МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
Кафедра «Дорожно-строительные машины»

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине **«Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин»**

для бакалавров, обучающихся по направлению
23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
(Часть 2)

Казань
2016

УДК 006
ББК 30.10
А 30

Методические указания для выполнения лабораторных занятий по дисциплине «Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин» (Часть 2)/ Сост.: Т.Р. Габдуллин, М.М. Махмутов. − Казань: Изд-во Казан.гос. архитект.- строит. ун-та, 2016. – 33 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных занятий, составлены в соответствии с типовой программой по дисциплине «Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин».

Предназначены для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», профиль «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование»

Габдуллин Т.Р., Махмутов М.М.

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технический сервис» Казанского государственного аграрного университета **Н.Р. Адигамов**

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

© Казанский государственный
архитектурно-строительный университет, 2016.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторное занятие № 5……..4
2. Лабораторное занятие № 6……....11
3. Лабораторное занятие № 7……....19
4. Лабораторное занятие № 8 ……...24

Лабораторное занятие № 5
Сварка в защитных средах

Цели работы: изучить технологическое оборудование и методы защиты сварного шва от вредного воздействия воздуха. Обосновать режимы сварки деталей в защитных газах.

Материалы для выполнения работы: инструкция по технике безопасности, верстак, сварочный аппарат Bimax 182 Turbo,. Проволока для сварки.

Литература

1. Малышев Б.Д. Сварка и резка в промышленном строительстве. Том 1 / Акулов А.И., Алексеев Е.К. и др.; Под ред. Малышева Б.Д. — В 2-х т. — 3-е изд., перераб. и доп., 780 с.
2. Малышев Б.Д. и др. Сварка и резка в промышленном строительстве Т2: Справочник строителя. – М.: Стройиздат, 1989. – 400с.

1. Сварочное оборудование

В таблице 1 приводится техническая характеристика сварочного аппарата Bimax 182 Turbo.

Таблица 1.

Техническая характеристика сварочного аппарата Bimax 182 Turbo

Тип:	Оборудование для сварки
Производитель:	TELWIN
Технические характеристики:	
Максимальная потребляемая мощность, кВт	5,2
Потребляемая мощность при 60%, кВт	2,3
Максимальное напряжение, В	31
Диапазон сварочного тока, А	30-170
Максимальная сила тока при 40°С, А	140
Сила тока при 60%, А	80
Степени регулировки тока	6
Питание, В/ф/Гц	220/1/50
Габаритные размеры, мм	800 x 450 x 570
Вес, кг	38

Рис. 1. Общий вид сварочного аппарата Bimax 182 Turbo

Сварочный аппарат с проволокой для сварки FLUX (без газа) и MIG-MAG (с газом). В комплект для газовой сварки входят материалы: сталь, нержавеющая сталь и алюминий. BIMAX 182 подходит также для точечной контактной сварки, с электронным регулированием времени точечной контактной сварки.

2. Присадочные материалы

Для сварки сталей в защитных средах используется стальная *сварочная* проволока. Так как при сварке в среде углекислого газа выгорают легирующие элементы и углерод, то используются специально легированные кремнием и марганцем проволоки (СВ-08ГС, СВ-12ГС,…). Присадочную проволоку изготавливают диаметрами: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0 и 12,0 мм. Наиболее распространены в производстве сварочные проволоки диаметрами 0,8;1,0 и 1,2 мм.

Порошковая проволока представляет собой смесь порошкообразных материалов (раскисляющих, легирующих, шлакообразующих и др.), заполненных в трубчатую оболочку из стальной низкоуглеродистой ленты. При сварке плавится оболочка и флюс, в результате металл оболочки образует сварной шов, а расплавленный флюс защищает сварочную ванну от вредного воздействия воздуха, раскисляет и легирует наплавленный металл.

Порошковая проволока применяется при различных способах сварки: под слоем флюса, в среде защитных газов, в том числе очень широко в среде CO_2 и без дополнительной защиты.

Порошковую ленту изготовляют методом прокатки и спекания различных порошковых материалов. Лента имеет толщину 1 мм, а ширину от 30 до 100 мм. Лента очень гибкая и поставляется в рулонах.

При сварке в среде аргона в качестве присадочного материала часто используется сплав, аналогичный по составу свариваемому материалу.

3. Порядок выполнения работы

1. Выполнить расчет технологических параметров сварки.

1.1. Диаметр сварочной проволоки $d_{сп}$ определяется толщиной свариваемого металла S (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость диаметра сварочной проволоки от толщины металла

Толщина металла S, мм	0,8…1,0	1,0…2,0	2,0…6,0	6…13
Диаметр сварочной проволоки $d_{сп}$, мм	0,5	0,8…1,0	1,2…1,6	1,6…2,5

1.2. Сварочный ток $I_н$ находится по формуле:

$$I_н = a\,F_{сп},\ A, \qquad (1)$$

где а - плотность тока, а = 80…200 А/ мм ^{2} для сварки в среде углекислого газа при обратной полярности (большие значения плотности тока соответствуют меньшим диаметрам сварочной проволоки); $F_{сп}$- площадь сечения сварочной проволоки, мм ^{2}.

Сварка в углекислом газе выполняется, в основном, с применением источников тока с жесткой характеристикой, поэтому ток регулируют изменением напряжения и скорости подачи проволоки. С увеличением скорости подачи проволоки возрастает сила тока, которая зависит также и от вылета электродной проволоки.

1.3. Определяется скорость подачи сварочной проволоки:

$$V_{СП} = \frac{2{,}83\ K_Н^Р I_Н}{d_{СП}^2\,\gamma\,\eta_Н},\ мм/с, \qquad (2)$$

где $K_Н^Р$- расчетный коэффициент наплавки. Для сварки в среде углекислого газа расчетный коэффициент наплавки находится в пределах 10…12 г/А час, верхний предел соответствует более форсированным режимам сварки; $d_{сп}$ - диаметр сварочной проволоки, мм; γ - плотность металла сварного шва, г/ см^3; $\eta_н$- коэффициент, учитывающий потери металла на испарение, угар и разбрызгивание при сварке; ηн = 0,85…0,93 для наплавки в среде углекислого газа. Потери металла возрастают с увеличением напряжения дуги.

