

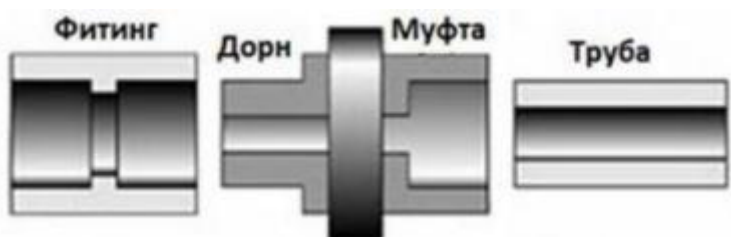
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерный институт

Основы технологии производства машин

## Сварка пластмасс

Методические указания по выполнению  
лабораторно-практической работы



Новосибирск 2020

УДК 631.372, 621.43

ББК 39.33

Рецензент: канд. техн. наук, доцент *П. И. Федюнин*

Составитель: доцент *М.Л. Вертей*

**Основы технологии производства машин. Сварка пласт-масс:** метод. указания по вып. лабор.-практ. работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост. М.Л. Вертей. – Новосибирск, 2020. – 10 с.

В методических указаниях представлены основные термины и определения.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлениям: Агроинженерия; Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; Технология транспортных процессов.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института НГАУ протокол №6 от 31.01.2020 г.)

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2020

© Инженерный институт, 2020

## Лабораторно-практическая работа СВАРКА ПЛАСТМАСС

**Цель работы:** ознакомиться с видами сварки пластмасс, изучить технологию сварки пластмасс, освоить технику выполнения сварки пластмасс.

### Материальное обеспечение лабораторно-практической работы

#### **Оборудование и инструмент:**

- Электрический фен с насадками;
- Сварочный аппарат СВА-900;
- Комплект насадок требуемых диаметров;
- Специальные ножницы;
- Специальная фреза;
- Маркер;
- Линейка;
- Средства индивидуальной защиты;

#### **Материалы:**

- Комплект полипропиленовых труб разных диаметров;
- Набор фитингов;
- Ацетон;
- Ветошь;

#### **Задание к лабораторно-практической работе:**

1. Изучить технологию работ сварки пластмасс.
2. Изучить технику безопасности при выполнении сварки пластмасс.
3. Ознакомиться с устройством и принципом работы сварочного аппарата СВА-900.
4. Выполнить сварку полипропиленовой трубы диаметром 20мм с фитингом.
5. Сдать рабочее место учебному мастеру (преподавателю).
6. Составить отчет о работе и сдать преподавателю.

### Организация проведения лабораторно-практической работы \*

**40 минут – работа с подгруппой.** Вводная информация преподавателя: постановка задачи, ознакомление с общими вопросами по подготовке поверхности, инструменты и материалы, которыми она проводится. Ознакомление с технологией сварки пластмасс.

---

\* Занятия проводятся по подгруппам

Правила техники безопасности при использовании инструмента для пайки металлов.

**10 минут.** Подготовка рабочего места. Подготовка деталей к сварке.

**90 минут.** Получение навыков сварки пластмасс.

**20 минут.** Ответить на контрольные вопросы. Оформить отчет и защитить у преподавателя.

### **Основные термины и определения**

**Сварка пластмасс** - это процесс получения из элементов конструкции неразъемного соединения тепловым воздействием на материал в зоне шва. При этом граница раздела между соединяемыми поверхностями исчезает. В процессе сварки возможно химическое взаимодействие макромолекул полимера (химическая сварка, деструкция и др.).

### **Общие сведения**

Неметаллические конструкционные материалы нашли широкие применение в различных отраслях народного хозяйства, в том числе в агропромышленном комплексе (АПК). Неметаллические материалы подразделяются на органические (на основе полимеров) и неорганические (на основе силикатов).

Пластмассами называются материалы, получаемые на основе природных или синтетических полимеров (смола), которые на определенной стадии производства или переработки обладают высокой пластичностью.

В настоящее время практически нет области, в которой не использовались бы пластмассы. Широкое применение пластмасс в АПК связано с их ценными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами – диэлектрической прочностью, стойкостью к агрессивным средам, прозрачностью, малым весом, относительно высокой механической прочностью, хорошей свариваемостью и обрабатываемостью резанием, низкой стоимостью и т.д. Их используют не только как заменители металлов и других материалов, но и как самостоятельные конструкционные материалы. Применение пластмасс позволяет снизить трудоемкость изготовления и себестоимость изделий.

