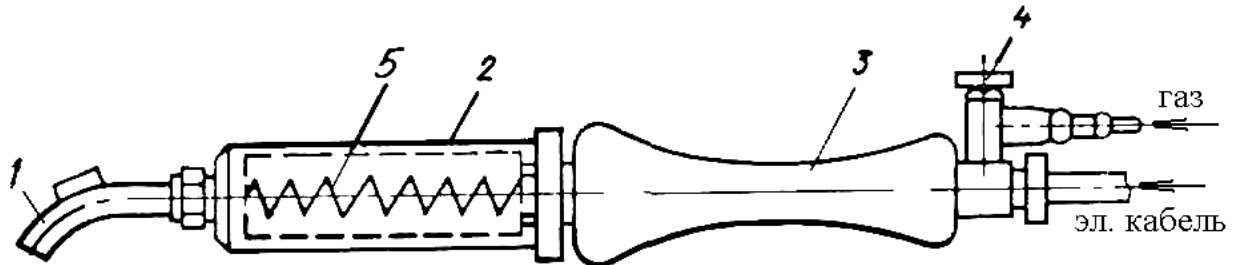


Рисунок 3.3 – Электрическая горелка ГЭП-1: 1 – выходное сопло; 2 – корпус; 3 – рукоятка; 4 – регулировочный вентиль; 5 – электрическая спираль

Горелки различаются по конструкции и мощности нагревательного элемента, размером сопла, системой подачи и движения газа-теплоносителя и др.

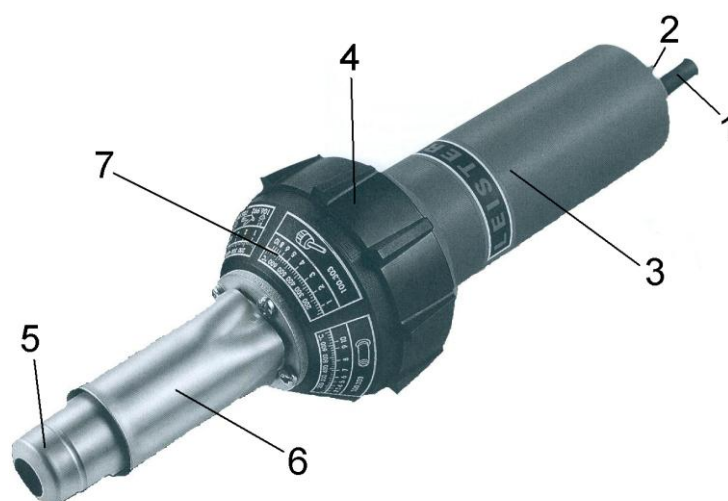
Электрические горелки (рисунок 3.3) состоят из рукоятки 3 с регулировочным вентилем 4, корпуса 2, сопла 1 и нагревательного элемента 5. Внутри рукоятки находятся две трубки для прохода теплоносителя и электрического кабеля. Электрическая спираль уложена на асбестовой пластине в керамической трубке. Газ-теплоноситель под давлением $0,015 \div 0,1$ МПа ($0,15 \div 1$ кгс/см²) поступает в корпус горелки и при движении по цилиндрическому каналу керамической трубки омывает спираль нагревателя и вытекает из сопла горелки с определенной температурой и скоростью. Температуру газа регулируют изменением электрических параметров нагревателя (в данном случае напряжением) и количеством проходящего через него газа.

Наиболее перспективными в настоящее время являются аппараты горячего воздуха с встроенной его подачей и плавной регулировкой температуры. часто их называют «фенами». На рисунке 2.4, а показан внешний вид сварочного аппарата TRIAC S компании Leister, который используется для сварки листовых и рулонных термопластичных материалов. С этой целью применяются различные насадки, насаживающиеся на трубку нагревательного элемента фена, и валики,

показанные на рисунке 2.4, б. Ниже приведены его технические характеристики.

Отличительными особенностями фенів TRIAC S являются:

- охлаждаемая защитная трубка;
- электронная защита нагревательного элемента;
- автоматическое отключение двигателя по достижении щетками коллектора минимальных размеров;
- множество насадок для разных целей;
- рассчитан на длительную эксплуатацию.



a



б

Рисунок 2.4 – Сварочный аппарат TRIAC S: *a* – внешний вид аппарата; 1 – сетевой кабель; 2 – выключатель; 3 – рукоятка; 4 – резиновая опора; 5 – трубка нагревательного элемента; 6 – защитная трубка; 7 – температурная шкала; *б* – некоторые насадки и валики, используемые при сварке аппаратом

Технические характеристики сварочного аппарата TRIAC S

Напряжение, В	230
Мощность, кВт	1,6
Частота тока, Гц	50/60
Температура воздуха, С°	20÷700, плавная регулировка
Расход воздуха, л/мин.	максимальный 230
Давление воздуха, Па	3000 (0,03 кг/см ²)
Размеры, мм	340 × 90, диаметр рукоятки 56
Вес, кг	1,3 с кабелем 3 м

2.2 Цель работы

Изучить конструкцию сварочной горелки прямого действия с электрическим нагревом газовой струи и сварочного аппарата TRIAC S компании Leister.

Изучить и освоить методику сварки пластмасс газовым теплоносителем с присадочным материалом, используя имеющееся в лаборатории оборудование.

2.3 Оборудование и материалы

2.3.1 Горелка прямого действия с электрическим нагревом газовой струи.

2.3.2 Трансформатор с вторичным напряжением 60 В.

2.3.3 Компрессор для подачи сжатого воздуха.

2.3.4 Сварочный аппарат TRIAC S компании Leister.

2.3.5 Насадки фирмы Ляйстер (по указанию преподавателя).

2.3.6 Приспособление для закрепления технологических образцов.

2.3.7 Логометр Ш69006 с термопарой ХК.

2.3.8 Пассатижи.

2.3.9 Технологические образцы из полимерных материалов, толщиной 2÷10 мм (по указанию преподавателя)

2.3.10 Присадочный материал в виде прутков из полимерных материалов диаметром 2÷6 мм, и спаренных прутков в виде ленты размером 2×3 мм (по указанию преподавателя).

2.3.11 Фотоаппарат.

2.3.12 Пост для сварки газовым теплоносителем.

2.4 Методика выполнения работы

2.4.1 Ознакомиться с конструкцией горелки прямого действия с электрическим нагревом газовой струи.

- 1) Подключить горелку к воздушной магистрали и источнику нагрева электрической спирали (подключение осуществляет учебный мастер).
- 2) Подготовить технологические образцы под сварку. Разделять кромки с учетом толщины.
- 3) Закрепить заготовки в сборочном приспособлении с соблюдением требуемых зазоров. Подкладка в приспособлении должна быть изготовлена из дерева или другого плохо проводящего тепло материала.
- 4) Определить все необходимые параметры сварки, пользуясь таблицей А.3 Приложения А (материал указывается в каждом случае отдельно).
- 5) Подать воздух в горелку и затем включить цепь питания электрической спирали. **Внимание!** *Обратная последовательность включения ЗАПРЕЩЕНА из-за возможности перегорания спирали. Касание к поверхности корпуса электрической горелки не допустимо, т.к. приводит к сильному ожогу.*
- 6) Установить необходимую температуру и расход газа.
- 7) Произвести сварку.
- 8) Фотографировать выполненное сварное соединение.

2.4.2 Ознакомиться с конструкцией сварочного аппарата TRIAC S.

- 1) Установить необходимую насадку на трубку нагревателя и закрепить винтом.
- 2) Подключить аппарат к электросети.
- 3) Подготовить технологические образцы под сварку. Разделять кромки с учетом толщины образцов.

- 4) Закрепить заготовки в сборочном приспособлении с соблюдением требуемых зазоров. Подкладка в приспособлении должна быть изготовлена из дерева или другого плохо проводящего тепло материала.
 - 5) Определить все необходимые параметры сварки, пользуясь таблицей А.3 Приложения А.
 - 6) Выставить требуемую температуру горячего воздуха на потенциометре аппарата, используя температурную шкалу.
 - 7) Включить аппарат выключателем и в течении 5 мин. дать аппарату прогреться до заданной температуры.
 - 8) **Внимание!** *Касание к поверхности корпуса нагревателя аппарата не допустимо, т.к. приводит к сильному ожогу.*
 - 9) Произвести сварку.
 - 10) Фотографировать выполненное сварное соединение.
 - 11) После завершения работы потенциометром установите температуру воздуха на ноль и охладите аппарат.
- Внимание!** *При смене насадок аппарат необходимо охладить. Использование пассатижей при смене насадок обязательно. Не прикасаться к горячей насадке и непременно укладывать ее при снятии на негорючую поверхность.*

2.5 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- характеристики материала технологических образцов;
- геометрические параметры технологических образцов и подготовки кромок;
- таблицу со значениями выбранных (по таблице А.3) параметров режима;
- фотографии сваренных технологических образцов;
- выводы по работе.