1.4. Вылет сварочной проволоки устанавливается в интервале 7…15 мм, большие его значения соответствуют большим токам и диаметрам сварочной проволоки (табл. 3).

Таблица 3

Ориентировочные режимы сварки в среде углекислого газа

Диаметр сварочной проволоки, мм	Толщина металла, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Вылет электрода, мм	Расход CO_2, л/мин
0,8	1,0 1,5 2,0	70 95…110 110…130	17 18…19 19…21	8…10 8…10 8…10	6…7 6…7 6…8
1,0	1,0 2,0	100…110 125…150	18…19 19…21	10…11 10…11	6…7 6…8
1,2	2,0 4,0	130…140 140…160	19…21 21…23	11…13 11…13	8…10 8…10

2. Установить на ось катушку со сварочной проволокой. Заправить конец проволоки в механизм подачи.

3. Минусовой провод подсоединить к детали.

4. Выбрать из таблицы 2 в зависимости от толщины свариваемого материала ступень регулирования напряжения дуги.

5. Установить необходимую скорость подачи проволоки.

6. Подсоединить баллон с углекислотой, редуктор и шланги.

7. Установить необходимый расход защитного газа. Расход газа может быть в пределах 5…15 л/мин. Большие значения его соответствуют большим токам и диаметрам сварочной проволоки (табл.3).

8. Надеть сварочный щиток, поднести горелку к месту сварки и нажатием клавиши сварочной горелки приступить к сварке. В процессе сварки подстройкой регулятора скорости подачи проволоки и скорости движения сварочной горелки добиться качественной сварки.

9. Замерить силу тока $I_Н$ и напряжение $U_Н$ сварки.

10. Определить скорость сварки $V_н$ и фактический коэффициент наплавки $К_Н^Ф$. Для этого необходимо замерить расход сварочной проволоки длиной $I_{сп}$ = __ мм и время t = __ с расплавления этого куска проволоки сварочным током $I_н$ = А, а также замерять длину сварного шва $l_{сш}$= __ мм. Длину израсходованной проволоки $I_{сп}$ за время сварки τ можно определить по числу оборотов n катушки, на которую намотана проволока (длина внутренней окружности барабана составляет 640 мм), поэтому $I_{сп}$ = 640 n.

Скорость сварки определяется по зависимости:

$$V_н = 36\, l_{сш} / t, \quad м/час. \tag{3}$$

Фактический коэффициент наплавки находится из формулы:

$$К_Н^Ф = \frac{2{,}83\, d_{СП}^2\, l_{СП}^2\, \gamma\, \eta_Н}{I_Н\, t}, \quad г/А \times ч. \tag{4}$$

11. Визуально оценить качество сварки.

12. На разрывном приспособлении определить максимальное давление $P_г$ в гидросистеме в момент разрыва образцов и рассчитать усилие разрыва сваренных образцов по формуле:

$$N=12{,}6\ P_г,\ кгс, \qquad (5)$$

где $P_г$ - максимальное давление масла в гидроцилиндре при разрыве сваренных образцов, кгс/ см^2.

5. Порядок и особенности аргонно-дуговой сварки деталей

1. Выбрать технологические параметры сварки деталей (табл. 4).

Таблица 4

Режимы аргонно-дуговой сварки различных материалов.

№	Сплавы	Толщина металла, мм,	$I_Н$, А	Vсв, м/час	$d_Э$, мм	Расход аргона, л/мин
1	Алюминиевые	1…3	45…120		1…3	4…6
		3…6	120…200	20…3	1,6…4	6…9
2	Титановые	1…1,5	80…140	6	1,5…2	11…13
		1,5…2	140…180	25…4	2…2,5	13…16
3	Магниевые	1…1,5	85…110	0	2…3	6…8
		1,5…2	110…140	25…2	3	9…12
4	Циркония, тантала, ниобия	1,5….3	50…100	8	3	8…10
5	Медные					
6	Высоколегированные стали	1…4	120…300		2,5…4	7…10
		1…3	35…160		2…3	4…7

2. Удалить со свариваемой поверхности грязь, ржавчину и окисную пленку.

3. Зажать клемму «Земля» на свариваемой детали.

4. В зависимости от толщины свариваемого металла h выбрать диаметр электрода $d_Э$:

5. Подсоединить аргоновую горелку к выходной клемме сварочного аппарата, а газовый шланг к редуктору баллона с аргоном.

6. Открыть вентиль баллона и кран редуктора установить необходимый расход аргона.

7. Включить аппарат.

6. Поднести электрод к свариваемой детали на расстояние 1…2 мм.

7. Сварку тонколистового материала, благодаря свойству самовозбуждения дуги и во избежание прожигания металлов, следует проводить в импульсном режиме, искусственно прерывая дугу.

8. При сварке нержавеющей стали толщиной менее 2 мм дуга начинает «прыгать» по направлению, что объясняется использованием

переменного тока. Без проблем сварка выполняется для более толстых материалов.

7. Содержание отчета

1. Защитные газы, используемые при сварке низколегированных сталей _____и алюминия _____.

2. Расчет технологических параметров сварки в среде CO_2 детали (по указанию преподавателя) _____толщиной_____мм, изготовленной из материала_____: S= мм, dсп = мм, $F_{сп}$ = мм^2, $I_Н$= А, γ = г /см^3, вылет электрода_____мм, $К_Н^Р$= г /А час., ηн= , $V_Н$ = м/с, расход газа л/мин,

3. Определение фактических технологических параметров сварки:

$I_Н$ = А, $U_Н$ = В, n= , $l_{пр}$= мм, t= с, $l_{сш}$ мм,

$V_Н$ = м/час, $К_Н^Ф$= г /А час.