Область применения пластмасс довольно широка. Из пластмасс изготавливают подшипники скольжения, зубчатые и червячные колеса, технологическую оснастку, детали различных сельскохозяйственных машин и агрегатов, защитные оболочки, трубопроводы. Пластмассы так же широко используются в электротехнической, радиоэлектронной, пищевой промышленности, в строительстве и медицине.

Свойства пластмасс определяются физико-механическими характеристиками их основы — смолы. В зависимости от поведения при нагреве смолы (и соответственно пластмассы) подразделяют на термопластичные и термореактивные.

Термопластичные пластмассы (термопласты) при каждом нагреве размягчаются, переходят в вязкотекучее состояние, а при охлаждении отвердевают. К термопластам относятся: органическое стекло, полистирол, полиэтилен, полипропилен, винипласт, капрон и др.

Термореактивные пластмассы (реактопласты) при нагреве вначале размягчаются, а затем при определенной температуре переходят в твердое, неплавкое и нерастворимое состояние, поэтому они не могут повторно перерабатываться. К реактопластам относятся пластики на основе фенолоформальдегидной, полиэфирной и других смол.

Для придания пластмассе различных свойств в ее состав вводят разные компоненты:

- связующее - смолы;
- наполнители - повышают прочность, износостойкость, теплостойкость или другие свойства пластмасс и могут составлять 40—80 % их объема;
- стабилизаторы – сохраняют свойства пластмасс;
- пластификаторы - повышают их пластичность и эластичность;
- отвердители – в качестве катализаторов отверждения;
- специальные добавки – смазки, красители и т.д.

Основным методом получения неразъемных соединений термопластичных полимерных материалов является сварка. Принято различать методы сварки, основанные на передаче тепла свариваемому материалу от внешнего теплоносителя, и методы сварки, основанные на преобразовании в тепло энергии, вводимой в зону соединения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Классификация способов сварки пластмасс

Механизм образования соединений при сварке пластмасс основан на взаимодействии макромолекул в зоне контакта свариваемых деталей. Это взаимодействие может быть двух типов. В первом случае оно обеспечивается процессом течения материала, находящегося в вязкотекучем состоянии, по поверхности физического контакта. Такой вид сварки называют сваркой плавлением и применяют для соединения термопластов и эласто-термопластов. Она состоит из следующих последовательных этапов: нагрев, вязкотекучее состояние, давление, межмолекулярное взаимодействие, сварка. Во втором случае взаимодействие макромолекул в зоне физического контакта свариваемых деталей сопровождается образованием химических связей. Такую сварку называют химической.

При сварке термопластов, так же как и при сварке металлов, в сварочной зоне протекают следующие процессы: преобразование энергии, обеспечивающей активацию свариваемых поверхностей; взаимодействие активированных поверхностей при их контакте; формирование структуры материала в зоне контакта. Легче свариваются термопластичные материалы, имеющие широкий диапазон температуры размягчения без резко выраженной точки плавления.

Качество сварки зависит не только от режимов, но и от технологии изготовления пластмассы (состав и чистота исходных материалов, отсутствие перегрева при изготовлении, характер последующей обработки).

### **Сварка нагретым инструментом (контактно-тепловая сварка)**

Источники нагрева – разогретые тела (элементы) передают теплоту путем непосредственного соприкосновения с пластмассой.

Этим методом сваривают встык и внахлестку одновременно всю поверхность соединения. Применяется для сварки профилей и труб из мягкого и твердого поливинилхлорида (ПВХ), твердого полиэтилена, полипропилена, полиацетата.

Основные технологические параметры при сварке оплавлением: температура нагревателя, продолжительность нагрева, усилие прижатия сварочного инструмента к деталям (давление оплавления), давление осадки, продолжительность выдержки под давлением после сварки, скорость оплавления, скорость и величина осадки.

Трубы диаметром более 50 мм соединяют встык, диаметром менее 50 мм при толщине стенки 2 мм сваривают враструб. При стыковой сварке торцы труб нагревают плоским инструментом, имеющим форму диска для труб малого диаметра и форму кольца для нагрева труб большого диаметра. Нагрев этих инструментов в зависимости от конструкции можно осуществлять встроенными электронагревателями или газовыми горелками.