2.6 Контрольные вопросы

2.6.1 Как может осуществляться сварка пластмасс нагретым газом ?

2.6.2 Что является присадочным материалом при сварке пластмасс нагретым газом ?

2.6.3 Как при сварке нагретым газом подается присадочный материал?

2.6.4 Какую разделку кромок выполняют при сварке стыковых и тавровых соединений материалов толщиной от 10 до 20 мм?

2.6.5 Требования к величине угла разделки кромок?

2.6.6 В каких случаях при сварке нагретым газом стыковые швы без разделки кромок ?

2.6.7 Какие технологическим параметром режима являются основными при сварке нагретым газом?

2.6.8 Как подразделяются горелки, которые применяются для сварки нагретым газом ?

2.6.9 Какие типы горелок используются для сварки нагретым газом с электронагревом ?

Лабораторная работа № 3. Раструбная сварка полиэтиленовых труб небольшого диаметра

3.1 Общие положения

Сущность процесса. При сварке с нахлесточным швом при контактном нагреве (*раструбная сварка*) труба и фасонная деталь свариваются внахлест. Конец трубы и муфта фасонной детали разогреваются нагревательным элементом до температуры сварки и затем соединяются. Конец трубы, нагревательный элемент и муфта фасонной детали по размерам подгоняются так, что в процессе сварки создавалось давление в соединении (рисунок 3.1).

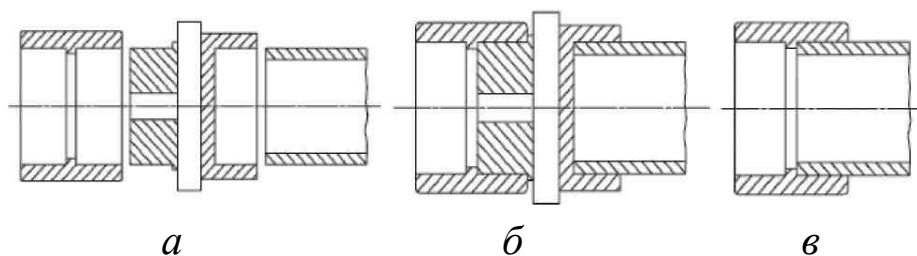


Рисунок 3.1 – Раструбная сварка: *а* – подготовка к сварке; *б* – выравнивание и прогрев; *в* – соединение и охлаждение

Сварка с нахлесточным швом с контактным нагревом труб с наружным диаметром до 40 мм может производиться вручную. Для больших диаметров из-за увеличивающихся усилий совмещения необходимо использовать сварочные приспособления.

Ориентировочные значения для раструбной сварки с контактным нагревом труб и фасонных деталей из различных полимерных материалов приведены в таблице А.4 Приложения А.

Оборудование. Для раструбной сварки труб небольшого диаметра выпускается достаточно большое количество аппаратов отечественных и зарубежных производителей. Все они имеют типовую конструкцию, но могут отличаться мощностью нагревателя, схемой управления, конструктивным исполнением, материалом нагревательных насадок (гильз и дорнов), а также корпуса нагревателя.

Особенности сварочных аппаратов рассмотрим на примере модели CR-ZRJQ-63T. Данный ручной аппарат (рисунок 3.2) с электронной регулировкой температуры предназначен для сварки пластиковых труб ПЭ, ПП, ПБ, ПВДФ диаметром от 20 до 63 мм. Он используется для монтажа внутренних систем водоснабжения и отопления.

Аппарат имеет высококачественное антиприлипающее покрытие, ЖК-дисплей регулятор температуры, световой индикатор контроля электрической сети, сменные нагревательные насадки для диаметров труб 20, 25, 32, 40, 50 и 63 мм. Возможно крепление аппарата на струбцине или опоре.

Принцип работы сварочного аппарата. Сварочный аппарат представляет собой электрический прибор, работающий при напряжении сети 220 В, мощностью 800 Вт. В корпусе электронагревателя размещен нагревательный элемент (далее ТЭН). Корпус электронагревателя оснащён тремя посадочными отверстиями для крепления сменных насадок.

Терморегулятор автоматически поддерживает заданную температуру насадок, которая устанавливается при помощи кнопок на панели элементов управления аппаратом в диапазоне 200÷279 °С. При подключении аппарата в сеть загорается световой индикатор контроля электрической сети. При достижении заданной температуры загорается индикатор готовности аппарата к работе.



Рисунок 3.2 – Сварочный аппарат CR-ZRJQ-63T:

1 – электронагреватель аппарата; 2 – струбцина; 3 – панель элементов управления аппаратом; 4 – индикатор готовности аппарата к работе; 5 – рукоятка аппарата; 6 – электрический кабель с вилкой; 7 – парные сменные нагреватели в комплекте

Размеры нагревательных элементов (рисунок 3.3) соответствуют указанным в таблице 3.1 величинам:

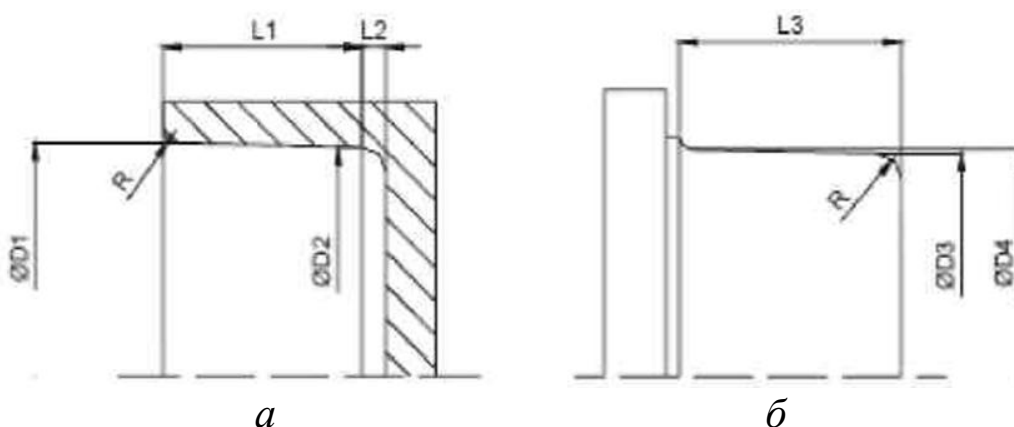


Рисунок 3.3 – Нагревательные элементы: а – гильза; б – дорн

Технология выполнения раструбной сварки. Внутренний диаметр раструба соединительных деталей должен быть меньше номинального наружного диаметра свариваемой трубы в пределах допуска.

Концы труб при раструбной сварке должны иметь наружную фаску под углом 45° на 1/3 толщины стенки трубы (таблица 3.2).

Таблица 3.1 – Конструктивные размеры нагревательных элементов

Диаметр трубы	$\varnothing D1$	$\varnothing D2$	$\varnothing D3$	$\varnothing D4$	$L1$	$L2$	$L3$	R
мм								
16	15,9	15,76	15,37	15,5	14	4	13	2,5
20	19,85	19,7	19,31	19,45	15	4	14	2,5
25	24,85	24,68	24,24	24,4	17	4	16	2,5
32	31,85	31,65	31,17	31,35	19,5	5	18	3,0
40	39,8	39,58	39,1	39,3	21,5	5	20	3,0
50	49,8	49,55	49,07	49,3	24,5	5	23	3,0
63	62,75	62,46	61,93	62,2	29	6	27	4,0

Таблица 3.2 – Размеры фасок и глубины ввода при раструбной сварке

Диаметр трубы	Фаска на трубе		Глубина ввода	
	ПЭВП, ПП	ПВДФ	ПЭВП, ПП	ПВДФ
d , мм	b , мм	b , мм	t , мм	t , мм
16	2	2	13	13
20	2	2	14	14
25	2	2	16	16
32	2	2	17	18
40	2	2	18	20
60	2	2	20	22
63	3	3	26	26
75	3	3	29	31
90	3	3	32	35
110	3	3	35	41

Контактная раструбная сварка включает в себя следующие операции:

- нанесение метки на расстоянии от торца трубы, равном глубине раструба соединительной детали плюс 2 мм;
- установку раструба на дорне;
- установку гладкого конца трубы в гильзе нагревательного

элемента;

- нагрев в течение заданного времени свариваемых деталей;
- одновременное снятие деталей с дорна и гильзы;
- соединение деталей между собой до метки с выдержкой до отвердения оплавленного материала.