Параметры	Значения технологических параметров				
	Диаметр сварочной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	$К_Н^Ф$ г/А× ч
Расчетные					
Экспериментальные					

4. Определение усилия разрыва образцов, сваренных в среде CO_2:

$Р_г$= кгс/см^2, N= кгс.

5. Качество сварки в среде CO_2_____.

6. Результаты наплавки в среде аргона детали _____, изготовленной из материала_____ толщиной_____мм: присадочный материал _____; электрод _____ диаметром _____мм; сварочный ток_____А, расход аргона _____л/мин, скорость сварки_____ м/час.

Качество наплавки _____

Выполнил_____ Дата_____

Лабораторное занятие №6
Определение технических норм на сварку в среде CO_2

Цель работы: приобретение практических навыков по определению технических норм на сварку в среде CO_2.

Материалы для выполнения работы: методические указания к лабораторной работе, верстак, сварочный аппарат Bimax 182 Turbo, проволока для сварки.

Литература

1. Маслов В.И. «Сварочные работы». / Москва. Издательский центр «Академия», 1999. – 240 с., ил.
2. Петров Г.Л. Сварочные материалы PDF. Учебное пособие для вузов. - Л.: Машиностроение, 1972, - 280 с.
3. Резницкий А.М., Коцюбинский В.С. Ремонт и наладка электросварочного оборудования. – М.: Машиностроение, 1991. – 256с.
4. Руководство пользователя. Сварочный аппарат Telwin Bimax 182.

Техническая характеристика сварочного аппарата Bimax 182 Turbo приведена в лабораторной работе №5 (см. табл. 1 и рис. 1).

Сварочный аппарат с проволокой для сварки FLUX (без газа) и MIG-MAG (с газом). Термостатическая защита. Укомплектован принадлежностями для сварки FLUX. По заказу может поставляться комплект для газовой сварки различных типов материалов, таких как: сталь, нержавеющая сталь и алюминий. BIMAX 182 подходит также для точечной контактной сварки, с электронным регулированием времени точечной контактной сварки.

1. Обслуживание источников питания дуги

Обслуживание электросварочного оборудования, в том числе и источников питания дуги, входит в обязанности главного сварщика или главного энергетика или другого ответственного и назначенного приказом по предприятию. Он организует монтаж оборудования, обучение обслуживающего персонала (электромонтеров по сварочному оборудованию, наладчиков и др.), наблюдение за правильностью эксплуатации и ремонта оборудования. Подключение и отключение от сети, заземления и техническое обслуживание с ремонтом источников питания производятся обученными электромонтерами, допущенными к этим работам.

На предприятиях, где нет специально закрепленных к сварочным

постам электромонтеров, сварщикам разрешается подключать и отключать сварочные провода, продувать сжатым воздухом сварочные преобразователи и трансформаторы, чистить коллекторы, закреплять контакты сварочной цепи.

3. Подготовка металла под сварку

Подготовку металла для изготовления сварных конструкций можно разделить на следующие операции: очистка, правка, разметка, резка.

Оборудование для очистки. Для очистки проката, деталей и сварочных узлов применяют механические и химические методы. К механическим методам относится способы очистки: дробеструйная, дробеметная, на завистных станках, в галтовочных барабанных, с помощью ручных пневматических и электрических машин. К химическим методам относятся обезжиривание и травление, выполняемые ванным или струйным способами.

Оборудование для правки. Правка необходима для выправления проката до его обработки и заготовки после вырезки, которая производится путем пластического изгиба или растяжения металла. По принципу действия оборудование для правки разделяется на ротационные машины, прессы:

винтовые, гидравлические колонные, гидравлические с передвижным порталом, гидравлические и кривошипные горизонтальные, гидравлические и кривошипные одностоечные.

Оборудование для разметки – это слесарная операция нанесения на обрабатываемую заготовку разметочных линий, определяющих контур будущей детали или места, подлежащего обработке.

Оборудование для резки. В производстве сварных конструкций применяют ножницы: листовые с наклонным ножом, высечные, дисковые, комбинированные, сортовые, для резки уголка, для резки швеллеров и двутавров, пресс – ножницы комбинированные, механизировано – ручные пневматические и электрические.

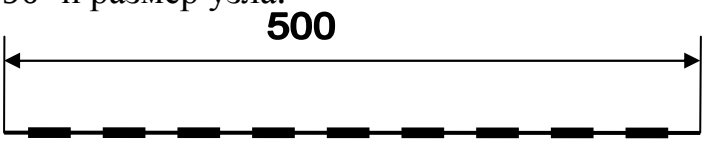
4. Технология сборки и контроль

Сборку деталей под полуавтоматическую сварку выполняют более тщательно, чем под ручную. Особое внимание следует уделять равномерности зазора по всей протяженности шва, так как в местах с повышенным зазором швы получаются вогнутыми, а в местах с небольшими зазорами кроме непроваров получается слишком большая, выпуклость шва.

Сборку коробчатой конструкции производят на ровной плоскости.

Ее можно производить полуавтоматической сваркой, сварочной проволоки d = 1 мм, марка проволоки Св - 08ГС, сила сварочного тока $I_{св}$ = 75…120 А. Сборку первого узла производим в нижнем положении в горизонтальной плоскости.

Производим прихватки на размер 500 мм, от краев на расстояние 20 мм, длина прихваток (Lпр.) равна 10 мм расстояние между прихватками (Lт.пр.) примерно 35 мм, количество прихваток 9 шт. Проверяем углы на 90° и размер узла.



Lпр. = 9шт.
Lт.пр. = 35мм
От краев
отступаем

Сборку второго узла производим аналогично сборке на размер 500 мм, от краев отступаем по 20 мм, длина прихваток 10 мм расстояние между прихватками 45 мм, количество прихваток 9 шт.

Lпр. = 9шт.
Lт.пр. = 45мм
От краев отступаем 20мм

Сборки третьего и четвертого узлов производятся аналогично предыдущим узлам.

Контроль всех узлов осуществляем следующие образом: проверяем размер, проверяем узлы на 90°, сверяем диагонали. После контроля сборки можно приступать к сварке.