Соединение враструб – это соединение фасонных деталей полученных литьем под давлением (уголки, муфты, тройники, заглушки, шаровые краны, фильтра и т.д.), с трубами, которые должны быть изготовлены из тако-

го же материала, согласованы по посадочному размеру и рассчитаны на одно и то же номинальное давление. Необходимое сварочное давление можно обеспечить путем прессовой посадки свариваемых деталей, т.е. внутренний диаметр соединительного элемента должен быть меньше наружного диаметра трубы. При этом формирующий инструмент должен обеспечивать оплавление на глубину около 0,2 мм. Соединяемые элементы, нагретые до температуры сварки, упруго деформируются при введении трубы в раструб соединительного элемента и обеспечивают необходимую для сварки прессовую посадку. Прочность таких соединений составляет 90 – 100 % от прочности материала труб.

При сварке в раструб (рисунок 2) нагревательный элемент 1 имеет гильзу 3 для оплавления конца трубы 4 и дорн 2 для оплавления внутренней поверхности раструба 5 (фитинг). Дорн и раструб могут иметь цилиндрическую или коническую форму (конусность 1/16 – 1/12). Разность диаметров гильзы и дорна у цилиндрического инструмента должна быть 0,5 – 1 мм. Время выдержки под осевой нагрузкой до частичного отверждения оплавленного материала составляет 5 – 15 с, время между снятием инструмента и осадкой – не более 2 с.

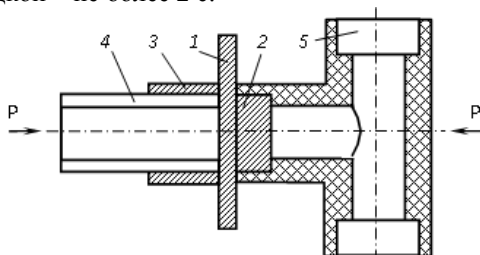


Рисунок 2 - Схема нагрева при сварке в раструб

#### Устройства и принцип работы сварочного аппарата

Сварочный аппарат СВА-900 предназначен для выполнения раструбной (муфтовой) диффузионной сварки полипропиленовых труб и фитингов диаметрами от 20мм до 63 мм (рисунок 3).

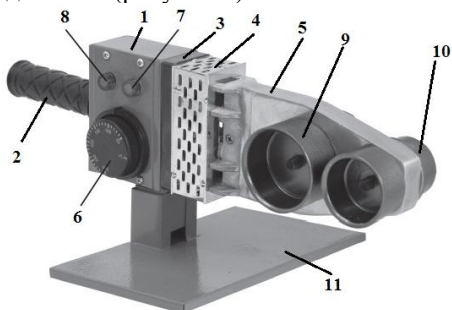


Рисунок 3 – Сварочный аппарат СВА-900

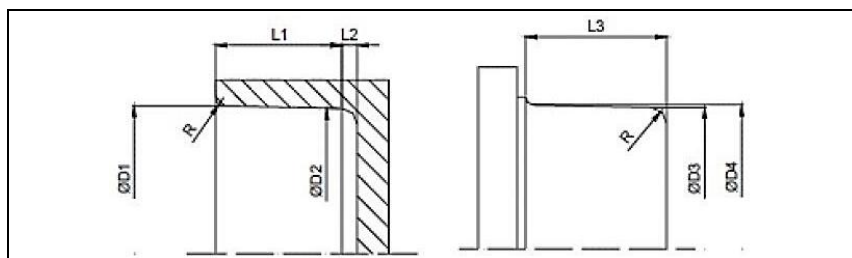
Сварочный аппарат представляет собой электрический прибор, работающий при напряжении сети 220В, мощностью 900 Вт. На корпусе прямоугольной формы аппарата с одной стороны закреплена изолированная рукоятка 2, с другой стороны нагревательный элемент (электронагреватель) 5. Между электронагревателем и корпусом установлены термоизолирующая проставка 3 и вентиляционная решетка 4. На лицевой стороне корпуса расположены ручка терморегулятора 6 и индикаторы: сети питания 7 (зеленый) и нагрева 8 (красный). Внутри корпуса вмонтирован терморегулятор. С обеих сторон электронагревателя установлены две парные (муфта и дорн) насадки 9 и 10, а внутри ее размещены два независимых электрических нагревательных элемента (далее ТЭНы).

Терморегулятор автоматически поддерживает заданную температуру насадок. Заданная температура устанавливается при помощи вращения ручки терморегулятора 6, имеющей температурную шкалу от 50 °С до 300 °С. Цена деления температурной шкалы – 10 °С.

Для быстрого нагрева аппарата до рабочей температуры после его включения в сеть рекомендуется включить оба ТЭНа. Горящие индикаторные лампочки показывают, что идет одновременный нагрев двух ТЭНов. При достижении заданной температуры индикаторные лампочки гаснут.