При сварке (рисунок 3.4) поворот деталей относительно друг друга после сопряжения деталей не допускается. После каждой сварки необходима очистка рабочих поверхностей от налипшего материала. Время выдержки свариваемых изделий до частичного отвердения зависит от применяемого материала.



Рисунок 3.4 – Нагрев трубы и муфты при раструбной сварке полиэтиленовых труб

Подготовка сварного шва выполняется непосредственно перед сваркой. Концы трубы отрезают под прямым углом и с внутренней кромки гратоснимателем удаляют заусенцы. Кроме того, нельзя забывать снимать фаску с детали, которая имеет меньший диаметр. Эта процедура позволит облегчить сборочный процесс.

В процессе выполнения работ не допускается попадание различных песчинок или другой мелкой фракции между деталями. Чтобы это предотвратить, следует перед сваркой протирать торцы соединений сухой ветошью или свариваемые поверхности трубы и фасонной детали необходимо основательно прочистить бумагой, не оставляющей волокон, и обезжирить. Для обезжиривания поверхности целесообразно применять спиртовые компоненты. Как правило, используют этиловый (изобутиловый) спирт. Ацетон, весьма распростра-

ненный в качестве обезжиривающего средства для лакокрасочных материалов, не годится для полимерных труб – он просто разрушает поверхность, делает ее рыхлой и непрочной. Обезжиривание позволит увеличить эффективность сварного шва. Поверхность трубы можно обработать циклей и отметить на трубе глубину ввода.

Перед тем, как начать сварку полимерных труб, специалисты рекомендуют потренироваться на их обрезках. После выполнения всех работ по свариванию системы водоснабжения или отопления рекомендуется выждать один час и только после этого заполнять трубы водой. Стыкам необходимо как следует застыть, иначе велик риск их деформирования или разгерметизации.

Монтаж и сварка полипропиленовых труб не требуют большого опыта или багажа знаний, достаточно иметь определенный практический навык.

3.2 Цель работы

Ознакомиться с конструкцией ручного сварочного аппарата модели CR-ZRJQ-63T. Получить практический навык выполнения раструбной сварки полиэтиленовых труб небольшого диаметра.

3.3 Оборудование, инструменты и материалы

3.3.1 Сварочный аппарат модели CR-ZRJQ-63T.

3.3.2 Нагревательные гильзы и дорны требуемых размеров.

3.3.3 Ножницы.

3.3.4 Фаскосниматель.

3.3.5 Рулетка.

3.3.6 Маркеры;

3.3.7 Зачистка (наждачная шкурка);

3.3.8 Полимерные трубы диаметром 20 мм.

3.3.9 Переходные насадки (муфты) для труб диаметром 20 мм.

3.4 Порядок выполнения работы

3.4.1 Ознакомиться с конструкцией аппарата, методикой установки требуемой температуры нагревателя.

3.4.2 Закрепить сварочный аппарат на струбцину.

3.4.3 Закрепить парные сменные насадки требуемого диаметра на электронагревателе.

3.4.4 Подключить аппарат к электрической сети.

3.4.5 Установить температуру сварки с помощью кнопок на панели элементов управления аппаратом.

3.4.6 При достижении заданной температуры нагревателя (ориентируясь на показания индикатора готовности аппарата к работе) приступить к сварочным работам.

3.4.7 Для производства сварки необходимо надеть муфту на сварочную насадку, а трубу вложить в отверстие насадки с противоположной стороны. В таком положении трубу и муфту следует удерживать в течение предписанного времени нагрева (см. таблицу А.4).

3.4.8 После нагрева следует быстро снять муфту и трубу с насадок, ввести трубу в муфту до упора и удерживать неподвижно для охлаждения в течение предписанного времени (см. таблицу А.4).

3.4.9 Не допускается поворот вокруг оси трубы и муфты во избежание деформации изделия.

3.4.10 Охладить сварное соединение (таблица А.4).

3.4.11 Проверить внешний наплыв сварного шва. При этом он должен просматриваться по всей окружности трубы.

3.4.12 Выполнить сварку соединения по пунктам 3.4.6÷3.4.11, при вставке трубы в муфту на 2/3 длины нагретой части.

3.4.13 Разрезать пополам образцы сварных соединений вдоль продольной оси.

3.4.14 Фотографировать каждое сечение образцов сварных соединений.

3.5 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- характеристики материала свариваемой трубы и муфты;
- геометрические параметры сечения трубы и муфты;
- геометрические параметры сечения насадок – гильзы и дорна;

- циклограмма процесса со значениями выбранных по таблице А.4 Приложения А параметров режима;
- фотографии фрагментов каждого из сечений сваренных стыков;
- выводы по работе.

3.6 Контрольные вопросы

3.6.1 Суть технологического процесса раструбной сварки?

3.6.2 Последовательность технологического процесса раструбной сварки?

3.6.3 От каких факторов зависит выбор температуры нагревательного инструмента?

3.6.4 К какому типу относится раструбная сварка?

3.6.5 Допускается ли принудительное охлаждение сварного соединения при раструбной сварке?

3.6.6 К чему приводит превышение установленной температуры нагретого инструмента при раструбной сварке?

Лабораторная работа №4. Определение механических свойств клеевых соединений металлов

4.1 Общие положения

Клеевое соединение — это неразъемное соединение деталей с помощью клея, наносимого на соединяемые поверхности.

Замена сварки, пайки, заклепочных соединений склеиванием уменьшает массу конструкции, позволяет соединить почти любые материалы, упрощает процесс сборки. По сравнению с другими способами соединения металлов достоинство клеевого соединения состоит в равномерности распределения механических напряжений по шву. Обычно в зоне соединения при склеивании не возникает коррозия, в большинстве случаев эти соединения непроницаемы для паров, жидкостей, герметичны, вакуумплотны, поглощают вибрации (снижают шум). В этом состоят основные преимущества клеевого соединения.

Синтетические клеи изготавливают, как правило, на базе полимерных соединений. Насколько велико разнообразие полимеров, настолько велико и разнообразие свойств синтетических клеевых композиций. Так, клеи на основе фенолформальдегидных смол, кремнийорганических и неорганических полимеров отличаются высокой теплостойкостью. Полиэпоксидные, полиамидные, полиуретановые клеи характеризуются высокой эластичностью, стойкостью к агрессивным средам, механической прочностью. Разработаны пленочные клеи, не содержащие растворителей. Для склеивания достаточно такую пленку поместить между склеиваемыми поверхностями, нагреть их и опрессовать.

Достоинство синтетических клеев заключается в том, что они обладают значительной прочностью, хорошей химической стойкостью, износостойкостью и высокими антифрикционными свойствами. Клеи позволяют соединять разнородные материалы, не влияют на свойства соединяемых материалов.

Недостаток клеев – малая усталостная прочность и низкая тепловая стойкость.

Для качественного склеивания клей должен отвечать следующим требованиям:

- создавать клеевую пленку, обеспечивающую прочное сцепление склеиваемых поверхностей;
- клеевая пленка должна быть атмосферостойкой и стойкой к действию других факторов, проявляющихся в условиях эксплуатации;
- клей не должен вызывать коррозии и разрушения склеиваемых материалов.

Синтетический клей в наиболее общем виде представляет собой композицию, в которую входят: связующее вещество, растворитель, наполнитель, отвердитель, пластификатор, стабилизатор, ускоритель отверждения и другие добавки, формирующие его физико-механические свойства.

Прочность клеевого соединения зависит от величины силы прилипания клея к склеиваемой поверхности (адгезии) и прочности самой клеевой пленки (когезии).