Норма времени на сборку металлоконструкций $T_{шт\ сб}$, мин, для автоматической и механизированной сварки в CO_2 и в смесях определяется как сумма затрат времени на установку, крепление и прихватку отдельных деталей, времени на поворот конструкции в процессе сборки, а также времени на съем сварной конструкции с приспособления (стенда, УСП и др) и ее укладку на место складирования, определяется по формуле:

$$T_{шт.сб} = [\sum T_у + \sum T_{кр} + \sum T_{пр} + T_{пов} + T_{сн}] * К, \quad (1)$$

где $\sum T_у$ – затраты времени на установку деталей, мин;
$\sum T_{кр}$ – затраты времени на крепление собираемых деталей, мин;

$\sum T_{пр}$ – затраты времени на прихватку собранных деталей, мин;
$T_{пов}$ – затраты времени на поворот собранной металлоконструкции, мин;
$T_{сн}$ - затраты времени на съем металлоконструкции с приспособления (стенда, УСП, и др) и ее укладку на место складирования, мин;
К - коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время, организацию рабочего места, отдых и естественные надобности (К = 1,12 - для крупносерийного производства, К = 1,15 – для серийного производства).

Таблица 2

Время на снятие сборочных единиц с приспособления и их укладка на место складирования

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время в мин						
	вручную				краном		
Снять сборочную единицу и отнести на место складирования	0,10	0,15	0,20	0,30	2,2	2,6	3,4

Время на установку сборочной единицы на стол сварщика, кантователем и др. по табл. 3.

Таблица 3

Время на установку сборочной единицы на стол сварщика вручную и кантователем

Операции	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				кантователем		
Взять сборочную единицу, отнести, уложить	0,10	0,22	0,30	0,45	1,90	2,40	3,00

Норма времени на сборку и автоматическую и механизированную сварку в углекислом газе в условиях крупносерийного производства определяется по формуле $T_{шт.сб.св}$, мин:

$$T_{шт.сб.св.} = [(T_о + T_{в.ш.}) * L_ш + T_{в.и.}] * K_2, \quad (2)$$

где $T_о$– основное время сварки на 1 м шва, мин;

$T_{.в.ш.}$ – вспомогательное время, связанное со сварным швом на 1м шва, мин;
$L_ш$ - длина сварного шва, м;
$T_{в.и.}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин;
K_2 - коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время, а также время на отдых и естественные надобности (K_2 = 1,15 - для крупносерийного производства).

$$T_o = \frac{60 * A_ш * \gamma}{I_{св} * \alpha_н}, \quad (3)$$

где $A_ш$ – площадь поперечного сечения сварного шва, мм^2;
γ - удельная плотность наплавленного металла, г/см^3, (γ = 7,85 г/см^{3}для углеродистой и низколегированной сталей);
$I_{св}$ – сварочный ток, А;
$\alpha_н$ – коэффициент наплавки, г/ач,

Таблица 4

Коэффициент наплавки

Катет, мм	Сварной ток, А	Поперечное сечение шва, мм^2	Коэффициент наплавки, г/ач
2	110	3,2	11,5
3	140	7,3	12,2
4	240	13	14,5
5	300	20	15,8
6	340	29	17,1

Таблица 5

Вспомогательное время, связанное со сварным швом при полуавтоматической сварке в CO_2

Наименование элементов работы	Норма времени на 1 м шва, мин	Примечание
Очистка и осмотр свариваемых кромок: Без разделки С разделкой и угловых швов	 0,30 0,50	Зачистка кромок вручную, металлической щеткой
Очистка, промер осмотр шва наружных поверхностей стыковых и угловых швов	0,40	
Переход сварщика к началу шва с газоэлектрической горелкой	0,15	Время дано на один переход

Вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием и работой оборудования при полуавтоматической сварке в среде CO_2 $T_{ви}$, мин, включает следующие элементы:

$$T_{ви} = T_у + T_{кр} + T_{пр} + T_{пов} + T_{псв} + T_{кл} + T_{сн}, \quad (4)$$

где $T_у$ – время на установку деталей, сборочных единиц в приспособление по упорам факсаторам, мин;

$T_{кр}$ – время на крепление деталей, мин;

$T_{пр}$ – время на прихватку деталей, мин;

$T_{пов}$ – время на поворот сборочной единицы в процессе сварки, мин;

$T_{псв}$ – время на перемещение сварщика в процессе сварки, мин;

$T_{кл}$ - время на постановку клейма, мин, $T_{кл}$ = 0,1 мин;

$T_{сн}$ - время на съем сборочной единицы с приспособления с укладкой ее на место складирования, стол сварщика, кантователь, мин.

Таблица 6

Время перемещения сварщика

Характер перемещения	Расстояние перемещения, м				
	2	4	6	8	10
	Время на одно перемещение, мин				
Свободное	0,2	0,31	0,5	0,7	0,9
Затрудненное	0,6	0,90	1,5	2,0	3,0

Норма времени для автоматической и механизированной сварки в углекислом газе в условиях крупносерийного производства Т шт.св, мин, определяется по формуле

$$T_{шт.св.} = [(T_о + T_{в.ш.}) * L_ш + T_{в.и.}] * K_2, \quad (5)$$

где $T_о$ – основное время сварки, мин на 1 м шва определяется по формуле 3;

$T_{вш}$ – в соответствии с таблицей 6;

$L_ш$ – длина сварного шва, м;

$T_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием и работой оборудования, мин.

$$T_{ви} = T_у + T_{кр} + T_{пов} + T_{псв} + T_{кл} + T_{сн}, \quad (6)$$

где $T_у$ – время на установку деталей, сборочной единицы на стол сварщика, стенд, кантователь и т.д., мин

$T_{кр}$ – время на крепление деталей, сборочных единиц на стенде, кантователе, мин;

$T_{пов.}$ – время на поворот сборочной единицы при сварке, мин;

$T_{псв}$ – время на перемещение сварщика, мин;

$T_{кл}$ - время на постановку клейма, мин,

$T_{кл}$ = 0,1 мин;

$T_{сн}$ - время на съем сборочной единицы со стола сварщика, стенда, кантователя и укладка ее на место складирования, мин;

K_2 – коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительное время, а также норму времени на отдых и естественные надобности (K_2 = 1,15 для серийного производства).