Размеры нагревательных элементов (муфта и дорн) должны соответствовать величинам указанным в таблице 1. Сварочный аппарат устанавливается на подставке 11. Подключение аппарата к сети питания осуществляется с помощью кабеля с вилкой.

Таблица 1 – Размеры нагревательных элементов, мм



The technical drawing shows two views of a heating element assembly. The left view is a cross-section showing a central shaft with a diameter of ØD2, surrounded by a sleeve with an outer diameter of ØD1 and an inner diameter of ØD2. The sleeve has a length L1 and a thickness L2. A radius R is indicated at the top edge of the sleeve. The right view shows a similar assembly with a diameter of ØD3 and ØD4, and a length L3. A radius R is also indicated here.

Диаметр трубы	ØD1	ØD2	ØD3	ØD4	L1	L2	L3	R
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



## Подготовка к сварке

Сварочный аппарат вставить в подставку и установить ее на ровной и надежной поверхности. Затем с обеих сторон нагревательного элемента установить парные насадки необходимых размеров для предстоящей работы, причем это надо делать так, чтобы наружный диаметр насадки не выходил за поверхность нагревательного элемента. Насадки должны быть чистыми.

Свариваемые участки трубы и фитингов, для повышения качества сварки, должны быть чистыми, обезжиренными, не иметь заусенцев, деформаций и любых других дефектов. Торец трубы должен быть ровный и строго перпендикулярный к стенкам трубы. Торцевание и резание трубы в размер необходимо выполнять специальными ножницами (рисунок 4, а) для резки металлопластиковых и полипропиленовых труб соответствующего типоразмера. Рекомендуется на торце наружного диаметра трубы снять фаску под углом  $45^\circ$  на  $1/3$  толщины стенки трубы. При сваривании армированных (фольгированных) труб необходимо предварительно зачистить участок специальным инструментом (рисунок 4, б).



а



б

Рисунок 4 – Инструменты для подготовки труб

В зависимости от диаметра произвести разметку глубины сварки на конце трубы.

## Технология выполнение сварки

Проверка надежности установки и правильности подготовки сварочного аппарата, свариваемых труб и фитингов.

Контактная раструбная сварка включает в себя следующие операции:

- включение сварочного аппарата в сеть. Свечение зеленой индикаторной лампочки свидетельствует о включении сварочного аппарата, красная индикаторная лампочка указывает на достижение рабочей температуры и готовности сварочного аппарата к работе;

- нанесение метки на расстоянии от торца трубы, равном глубине рас-труба соединительной детали плюс 2 мм;
- установку фитинга на дорне;
- установку гладкого конца трубы в гильзе соответствующего насадки, плавно, без вращения на глубину сварки (таблица 2). Зазор между торцом трубы и упором в насадке должен составлять не менее 1 мм, во избежание полного заплавления внутреннего диаметра трубы;
- нагрев в течение заданного времени свариваемых деталей, зависит от их диаметра. Отсчет времени начинается после полной установки фитинга и трубы (таблица 2). Оптимальная температура нагревания составляет 260-270 °С. Перегретые части при монтаже легко деформируются, а недостаточно нагретые – не обеспечивают качественного соединения;

Таблица 2 – Параметры сварки в зависимости от диаметра трубы

Диаметр трубы, мм	Глубина сварки, мм	Время на-грева, сек	Время соеди-нения, сек	Время осты-вания, мин
20	14	6	4	2
25	16	7	4	2
32	18	8	6	4
40	20	12	6	4
50	23	18	6	4
63	26	24	8	6

- одновременное снятие деталей с дорна и гильзы;
- соединение деталей между собой (введение трубы в муфту фитинга без осевого поворота) до метки с выдержкой до отвердения оплавленного материала. Обеспечьте неподвижное и фиксированное положение выполненного соединения во время остывания. Для выполнения качественного сваривания монтаж и корректировка, не должны превышать времени соединения (таблица 2).

При сварке поворот деталей относительно друг друга после сопряжения деталей не допускается. После каждой сварки необходимо очистить и насухо протереть сварочный аппарат и все его комплектующие от налипшего материала.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить правила техники безопасности на рабочем месте.
2. Подготовить инструмент, оснастку и оборудование для сварки.
3. Сварочный аппарат устойчиво закрепить на ровную поверхность (стол, верстак).
4. Закрепить парные сменные насадки требуемого диаметра на электронагревателе.