Адгезия определяется величиной химических (ковалентных, электровалентных, координационных, водородных связей) и Вандер-

ваальсовых (межмолекулярных) сил притяжения между частицами клея и склеиваемого материала.

Когезия клеевой пленки зависит от качества клея, соблюдения условий ее образования и толщины пленки.

Подготовка поверхностей металлов перед склейкой заключается в удалении всевозможных загрязнений механическим или химическим способами. Поверхности промывают растворителями и высушивают. Для увеличения сил адгезии участки деталей обрабатывают шабрением, добиваясь хорошего их прилегания. Выбор способа нанесения клея зависит от рецептуры, конструкции склеиваемых изделий, объемов производства, требований по качеству, техники безопасности. Особые условия, как правило, указывают на этикетках, прилагаемых к упаковкам в которых поставляется синтетический клей.

Номенклатура синтетических клеев непрерывно обновляется и расширяется. В качестве примера в таблице Б.1 Приложения Б приведены данные по некоторым разновидностям синтетических клеев, применяемых в ремонтном производстве.

4.2 Цель работы

Изучение способа выполнения клеевых соединений металлов синтетическими клеями и определение их механических характеристик. Приобретение практических навыков в реализации технологии склеивания металлов.

4.3 Оборудование и материалы

4.3.1 Склеиваемые заготовки в виде пластин из низкоуглеродистой стали (рисунок 4.1).

4.3.2 Клей ВК-1 (или другой, по заданию преподавателя).

4.3.3 Муфельная печь ПМ-8.

4.3.4 Машина разрывная РТ-250М.

4.3.5 Электрический фен TRIAC S компании Leister.

4.3.6 Милливольтметр типа Ш69003 с термоэлектрическим термометром градуировочной характеристики ХК или ХА.

4.3.7 Инструменты – шпатель, струбцины, штангенциркуль, микрометр, набор маркеров, молоток, наждачная шкурка (номер

10÷25), металлическая щетка.

4.3.8 Ацетон.

4.3.9 Бязь хлопчатобумажная, фильтровальная бумага.

4.3.10 Цифровой фотоаппарат.

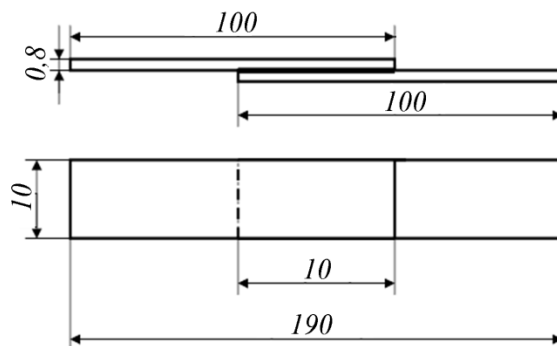


Рисунок 4.1 – Склеиваемые образцы

4.4 Порядок выполнения работы

4.4.1 Ознакомиться с теоретическими положениями по лабораторной работе. Ответить на контрольные вопросы (п. 4.6).

4.4.2 Подготовить технологические образцы для склеивания.

4.4.2.1 Кромки образцов должны быть ровными, без заусенцев.

4.4.2.2 Поверхности образцов, подлежащие склеиванию, тщательно промыть ацетоном от масляных и других загрязнений, просушить на воздухе 20÷30 мин (или обдуть феном), затем зачистить поверхности, подлежащие склеиванию, наждачной шкуркой № 25, 16 или 10 (допускается зачищать заготовки металлической щеткой).

4.4.2.3 После зачистки заготовки промыть еще 2 раза ацетоном и высушить.

4.4.3 Приготовление эпоксидного клея ВК-1 (клей ВК-1 предназначен для клеевых соединений из стали, алюминиевых и титановых сплавов и стеклопластиков в конструкциях, работающих при температурах от -60 до $+150$ °С. ВК-1 представляет собой композицию на основе эпоксидной смолы, отвердителя, наполнителя и технологических добавок).

При приготовлении клея необходимо соблюдать следующие требования:

4.4.3.1 Все работы проводить в чистом сухом помещении с влажностью не более 75 % и температурой $15\div 30$ °С.

4.4.3.2 Клей готовить непосредственно перед его применением в чистом сухом смесительном аппарате из стекла или фарфора.

4.4.3.3 В смеситель загрузить компонент № 1, к нему добавить компонент № 2 и смесь тщательно перемешать в течение $25\div 30$ мин до полного растворения компонента № 2. Если растворение затруднено из-за вязкости компонента № 2, то процесс следует вести при температуре смеси $30\div 40$ °С. По окончании растворения к полученной смеси добавить компонент № 3. Содержимое тщательно перемешать в течение 20 мин. Внешний вид полученной смеси должен представлять однородную вязкотекучую массу без посторонних примесей и сгустков, легко наносимую шпателем.

4.4.4 Нанести клей ровным слоем шпателем (в одну сторону) на обе стороны склеиваемых заготовок.

4.4.5 После нанесения клея дать открытую выдержку при 80 °С в течение 1 часа. Сложить заготовки клеевыми участками, согласно рисунка 4.1, и поместить в струбцины, не допуская перекося образцов.

4.4.6 Струбцины с образцами поместить в муфельную печь, нагретую до требуемой температуры, и выдержать в течение одного часа.

4.4.7 По истечении времени выдержки образцы охладить до комнатной температуры и распрессовать.

4.4.8 До испытаний образцов измерить с точностью до 0,01 мм толщину и с точностью до 0,1 мм ширину нахлестки (рисунок 4.1). Результаты измерений занести в протокол испытаний.

Время выдержки склеенных образцов до испытания не должно превышать 24 часов. За результаты испытаний принимать среднее арифметическое значение по 5 образцам.

4.4.9 Подготовленные к испытанию образцы установить в зажимы испытательной машины таким образом, чтобы расстояние между зажимами было равно 130 ± 2 мм. Продольная ось образца должна совпадать с направлением растягивающего усилия.

Схема установки для испытания предела прочности клеевого соединения при сдвиге в условиях одностороннего нагрева приведена на рисунке 4.2.

В качестве типовых температур при испытании образцов клеевых соединений рекомендуется температура 20 °С, а также повышенные температуры, кратные 20, 50, и 100 °С (по указанию преподавателя). До начала испытаний образцы рекомендуется выдерживать при испытываемой температуре.

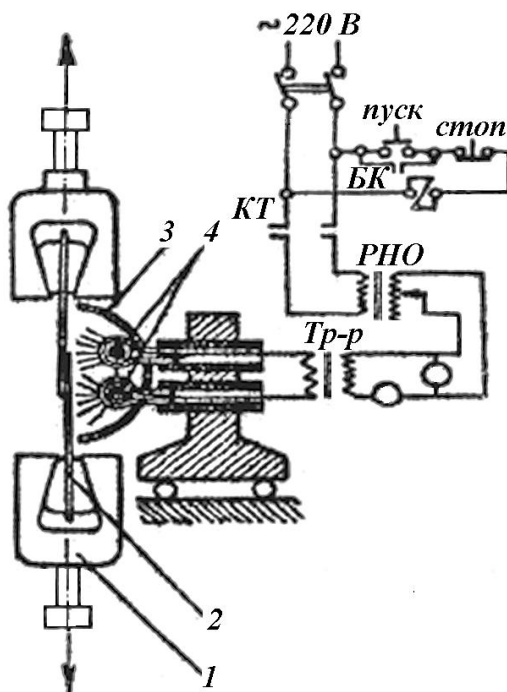


Рисунок 4.2 – Схема установки для испытаний клеевых соединений с односторонним подогревом: 1 – зажим; 2 – испытываемый образец; 3 – экран; 4 – излучатели.

4.4.10 Испытания проводить в условиях баланса теплового режима при заданной температуре.

4.4.10.1 Произвести нагружение образца при минимально возможной скорости наращивания усилия до разрушения клеевого соединения. Наибольшую нагрузку зафиксировать в протоколе испытаний.

4.4.10.2 Предел прочности клеевого соединения при сдвиге определить по формуле $\sigma = P / F$, где P – разрушающая нагрузка, даН; F – площадь склеивания, см².

Площадь склеивания образца подсчитать с точностью до 0,01 см² по формуле $F = a * b$, где a – длина нахлестки, см; b – ширина

нахлестки, см. Вычисления предела прочности ограничить получением третьей значащей цифры.