5. Содержание отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Материальное обеспечение.
4. Нормы.
5. Ответить на контрольные вопросы.
6. Выводы по занятию.

6. Контрольные вопросы:

1. От чего зависит норма времени на установку деталей?
2. Как определить основное время сварки 1 м шва?
3. Как определить вспомогательное время, связанное со сварным швом?
4. Как определить вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием?

Лабораторное занятие №7
Плазменная сварка и резка металлов

Цели работы: изучить оборудование и технологию плазменной сварки и резки металлов; произвести сварку (резку) деталей и оценить ее качество.

Материалы для выполнения работы: аппарат плазменной резки ТСС САИ 40П.

Литература

1. Глизманенко Д.Л., Сварка и резка металлов. Изд. «Высшая школа«, М., 1975.
2. Кортес А.Р., Сварка, резка, пайка металлов. М.: ООО «Арфа СВ«, 1999.
3. Резницкий А.М., Коцюбинский В.С. Ремонт и наладка электросварочного оборудования. – М.: Машиностроение, 1991. – 256 с.

Воздушно-плазменная резка более универсальна и высокопроизводительна по сравнению с газокислородной резкой. Плазменный аппарат позволяет производить резку любых токопроводяших материалов без температурных деформаций. Аппарат плазменной резки ТСС САИ-40П применяется при монтаже систем вентиляции и пожаротушения, ремонте автомобилей, при проведении декоративных работ по металлу и при других работах с листовым металлом.

В таблице 1 приведены технические характеристики ТСС САИ 40П.

Таблица 1.

Технические характеристики аппарата ТСС САИ 40П

Диаметр электрода/проволоки, мм	/10
Напряжение (В)	220
Сварочный ток макс., А	40
Сварочный ток мин., А	10
ПВ при max сварочном токе, %	60
Максимальная потребляемая мощность (кВт)	4.4
Кабель горелки (м)	4.4
Макс. толщина разрезаемого листа,мм	10
Комплектация	Кронштейн крепления редуктора. Манометр. редуктор. зажим земля. Горелка. Сопло. Электрод. Завихритель
Масса, кг	8
Габаритные размеры (Д;Ш;В; мм)	371x155x295
Габаритные размеры упаковки (Д;Ш;В; мм)	380x156x300
Гарантия, срок (мес)	12

Рис. 1. Аппарата плазменной резки ТСС САИ 40П

2. Порядок включения плазматрона

1. В зависимости от вида работы залить соответствующую рабочую жидкость.
2. Установить переключатель режимов в 1-е положение и убедиться в наличии свечения цифрового индикатора.
3. Перевести переключатель режима в 5-е положение и убедиться в том, что показания индикатора напряжения находятся в пределах 320…350 В.

4. Кратковременно нажать до упора кнопку механизма управления катодом горелки. Убедиться в том, что показания индикатора напряжения находятся в пределах 30…70 В, а через некоторое время из отверстия сопла-анода горелки появился факел, при этом напряжение увеличилось до 100…120 В. После разогрева испарителя факел становится укорачивается до длины 20…30 мм и приобретает фиолетовый оттенок. Наличие красно-фиолетового зерна у отверстия сопла- анода свидетельствует о том, что горелка вышла на рабочий режим и готова к эксплуатации (прогрев занимает 40…90 сек.). Если факел имеет зелёный оттенок, необходимо вращением крышки управления перемещением катода постараться избавиться от зелени в факеле горелки.

5. По окончании работ стабилизатор выключается в следующей последовательности:

- Нажать кнопку «ГОРЕЛКА ВЫКЛ.» и убедиться в том, что индикатор «ГОРЕЛКА ВКЛ.» погас, а индикатор «ГОРЕЛКА ВЫКЛ.» светится. Убедиться в том, что показания индикатора напряжения стабилизатора уменьшились до нуля.
- Выключить аппарат переключателем на задней стенке стабилизатора, при этом должны погаснуть все индикаторы.
- Отключить вилку сетевого кабеля от розетки 220 В, 50 Гц.

3. Технология плазменной резки, сварки и пайки

Резка материалов

Резка металлов осуществляется горелкой, в которой рабочей жидкостью является вода (лучше дистиллированная).

Для резки металлов рекомендуется применять сопло - анод с небольшим диаметром отверстия (не более 1,2 мм).

Рабочий ток блоком питания увеличивается с толщиной (теплоёмкостью) разрезаемого металла (для черного металла толщиной более 4 мм переключатель «РЕЖИМ» устанавливается в положение «6»).

При использовании горелки в качестве резака допускается касание сопла - анода с разрезаемым металлом, при этом горелку желательно держать под небольшим наклоном к поверхности. Для обеспечения высокого качества и скорости резки необходимо использовать различного рода приспособления (линейки, лекала, циркули), обеспечивающие фиксацию положения факела горелки и равномерное её движение по поверхности металла. Образовавшийся облой с обратной стороны легко удаляется плоскогубцами или напильником.

Сварка малоуглеродистых сталей

Для сварки малоуглеродистых сталей применяется горелка, заполненная рабочей жидкостью, состоящей из смеси воды с ацетоном или спиртом (60% воды и 40% ацетона или спирта).

При сварке может быть использована присадочная проволока СВ-08ГС, СВ-08Г2С, СВ-10ГС, СВ-10ГСМ, СВ-12ГС.

Сварку рекомендуется производить горелкой с диаметром отверстия сопла- анода 1,6…1,8 мм.

При производстве сварочных работ переключателем «РЕЖИМ» предварительно выбирается такой режим работы аппарата, при котором обеспечивается образование сварочной ванны без прожигания металла.

Для предотвращения выдувания жидкого металла из сварочной ванны горелку целесообразно держать под наклоном к свариваемой поверхности.