5. Установить требуемую температуру сварки с помощью ручки терморегулятора.
6. Подсоединить аппарат к электрической сети.
7. Включить аппарат нажатием клавиш включения-выключения. При достижении заданной температуры индикаторы погаснут. Аппарат готов к работе.
8. Для производства сварки необходимо надеть фитинг на сварочную насадку, а трубу вложить в отверстие насадки с противоположной стороны. В таком положении трубу и фитинг следует удерживать в течение предписанного времени нагрева.
9. После нагрева следует быстро снять фитинг и трубу с насадки, ввести трубу в фитинг до упора и удерживать неподвижно для охлаждения в течение предписанного времени.
10. Не допускается поворот вокруг оси трубы и фитинга во избежание деформации изделия.
11. Охладить сварное соединение.
12. Проверить внешний наплыв сварного шва. При этом он должен просматриваться по всей окружности трубы.
13. Отключить сварочный аппарат.
14. Записать полученные результаты в журнал.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать необходимые теоретические сведения по сварке пластмасс, эскиз свариваемых деталей с размерами, используемое оборудование и технологическую оснастку, вывод по работе.

### Контрольные вопросы

1. Что такое пластмасса?
2. Область применения пластмасс.
3. Какими свойствами обладают пластмассы?
4. В чем отличие термопластических пластмасс от термореактивных?
5. Какие компоненты входят в состав пластмасс?
6. Классификация сварки пластмасс.
7. Что является основными параметрами сварки пластмасс?
8. Последовательность технологического процесса сварки в раструб?
9. От каких факторов зависит выбор температуры нагревательного инструмента?
10. К какому классу относится сварка в раструб?
11. Допускается ли принудительное охлаждение сварного соединения?
12. К чему приводит превышение установленной температуры нагреваемого инструмента при сварке в раструб?

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

### **ОХРАНА ТРУДА НА ПОСТУ СВАРКИ ПЛАСТМАСС (Инструкция №4)**

- Не допускается, входить обучающимся в аудиторию №123 «Лаборатория сварочных технологий», без прохождения вводного инструктажа по охране труда

- В лаборатории запрещено самовольное перемещение обучающихся.

- Без разрешения преподавателя не допускается: прикасаться, включать, настраивать прибор сварочный аппарат; перемещать детали и специальный инструмент на рабочем месте.

- При работе с сварочным аппаратом возможно воздействие на работающих следующих опасных производственных факторов: термические ожоги при касании руками к нагретым частям или при направлении струи горячего воздуха (пламени) на кожу с недопустимо малого расстояния; возникновение пожара; поражение электрическим током.

- Класть сварочный аппарат только на устойчивую подставку, что предохранит его от падения, обучающегося от ожогов, рабочее место от прожогов.

- Выполнять работы на посту допускается только в спецодежде (маска, перчатки, костюм сварщика). Спецодежда должна быть сухой.

При пайке запрещено:

- менять насадку сварочного аппарата не дождавшись полного охлаждения;

- наклоняться низко над местом сварки деталей;

- касаться руками изделий сварки, не дождавшись их полного охлаждения;

- покидать рабочее место без разрешения преподавателя.

Составитель: **Вертей Михаил Леванович**

**Основы технологии производства машин**

## **СВАРКА ПЛАСТМАСС**

**Методические указания по выполнению  
лабораторно-практической работы**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка: В.Я. Вульферт

---

Подписано к печати 28 января 2020 г.      Формат 60 × 84<sup>1/16</sup>  
Объем 0,7 уч.-изд. л.      Изд. №4.      Заказ №6  
Тираж 20 экз.

Отпечатано в типографии НГАУ  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160  
**Отчет по лабораторно-практической работе**  
**«Сварка пластмасс»**

Цель работы:

---

---

---

Перечислите компоненты входят в состав пластмасс

---

---

---

Классификация сварки пластмасс

---

---

---

Опишите основные технологические параметры при сварке пластмасс оплавлением

---

---

---

Опишите последовательность технологического процесса сварки в раструб

---

---

---

---

К чему приводит превышение установленной температуры нагретого инструмента при сварке в раструб

---

---

---

Изобразите соединение «встык» и опишите его применение

---

---

---

Таблица для заполнения

Материал заготовки	
Толщина материала, мм	
Применяемый присадочный материал	

Источник тепла (используемое оборудование)	
Эскиз соединения деталей для сварки  (указать все основные размеры)	

Таблица для заполнения

Диаметр трубы, мм	Глубина сварки, мм	Время на- грева, сек	Время соеди- нения, сек	Время ос- тывания, мин
.				
.				
.				

Выводы:

---



---



---



---