4.4.11 Произвести осмотр образцов после испытаний для выявления качества склейки и характера разрушения:

- по плоскости склеивания (в процентах от общей площади склеивания);

- по клею (в процентах от номинальной площади склеивания).

Отметить также другие особенности состояния образцов.

4.4.12 Сфотографировать поверхности разрушения клеевых соединений.

4.4.13 Построить график зависимости предела прочности на сдвиг клеевого соединения в зависимости от температуры нагрева при нагружении в машине РТ-250М.

4.5 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- методику выполнения работы;
- таблицу результатов испытаний образцов;
- фотоснимки поверхности разрушения клеевых соединений;
- график зависимости предела прочности на сдвиг клеевого соединения в зависимости от температуры нагрева при испытании на сдвиг;
- выводы по работе.

4.6 Контрольные вопросы

4.6.1 Достоинства и недостатки клеевых соединений при замене сварки, пайки и заклепочных соединений?

4.6.2 Какие основные компоненты входят в состав клеев? 8.2
Что является основой клея?

4.6.3 Достоинства и недостатки синтетических клеев?

4.6.4 Каким требованиям должен отвечать клей для выполнения качественного соединения?

4.6.5 От чего зависит прочность клеевого соединения?

4.6.6 Какие способы используются для подготовки поверхностей металлов перед склейкой?

4.6.7 Какие характеристики лежат в основе выбора клеев?

4.6.8 Технология подготовки металлов перед склеиванием.

Лабораторная работа № 5. Оценка технологических и эксплуатационных свойств клеевой композиции

5.1 Общие положения

Знание свойств клеевой композиции необходимо при разработке рецептуры и рекомендаций по выбору марки клея, оценке его технологических возможностей, получении данных для расчетов швов, отработке технологии склеивания, экспериментальной проверке эксплуатационных характеристик клеевого соединения.

Ориентироваться только на справочные данные и заводскую документацию, поступающую вместе с клеями, можно далеко не всегда. Это связано с множеством различных факторов:

- недостаточной информативностью справочных данных и заводской документации;
- многовариантностью сочетаний склеиваемых материалов;
- разнообразием условий работы изделий;
- разнообразием способов подготовки заготовок и режимов отверждения клеевой композиции;
- возможными отклонениями от нормативов при производстве клея и его компонентов;
- существенной зависимостью качества соединения от субъективных факторов, а также значительных и чаще всего трудно учитываемых изменений в клее, происходящих во время его хранения и транспортирования.

В связи с последним обстоятельством особое значение имеет входной контроль для оценки соответствия поступающего клея и его компонентов паспортным данным (сертификату).

Все характеристики клеевых композиций можно разделить на технологические и эксплуатационные.

К технологическим характеристикам относятся вязкость, сухой

остаток, содержание летучих веществ, жизнеспособность, однородность, адгезия к склеиваемым материалам и некоторые другие.

К эксплуатационным характеристикам относятся прочность в различных условиях нагружения, тепло-, морозо-, водо-, атмосферостойкость, стойкость к воздействию различных химических веществ, масел, топлив, к изменениям температурно-влажностных условий и т. д.

Всего известно около 70 методов испытаний. На многие из них разработаны ГОСТы.

Вязкость клея является одной из важнейших его характеристик. Методика количественной оценки вязкости зависит от консистенции клея: маловязкая жидкость, вязкая жидкость, расплав. В первом случае используют вискозиметры – приборы, позволяющие по времени свободного истечения определенной дозы жидкости через калиброванное сопло судить о вязкости. Для более вязких клеев оценка вязкости ведется по времени прохождения стальным шариком определенного пути в жидкости, налитой в вертикально стоящую стеклянную трубку; в случае клеев с достаточно высокой вязкостью – по погружению конуса. Принципиальное значение во всех этих случаях имеет соблюдение температурного режима. Вязкость пленочного клея оценивается по изменению площади вырезанного из него диска, сжимаемого между обогреваемыми, покрытыми слоем фторопласта металлическими пластинками при определенных давлении, температуре и продолжительности. Существуют и другие методы оценки.

Понятие «жизнеспособность» имеет разный смысл для реакционноспособных клеев и клеев, отверждающихся в результате испарения растворителя. В первом случае жизнеспособность определяется временем, в течение которого клей сохраняет консистенцию, необходимую для нанесения его на заготовку; во втором – максимальным временем, по истечении которого нанесенный на поверхность клеевой слой еще способен соединиться с поверхностью ответной детали. За результат оценки жизнеспособности клея принимается время, по истечении которого в определенных температурных условиях начинают происходить его желатинизация или отверждение, регистрируемые при перемешивании испытуемого состава стеклянной палочкой.

Сухой остаток оценивается по результатам взвешивания опре-

деленной порции клея в исходном состоянии и после испарения растворителя, удаления летучих веществ под действием тепла инфракрасных ламп, в сушильном шкафу, вследствие выдержки в термостате.

Оценка качества клея по виду и цвету производится с целью убедиться в отсутствии комков, геля, размешанного и неразмешанного осадка, для чего после перемешивания клея его наливают тонким слоем в прозрачные плоские сосуды (чашки Петри). Визуально или с помощью прибора (колориметра) оценивают цвет, который может свидетельствовать о кондиции клея.

О качестве пленочного клея можно судить по результатам механических испытаний пленки. Жидкие клеи с течением времени могут изменять свою вязкость. Для вспененных клеев измеряют кажущуюся плотность, влияющую на механические свойства соединения. Кроме того, существуют и другие подходы к оценке клеев: определение кислотности, содержания свободного формальдегида, стирола, хлора, эпоксидных групп и т. д. Но эти испытания не стандартизованы.

Оценить адгезионную способность клея можно только путем разрушения соединения. Но, при этом, на результат в сильной степени оказывают влияние форма и размеры образцов, характер и скорость нагружения, температура и влажность при испытаниях, многочисленные технологические факторы. Для получения сопоставимых результатов разработаны стандартные методики, учитывающие специфику материала и клея.

Наиболее часто при склеивании конструкционных материалов используются методы определения прочности соединения при работе швов на срез, отрыв и раздир (отслаивание, расслаивание). ГОСТы регламентируют форму, размеры, количество, подготовку образцов, условия испытания, проведение замеров и оценку результатов. Выбор схемы испытаний зависит от типа материала и характера конструкции. Кроме указанных способов существуют и другие варианты оценки адгезионной прочности. При этом во всех случаях стремятся обеспечить равномерную работу шва (рисунок 5.1).

Показатели механической прочности для более сложных условий нагружения (усталостные, повторно-статические нагрузки, двухосное растяжение и т.п.) определяются с учетом условий работы изделия принятыми в этих случаях методами испытаний.

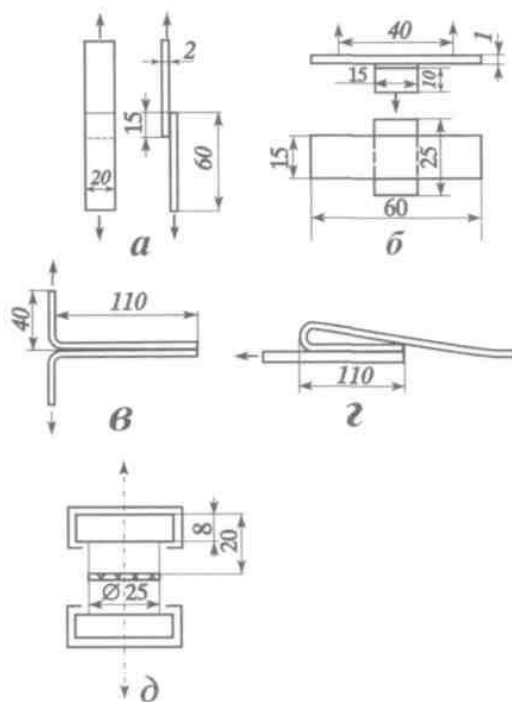


Рисунок 5.1 – Образцы для испытания клеевого соединения:

а – на растяжение-срез; *б* – на прочность при неравномерном отрыве; *в* – на расслаивание (ширина образца – 25 мм); *г* – на отслаивание (отдир) ширина образца 50 мм; *д* – на прочность при равномерном отрыве

Сущность определения морозостойкости соединений состоит в сравнении прочности образцов соединений при нормальной и пониженной температурах.