Перемещение горелки в процессе сварки желательно производить в сторону направления факела. Рекомендуется делать небольшие круговые движения факела по свариваемой поверхности с одновременным разогревом присадочного материала.

В остальном техника проведения сварочных работ *аналогична* технике традиционной *газовой* сварки.

Пайка стали и цветных металлов твёрдыми припоями

Для пайки стали и цветных металлов используется горелка, заполненная рабочей жидкостью, состоящей из смеси воды и спирта (60% воды и 40% спирта), или аналогичной смеси воды с ацетоном.

В качестве флюса применяется бура, борная кислота или водный раствор хлористого цинка (травится цинк в 10-% соляной кислоте).

Пайка производится латунным или серебряным припоем горелкой с диаметром отверстия сопла- анода 1,6…1,9 мм.

Рекомендуется установить переключатель «РЕЖИМ» при пайке металлов в положение «6».

Техника проведения пайки аналогична традиционным приёмам.

5. Работа аппарата в микроплазменном режиме:

1. Переключить клеммы на задней панели в микроплазменный режим.
2. Подключить к аппарату микроплазменную горелку и педаль запуска.
3. Тумблер «РЕЖИМ» переключить в положение МП.
4. Тумблер «ГАЗ ПЛАЗМЫ» переключить в верхнее положение, ротаметром установить такой расход плазмообразующего газа, чтобы

длина факела, исходящего из плазмообразующего сопла составляла от 1 до 3 мм.

5. Органами управления на панели аппарата задать режим сварки.

6. Возбудить дежурную дугу методом замыкания электрода на сопло.

7. Поднести плазменную горелку к изделию и нажать педаль запуска. Возбудится дуга, которая будет гореть в течение времени, заданного переключателем «ВРЕМЯ СВАРКИ».

Корректировку сварочных режимов проводить в зависимости от характера выявленных дефектов:

при непроваре увеличить силу сварочного тока или продолжительности времени сварки;

при пережоге уменьшить время сварки или ток;

при перегреве детали уменьшить время сварки;

при наплывах уменьшить время сварки или сварочный ток;

при разбрызгивании свариваемого материала уменьшить расход плазмообразующего газа или силу тока сварки.

6. Содержание отчета

1. Достоинства плазменной сварки и резки _____

2. Результаты резки металлов аппаратом Алплаз-0,4М:

марка_____ и толщина металла _____мм, рабочая жидкость_____, положение режима переключателя _____, напряжение резки _____ В, цвет пламени _____.

Ориентировочный размер факела: длина ____мм, максимальный диаметр _____мм. Длина реза _____мм, время резки _____с, качество резки_____.

3. Результаты сварки (пайки) металлов аппаратом АЛПЛАЗ-04М:

Металл _____, толщиной _____мм, рабочая жидкость_____, присадочный материал _____, флюс (для пайки) _____, положение режима переключателя_____, напряжение сварки (пайки) _____В, цвет пламени _____, время_____с, размер сварного шва (длина_____мм, катеты_____мм), качество_____

4. Результаты сварки металлов аппаратом АТС-902_____

Эскиз (с указанием размеров и материалов) свариваемых деталей

Выполнил_____ Дата _____

Лабораторное занятие №8
Сварка полимерных труб

Цели работы: изучить технологию сварки и монтажа полимерных трубопроводов; провести растровую и стыковую сварку полиэтиленовых труб и оценить качество сварного шва.

Материалы для выполнения работы: образцы резьбовых и сварочных соединений трубопроводов, сварочный термический аппарат, аппарат стыковой сварки полиэтиленовых труб RD 200.

Литература

1. ГОСТ 18599-2001 с изм. №1 и №2. Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия
2. ГОСТ Р 50838-2009 Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия.
3. Сварка полиэтиленовых трубопроводов встык нагретым инструментом: учеб. метод. пособие . −М.: ООО «ЦентрТехФорм», 2014.
4. Сварка и контроль газопроводов из полимерных материалов. В помощь сварщикам и специалистам сварочного производства / В.Ю. Каргин, А.Л. Шурайц. - Саратов: 2003.

1. Виды полиэтиленовых труб

Трубы, изготовленные из полимерных материалов, могут быть конструктивно следующими:

1. Цельные из полиэтилена (высокого или низкого давления) и из пропилена.
2. Двухслойные кордовые (металлические, тканевые, пластиковые).
3. Металлопластиковые (рис. 1) многослойные (диаметром 12…50 мм).

На заводе ЗАО «Сибгазаппарат» изготовляют (табл. 1) напорные трубы (в бухтах до 200 м длины, а в отрезках до 12 м) из **полиэтилена**

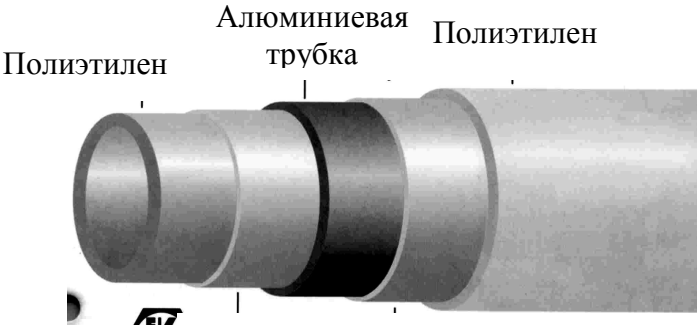


Рис. 1. Схема многослойной пластиковой трубы

низкого давления, предназначенные для газопроводов с максимальным рабочим давлением шесть бар. Трубы изготовляются двух типов: С-Газ и Т-газ. Трубы первого типа используются для транспортировки газов при давлении до 0,3 МПа с коэффициентом запаса прочности 2,7, а второго типа соответственно - 0,6 МПа и 2,17.

Имеются некоторые ограничения при использовании и монтаже полимерных труб в газопроводах:

1. Глубина залегания труб должна обеспечиваться не менее 1м.
2. Температура окружающей среды должна быть не ниже -40 ^{o}С.
3. Переходы по диаметрам и повороты делать из пластмассы.
4. Переходы через естественные и искусственные преграды изготовлять из стальных труб.