Теплостойкость оценивается по температуре, при которой стандартный индентор под действием фиксированной нагрузки внедряется на определенную глубину в материал, нагреваемый с постоянной скоростью, или по перемещению на заданную величину свободного конца консольно закрепленного нагруженного и нагреваемого образца.

Оценка водо-, атмосферо-, маслостойкости и стойкости клея к различным химическим веществам производится по сопоставлению результатов испытаний клеевых соединений сразу после изготовления и образцов, выдержанных в соответствующих условиях и средах.

5.2 Цель работы

Ознакомиться с особенностью оценки технологических и экс-

плуатационных свойств клеевых композиций. Получить практические навыки сравнительных испытаний клеевых соединений для оценки адгезионной способности клеев различного состава при испытании на растяжение-срез и на расслаивание.

5.3 Оборудование, инструменты и материалы

5.3.1 Склеиваемые заготовки в виде пластин из низкоуглеродистой стали размером $100 \times 15 \times 0,8$ мм.

5.3.2 Клеи различного состава (2÷3 варианта, по указанию преподавателя).

5.3.3 Муфельная печь ПМ-8.

5.3.4 Машина разрывная РТ-250М.

5.3.5 Электрический фен TRIAC S компании Leister.

5.3.6 Милливольтметр типа Ш69003 с термоэлектрическим термометром градуировочной характеристики ХК или ХА.

5.3.7 Инструменты – шпатель, струбцины, штангенциркуль, микрометр, набор маркеров, молоток, наждачная шкурка (номер 10÷25), металлическая щетка.

5.3.8 Ацетон.

5.3.9 Бязь хлопчатобумажная, фильтровальная бумага.

5.3.10 Цифровой фотоаппарат.

5.4 Порядок выполнения работы

5.4.1 Ознакомиться с теоретическими положениями по лабораторной работе. Ответить на контрольные вопросы (п. 5.6).

5.4.2 Подготовить технологические образцы к склеиванию.

5.4.2.1 Кромки образцов должны быть ровными, без заусенцев.

Промаркировать образцы.

5.4.2.2 Поверхности образцов, подлежащие склеиванию, тщательно промыть ацетоном от масляных и других загрязнений, просушить на воздухе 20÷30 мин (или обдуть феном), затем зачистить поверхности, подлежащие склеиванию, наждачной шкуркой № 25, 16 или 10 (допускается зачищать заготовки металлической щеткой).

5.4.2.3 После зачистки заготовки промыть еще 2 раза ацетоном и высушить.

5.4.3 Приготовить необходимые клеевые композиции.

5.4.4 Нанести клей ровным слоем шпателем (в одну сторону) на обе стороны склеиваемых заготовок.

5.4.5 После нанесения клея дать открытую выдержку при 80 °С в течение 1 часа. Сложить заготовки клеевыми участками, согласно рисункам 5.2,*а* и 5.2,*б* и поместить их в струбцины, не допуская перекоса образцов.

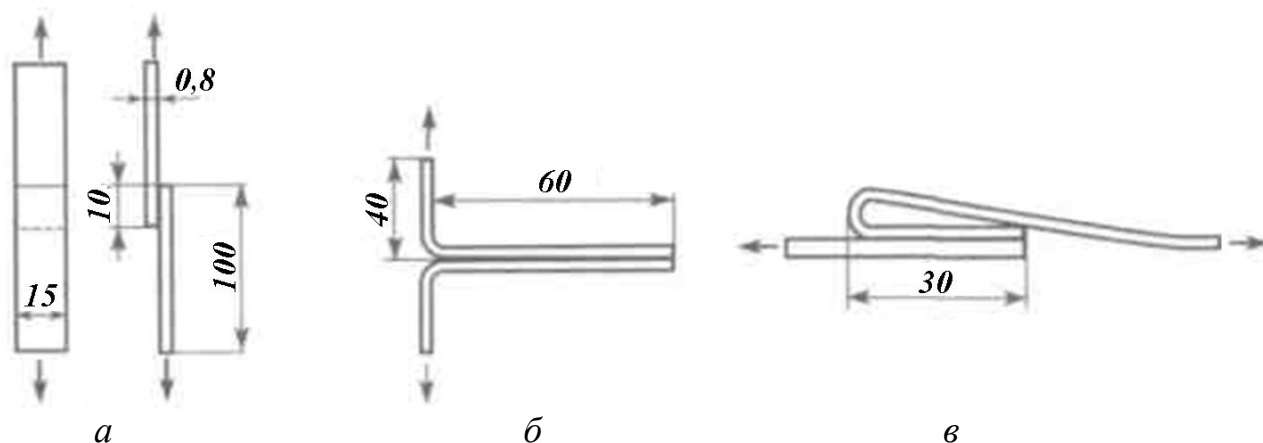


Рисунок 5.2 – Образцы для испытания клеевого соединения:
а – на растяжение-срез; *б* – на расслаивание; *в* – на отслаивание (отдир)

5.4.6 Струбцины с образцами поместить в муфельную печь, нагретую до требуемой температуры, и выдержать в течение одного часа.

5.4.7 По истечении времени выдержки образцы охладить до комнатной температуры и распрессовать.

5.4.8 До испытаний образцов измерить с точностью до 0,01 мм толщину и с точностью до 0,1 мм ширину нахлестки (рисунок 5.2). Результаты измерений занести в протокол испытаний (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Форма записи результатов исследований

№ образца	Схема испытания	Состав клея	Прочность соединения P , даН	Характер разрушения	
				по плоскости склеивания	по клею

5.4.9 Подготовленные к испытанию образцы установить в зажимы испытательной машины таким образом, чтобы продольная ось образца должна совпадать с направлением растягивающего усилия.

Схемы приложения усилия к образцам при испытании приведены на рисунке 5.2.

5.4.10 Произвести нагружение каждого образца при минимально возможной скорости нарастания усилия до разрушения клеевого соединения. Наибольшую нагрузку зафиксировать в протоколе испытаний.

5.4.11 Произвести осмотр образцов после испытаний для выявления качества склейки и характера разрушения:

- по плоскости склеивания (в процентах от общей площади склеивания);

- по клею (в процентах от номинальной площади склеивания).

Отметить также другие особенности состояния образцов.

5.4.12 Сфотографировать поверхности разрушения клеевых соединений.

5.4.13 Построить графики зависимости прочности клеевых соединений при испытании по различным схемам нагружения в машине РТ-250М.

5.5 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- методику выполнения работы;
- таблицу результатов испытаний образцов;
- фотоснимки поверхности разрушения клеевых соединений;
- графики зависимости прочности клеевых соединений при испытании по различным схемам нагружения;
- выводы по работе.

5.6 Контрольные вопросы

5.6.1 Для чего необходимо знание свойств клеевой композиции?

5.6.2 Почему о свойствах клеевой композиции не всегда можно

ориентироваться только на справочные данные и заводскую документацию?

5.6.3 Что дает входной контроль поступающего клея и его компонентов?

5.6.4 Как можно разделить все характеристики клеевых композиций?

5.6.5 Что относится к технологическим характеристикам клеевых композиций?

5.6.6 Что относится к эксплуатационным характеристикам клеевых композиций?

5.6.7 Как определяется вязкость клея?

5.6.8 Каков смысл понятия «жизнеспособность» клея?

5.6.9 Для чего проводится оценка качества клея по виду и цвету?

5.6.10 О каких свойствах клея можно судить по результатам механических испытаний?

5.6.11 Какие методы испытания клеевых соединений используются наиболее часто?

Лабораторная работа № 6. Особенности клееварных соединений

6.1 Общие положения

Клееварные соединения получают совмещением процессов контактной сварки и склеивания металлов.

Преимущества клееварных соединений:

- клеящее вещество предотвращает вспучивание листов между точками;

- устраняется концентрация напряжений на краю точек;

- повышается динамическая прочность, жесткость, демпфирующая способность конструкции при динамических нагрузках, прочность при ударе и местная устойчивость;

- достигается герметичность и коррозионная стойкость внутренней полости нахлестки;

- соединения можно выполнять на серийном оборудовании для точечной сварки.

Однако клеевые соединения, имея высокие прочностные характеристики при работе на чистый срез и отрыв, плохо выдерживают совместное действие изгибающих и отрывающих нагрузок (т.е. плохо работают в условиях неравномерного отрыва). Кроме того, возможно изменение прочностных показателей с течением времени (старение).

Существуют два *основных технологических варианта* изготовления клеесварных соединений:

- 1) точечная сварка по предварительно нанесенному на соединяемые поверхности деталей слою клея;
- 2) точечная сварка с последующим введением клея капиллярным методом в зазор между сваренными элементами.

Технологический процесс изготовления клеесварных конструкций по *первому варианту* включает следующие операции:

- приготовление клея;
- подготовка поверхности деталей;
- нанесение клея;
- открытая выдержка клея (если клеевая композиция содержит растворитель);
- сборка элементов конструкции под сварку;
- точечная сварка по слою клея;
- полимеризация клея.

Данный способ предъявляет достаточно высокие требования к физико-химическим свойствам клея. В этом случае возможно применение как жидкого, так и пленочного клея. Применяемый жидкий клей должен:

- хорошо выжиматься из зоны сварки под действием давления электродов сварочной машины;
- не препятствовать процессу сварки;
- образовывать сплошную непористую клеевую пленку;
- обладать достаточной жизнеспособностью (позволять проводить сварку в течение заданного времени после нанесения);
- выделять при нагревании в зоне сварки минимальное количество летучих веществ, не загрязнять неметаллическими включениями литое ядро;
- быть нечувствительным к изменению давления при склеивании.

Эластичные клеи лучше упрочняют клеесварные соединения, чем хрупкие.

Продолжительность сварки зависит от исходной вязкости клея. Вязкость жидких клеев возрастает при повышении содержания наполнителей, что ведет к снижению способности клея выжиматься с контактной площадки. Оставшийся клей в процессе сварки сгорает с выделением газообразных веществ и образованием вследствие этого пор и свищей в клеевой прослойке. Последнее приводит к снижению прочности и нарушению герметичности клеесварного соединения. Увеличение количества наполнителя способствует снижению усадочных напряжений в клеевом слое и снижению стоимости клеевой композиции. Повышенная жидкотекучесть клея вызывает его вытекание из зазора и образование непроклеев. Для предотвращения непроклеев суммарная толщина слоя клея на обеих поверхностях должна быть не менее ширины зазора между деталями после сварки. При сварке материалов толщиной до $1 \div 1,2$ мм клей можно наносить только на одну из соединяемых поверхностей.

Для обеспечения полного удаления клея с контактной площадки и стабилизации свойств соединения рекомендуется применять режим сварки с предварительным обжатием (рисунок 6.1). Эффективно плавное нарастание усилия.

Режим сварки по слою клея требует уменьшения сварочного тока на $10 \div 20$ % и повышения усилия сжатия электродов на $15 \div 25$ %. Стабильность процесса выше на мягких режимах.

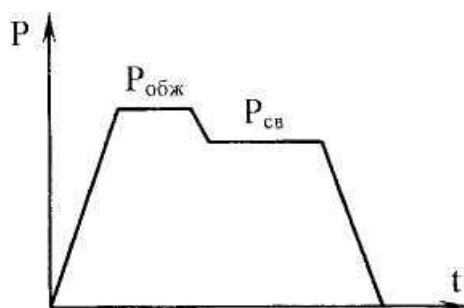


Рисунок 6.1 – Циклограмма сварочного усилия с предварительным обжатием

Качество сварки по слою жидкого клея существенно зависит от длительности импульса сварочного тока. С увеличением жесткости

импульса (уменьшением длительности) процесс сварки в ряде случаев затрудняется. При жестком импульсе сварочного тока и быстром его нарастании контакт между деталями не успевает стабилизироваться, клей не выдавливается полностью, что приводит к перегреву металла, образованию внутренних выплесков, загрязнению литого ядра остатками клея.

При сварке по пленочному клею, в клеевой пленке предварительно просекают отверстия и совмещают их с местами постановки точек (например, с помощью шаблонов).

- Способ сварки по слою клея имеет определенные *недостатки*: наличие клеевого слоя на сопрягаемых поверхностях деталей (особенно при сварке на пределе жизнеспособности клея) нередко затрудняет формирование ядра сварной точки, часто приводит к образованию в нем внутренних дефектов, затрудняет сборку и фиксацию элементов конструкции под сварку;

- излишки клея, выдавливаемые из зазора, загрязняют поверхность деталей и электродов, вызывая перегрев зоны сварки, прожоги и необходимость дополнительной очистки электродов.

Этот метод следует применять в тех случаях, когда введение клея после сварки невозможно (например, из-за плохой проникающей способности и малой жизнеспособности клея) или нерационально (в связи с конструктивными особенностями свариваемого узла).

Процесс изготовления клеесварных конструкций по *второму* технологическому варианту рекомендуется осуществлять в следующей последовательности:

- подготовка соединяемых поверхностей под сварку и склеивание;
- сборка элементов конструкции под сварку;
- сварка конструкции;
- приготовление клея;
- введение клея капиллярным методом в зазор;
- полимеризация клея.

В случае введения клея в полость соединения после сварки проникновение его в зазор нахлестки обуславливается силами капиллярного давления. Известно, что при условии смачивания поверхности твердого тела жидкостью, последняя обладает свойствами проникно-

вения в узкие, капиллярные зазоры. В связи с тем, что растворы синтетических смол в органических растворителях (клеи) являются смачивающей жидкостью по отношению к обезжиренной поверхности металла, появляется возможность использовать силы капиллярного давления для введения клея в зазоры сварных соединений, выполненных внахлестку. Силы капиллярного давления действуют тем сильнее, чем больше коэффициент поверхностного натяжения клея и меньше зазор между свариваемыми листами. В зазоры $0,05 \div 0,2$ мм клей проникает на глубину до 50 мм. Заполнение зазоров улучшается при увеличении шероховатости поверхности деталей или наклоне узла на $30 \div 40^\circ$.

Для выполнения клеесварных соединений по второму технологическому варианту пригодны клеи, обладающие способностью заполнять зазоры, с хорошими проникающими свойствами (имеющие хорошую жидкотекучесть и достаточную жизнеспособность), способные образовывать при отверждении сплошной плотный (непористый) клеевой слой. Клеевые композиции с растворителями обладают лучшими проникающими свойствами и способностью заполнять зазоры, но они имеют значительную усадку в процессе отверждения и пониженную водостойкость.

На степень проникновения клея в зазор соединения и надежность заполнения им полости нахлестки сильно влияет характер обезжиривания сопрягаемых поверхностей; наличие на них жирового слоя приводит к несмачиваемости поверхности клеем.

Клей наносят по кромке нахлестки специальным шприцем вручную или механизированным устройством. Для соединений выполненных точечной сваркой – с одной стороны, для прочноплотных швов – с двух сторон.

Способ введения клея после сварки конструкции более технологичен, соединения отличаются более высокой прочностью. Применяется также внутришовное (капиллярный способ) нанесение клея с поверхностной герметизацией.

6.2 Цель работы

Изучение технологии выполнения клеесварных соединений. Исследование влияния жесткости режима сварки на прочность кле-

есварных соединений.

6.3 Оборудование, инструменты и материалы

6.3.1 Заготовки в виде пластин из низкоуглеродистой стали размером 100×15×0,8 мм.

6.3.2 Клеи различного состава (2÷3 варианта, по указанию преподавателя).

6.3.3 Аппарат для контактной сварки Telwin Digital Modular 230.

6.3.4 Машина разрывная РТ-250М.

6.3.5 Инструменты – штангенциркуль, набор маркеров, молоток, кисть, наждачная шкурка (номер 10÷25), металлическая щетка.

6.3.6 Ацетон.

6.3.7 Бязь хлопчатобумажная, фильтровальная бумага.

6.3.8 Цифровой фотоаппарат.

6.4 Методика выполнения работы

6.4.1 Ознакомиться с теоретическими положениями по лабораторной работе. Ответить на контрольные вопросы (п. 6.6).

6.4.2 Подготовить технологические образцы к склеиванию.

6.4.2.1 Кромки образцов должны быть ровными, без заусенцев.

6.4.2.2 Промаркировать образцы.

6.4.2.3 Поверхности образцов, подлежащие склеиванию, тщательно промыть ацетоном от масляных и других загрязнений, просушить на воздухе 20÷30 мин, затем зачистить поверхности, подлежащие склеиванию, наждачной шкуркой № 25, 16 или 10 (допускается зачищать заготовки металлической щеткой).

6.4.2.4 После зачистки заготовки промыть еще раз ацетоном и высушить.