Таблица 1

Сортамент пластмассовых труб, выпускаемых ЗАО «Сибгазаппарат»

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Максимальное давление, бар	Масса 1пм, кг/м	Способ упаковки
32	3	6	0,279	Бухта
63	5,8	6	1,06	Бухта
110	10	6	3,16	Бухта
160	14,6	6	6,7	Отрезок
225	20,5	6	13,1	Отрезок

Трубопроводы из полипропилена в настоящее время широко используются при строительстве жилищно-коммунальных объектов.

Полипропилен (названия: полипропилен тип 3, ПП-3, «рандом сополимер», PPRC, PP-R80, PPR) получают в результате реакции полимеризации пропилена и этилена. Материал обладает большой химической стойкостью, инертен, термоустойчив, экологически безвреден, подвержен вторичной переработке.

Коэффициент линейного теплового расширения для PN-10 и PN-20 составляет) 0,15 мм/ м ºС, а для PN-25 всего 0,03 мм/ м ºС, что и позволяет успешно использовать трубы PN-25 для горячего водоснабжения и отопления.

Срок службы трубопроводов из полипропилена PPRC в системах холодного водоснабжения составляет не менее 50 лет, а в системах горячего водоснабжения и отопления – не менее 25…30 лет.

Металлополимерные трубы диаметром от 16 до 40 мм поставляются в бухтах длиной до 200 м. В процессе электронного облучения полиэтилена происходит поперечное «сшивание» молекулярных цепочек друг с другом, что придает металлополимерным трубам уникальные свойства, в результате чего ***объединяются достоинства металлических и полимерных труб***: отсутствие коррозии,

эластичность, устойчивость к растяжению, к давлению и к износу, высокая химическая стойкость и низкий коэффициент линейного расширения (0,03 мм/м ºС для полимера PN-25 и, для сравнения- 0,24 мм/м ºС для стали). Материал позволяет работать при максимальной рабочей температуре –95 ºС и давлении (при 95 ºС) – 10 бар, допуская кратковременные перегрузки до 110 ºС температуры и 15 бар давления.

2. Способы монтажа и сварки полимерных труб

При сварке полимерных материалов в основном применяют сварку плавлением и очень редко химическую сварку.

Сварка **плавлением** основана на свойстве полимерных материалов при нагреве выше определенных температур или в набухшем состоянии (при введении растворителя) переходить в *вязкотекучее состояние*, которое при наличии плотного контакта соединяемых деталей способствует возникновению межмолекулярного взаимодействия.

Основными параметрами режима сварки полимерных материалов являются: температура и время нагрева свариваемых деталей; время сварки и давление сжатия при этом.

Режимы сварки определяют путем варьирования температуры нагрева в интервале *выше температуры текучести, но ниже температуры деструкции* при различной продолжительности и удельном давлении.

В основе **химической сварки** лежит процесс реализации химических связей между макромолекулами.

Сварка **нагретым газом** - способ, при котором тепло на свариваемые поверхности подают нагретой в горелке струей газа Сварку газовым теплоносителем можно проводить с присадочным материалом и без него.

Контактная тепловая сварка выполняется с помощью нагретого инструмента.

Сварку **накладными нагревателями** осуществляют путём нагрева свариваемых поверхностей током, пропускаемым по металлическому проводнику. Усилие в зоне плавления, необходимое для сварки, создается вследствие теплового расширения нагреваемого и расплавляемого материала. Этим методом очень удобно сваривать трубы (раструбные соединения) в труднодоступных местах.

Монтаж трубопроводов может выполняться следующими способами:

1. *Резьбовые соединения* (рис. 2) с использованием металлических или пластмассовых резьбовых муфт, тройников, угольников и другой арматуры, как для металлических, так и для полимерных труб.

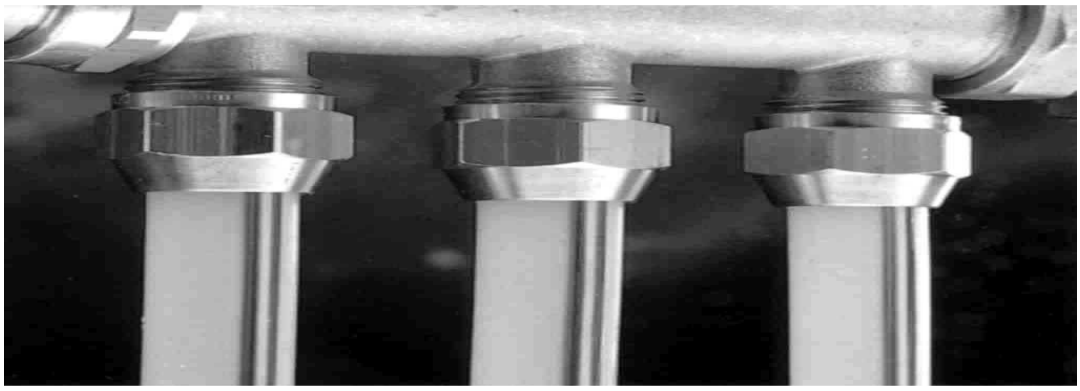


Рис. 2. Резьбовые соединения труб

Резьбовые соединения элементов трубопровода осуществляются с использованием комбинированных фитингов, или фитингов с накидными гайками. При использовании комбинированных фитингов соединение осуществляется только с прямой трубной резьбой соответствующего размера с уплотнением резьбы фторопластовой лентой (ФУМ), или другим уплотнительным материалом для герметизации соединения. Если на комбинированном фитинге нет гранения на металлической части, то металлические ключи для удержания фитинга при затяжке резьбы не используются. В жилых помещениях для подключения наружного оборудования рекомендуется использовать дополнительные металлические переходники с никелевым, хромовым или лакокрасочным покрытием для того, чтобы пластмассовая часть системы осталась скрытой в стене. Это защитит ее от механических повреждений, а также предпочтительнее из-за эстетических соображений.