6.4.3 Подготовить сварочную машину. Подобрать параметры режима сварки обычных образцов (без клея) на мягком и жестком режимах.

6.4.4 Нанести клей ровным слоем кистью (в одну сторону) на свариваемые поверхности заготовок.

6.4.5 После нанесения клея сложить заготовки клеевыми участками, согласно рисунку 6.2, не допуская их перекоса.

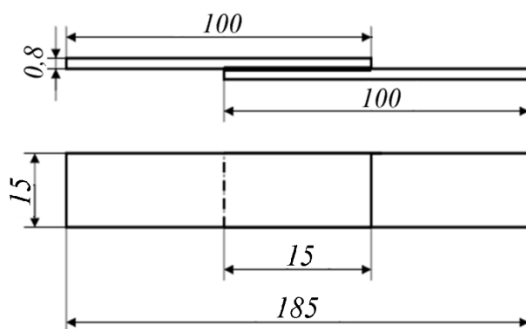


Рисунок 6.2 – Образцы для клеесварного соединения

6.4.6 Выполнить клеесварные соединения на каждом из технологических режимов.

6.4.7 Испытать обычные и клеесварные соединения на прочность, результаты занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Форма записи результатов исследований

№ образца	Параметры режима			Состав клея	Прочность соединения P , даН	Характер разрушения	
	ток, кА	время, с	усилие, даН			по плоскости склеивания	по клею

6.4.8 Произвести осмотр образцов после испытаний для выявления качества склейки и характера разрушения:

- по плоскости склеивания (в процентах от общей площади склеивания);

- по клею (в процентах от номинальной площади склеивания).

Отметить также другие особенности состояния образцов.

6.4.9 Сфотографировать поверхности разрушения клеевых соединений.

6.4.10 Построить графики зависимости прочности обычных и клеесварных соединений от изменения параметров режима сварки.

6.5 Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;

- методику выполнения работы;
- таблицу результатов испытаний образцов;
- фотоснимки поверхности разрушения клеевых соединений;
- графики зависимости обычных и клеесварных соединений от изменения параметров режима сварки;
- выводы по работе.

6.6 Контрольные вопросы

- 6.6.1 Что такое клеесварные соединения?
- 6.6.2 В чем преимущества клеесварных соединений?
- 6.6.3 Причины, характер и последствия коррозии сварных соединений, выполненных контактной сваркой.
- 6.6.4 Назовите основные технологические варианты получения соединений, их преимущества и недостатки.
- 6.6.5 Каковы требования, предъявляемые к клеям?
- 6.6.6 Перечислите способы нанесения клея.
- 6.6.7 Как наличие клеевой прослойки влияет на режим точечной сварки?

Список использованной литературы

1 Оботуров В.И. Сварка трубопроводов из полимерных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Оботуров, М.Н. Попова; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. – Электрон, дан. и прогр. (4,5 Мбайт). – Москва: МГСУ, 2014. – Учебное электронное издание комбинированного распространения: 1 электрон, опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel; Microsoft Windows (XP, Vista, Windows 7); дисковод CD-ROM, 512 Мб ОЗУ; разрешение экрана не ниже 1024×768; ПО Adobe Air, ПО IPRbooks Reader, мышь; ЭБС IPRbooks. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/> — Загл. с титул. экрана.

2 Справочник строителя. Сварка и резка в промышленном строительстве. В 2 т. Т. 1 / Б.Д. Малышев, А.И. Акулов, Е.К. Алексеев и

др. под ред. Б.Д. Малышева. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 590 с.

3 Катаев Р.Ф.. Сварка пластмасс [Электронный ресурс]: учебное пособие: [предназначено для студентов специальности 150202 - Оборудование и технология сварочного производства] / науч. ред. проф., д-р техн. наук М. П. Шалимов ; Уральск, гос. техн. ун-т - УПИ (Екатеринбург). - Электрон, текстовые дан. (5956 КБ). - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. -138 с.

4 Волков С.С., Черняк Б.Я. Сварка пластических масс. М.: Химия. 1987. 168 с.

5 Справочник Сварка полимеров и склеивание металлов. – М.: Центр промышленного маркетинга, 2004. – 403с. – (Информационный бюллетень «Промышленный маркетинг». Приложение № 3). ISBN5-902612-01-2.

6 Технические свойства полимерных материалов [Текст] : учебно-справочное пособие / под ред. В.К.Крыжановского. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Профессия, 2005. – 248с. ISBN5-93913-093-3.

7. Справочник сварка полимеров и склеивание материалов. – М.: Центр промышленного маркетинга, 2004. – 403 с.

8. Сварка, пайка, склейка и резка металлов и пластмасс. 3-е изд.: Справ. изд. / Под ред. Ноймана А., Рихтера Е.: Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1985. – 480 с.

9. Ковачич Л. Склеивание металлов и пластмасс. / Пер. со словац. Под ред. А.С. Фрейдина – М.: Химия, 1985. – 240 с.

10. Кузнецов, В.Г. Технология неразъемных соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Кузнецов, Ф.А. Гарифуллин; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. - 144 с. // Режим доступа - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258423>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Номенклатура труб из полиэтилена низкого давления

Номинальный наружный диаметр, мм		32	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
Толщина стенки, мм	Тип «С» (Кл.4)	-	-	-	4,3	5,1	6,3	7,1	8,0	9,1	10,2	11,4	12,8
	Тип «Т» (Кл.5)	3	4,6	5,8	6,9	8,2	10,0	11,4	12,8	14,6	16,6	18,2	20,5

Таблица А.2 – Характеристика основных полимерных материалов, применяемых для производства труб и соединительных деталей

Показатели	Значения показателей для труб				
	ПНД	ПВД	ПП	ПВХ	фторопласта
Плотность, г/см	0,95 - 0,96	0,92-0,93	0,91	1,4	2,12 -2,28
Предел текучести. МПа	20-25	10-12	26-30	50-55	25
Удлинение при разрыве, % (не менее)	400	600	350	20	250
Модуль упругости. МПа (не менее)	800	200	1200	2600	500
Теплостойкость, °С	65	30	100	83	-
Коэффициент линейного расширения, °С ⁻¹ ·10 ⁻⁴	2	2	1,5	0,7	0,8
Показатель длительной прочности труб (не менее), МПа	5	2,5	5	10	-

Таблица А.3 – Режимы сварки нагретым газом

Термопласт	Расход газа, л/с	Температура газа на выходе из сопла, °С
Винипласт	0,66	200-270
Ударопрочный ПВХ	0,5-0,6	250-280
Полиэтилен: низкого давления	1,1	250-320
высокого давления	1,3	220-270
Полипропилен	0,58	250-300
Полибутен	0,5	450-480
Полиамид-12	0,3	230-400
Ударопрочный полистирол	0,65	210-290
Полиметилметакрилат	0,65	220-380

Таблица А.4 – Основные технологические параметры раструбной сварки полиэтиленовых труб

Параметры сварки	Величина параметров
Температура нагретого инструмента, °С	260±10
Время оплавления (нагрева) при толщине стенки, с:	
До 3 мм	3-8
3-4 мм	6-12
4-5 мм	10-15
5-8 мм	15-20
Свыше 8 мм	20-30
Технологическая пауза, с	Не более 3
Продолжительность выдержки соединения до затвердевания расплавленного материала, с	20-30

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Характеристика клеев, используемых в ремонтном производстве

Марка клея	Склеиваемые материалы	Свойства клеевого соединения			Режимы склеивания		Влагостойкость
		Макс. рабочая температура, °С	Прочность при 20 ⁰ С, кгс/см ²		Температура, °С	Время выдержки, ч	
			при сдвиге	при отрыве			
Эпоксид П и ПР	металлы между собой, с пластмассами и др. материалами	100	120-340	450-500	20	24	хорошая
ВС-10Т	металлы и неметаллические материалы	300	130-185	600	180	1	то же
БФ-6	то же	50	высокая	высокая	140-160	0,5-1,0	—
88Н	то же	60	-	11-13	20	24-28	удовл.
Карбинол	то же, кроме эластичных	60	120	240-320	15-30	24-30	удовл.
Цикарин	металлы, стекло, пластмассы и резина	100	150-200	150-200	240-275	10-20 с	то же
ВК-2	сталь, стеклопластики и керамика	1000	75-100	220	240-275	3	то же