Для получения разъемных соединений труб из PPR с металлическими трубами или арматурой применяют соединения с накидной гайкой. Для герметизации такого соединения используются резиновые прокладки.

2. *Стыковая сварка* трубопроводов местным нагревом, с последующей пластической деформацией и полимеризацией.

Стыковая сварка - самый быстрый, надежный и экономичный метод соединения труб из полиэтилена высокого и низкого давления, используемых при прокладке газопроводов, систем канализации, водопроводов и других продуктопроводов. Основой метода стыковой сварки является стыкование под давлением трубных торцов, предварительно прогретых перед операцией сварки до температуры оплавления при помощи помещаемого между ними нагревательного элемента, температура которого поддерживается автоматически. После прогрева торцов нагревательный элемент удаляется, и трубы прижимаются друг к другу под давлением, на которое предварительно регулируется гидравлическая система сварочной машины. В результате образуется

однородный и равнопрочный с основным материалом стыкуемых труб сварной шов.

Соединение труб и соединительных деталей (фитингов) из полипропилена производится методом сварки (сплавления) без применения присадочных материалов. Сварка осуществляется в течение нескольких секунд и обеспечивает прочное герметичное соединение. После охлаждения соединение может подвергаться полной нагрузке. Для перехода на металлические части трубопроводной системы и для выполнения разборных соединений используются резьбовые элементы.

3. Монтаж с использованием *металлических обжимных* (металлических обжимных колец) *и прессовых фитингов* (рис. 4).

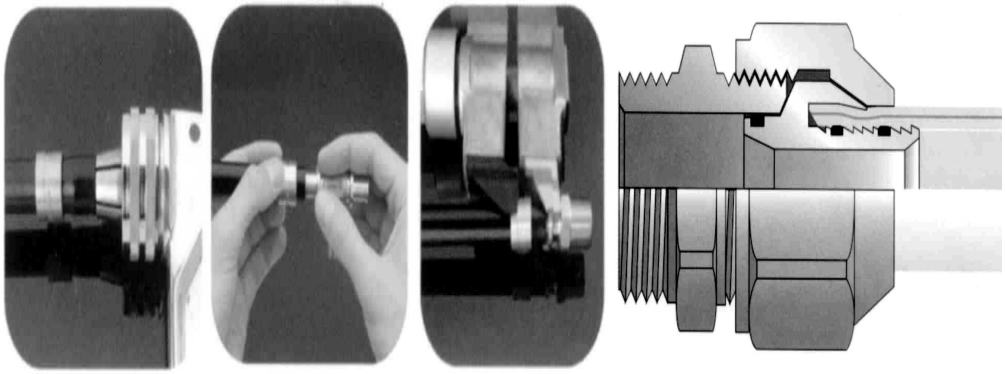


Рис. 3. Прессовые соединения

4. Электрофитинговая сварка трубопроводов (рис. 4) с помощью тройников, муфт и уголков со *встроенными электронагревателями* (электрофитингами). Для сварки труб спираль из проволоки повышенного электрического сопротивления располагается в раструбной части фасонной детали (муфты тройника, угольники и т.д.). Спираль заделывают при формовании или отливке фитингов. Режим нагрева можно регулировать изменением напряжения на концах проводника.

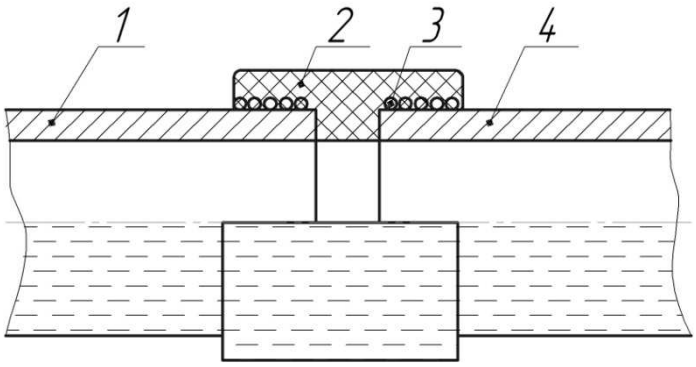


Рис. 4. Сварка с помощью электрофитингов:
1,4 – свариваемые трубы; 2 – электронагреватель, 3 – литая муфта.

5. *Раструбная сварка* (рис. 5) осуществляется путем нагрева торцов трубы и фитинга электронагревателем, соединения нагретых деталей с последующей выдержкой в сжатом состоянии.

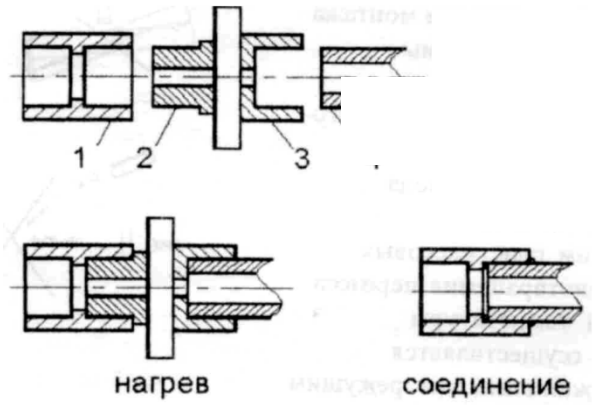


Рис. 5. Схема раструбной сварки:
1-раструб фитинга, 2-нагревательный дорн, 3-нагревательная гильза, 4-труба

6. С использованием *самообжимающих колец*. Монтаж трубопроводов самообжимающими кольцами хорошо виден из рисунков 5, показывающих этапы монтажа с использованием специального инструмента, набора самообжимающих колец, металлических (из латуни) тройников, угольников, коллекторов и др. деталей.

7. Соединения *на свободных фланцах* используются, как правило, для труб больших диаметров (более 40 мм) с целью получения разъемного соединения с металлической трубой или арматурой. Соединение осуществляется с помощью втулок с буртом, приваренным на конце трубы, и установкой на них свободно вращающихся фланцев. Скрепление фланцев производится соответствующими по размеру болтами, а герметизация соединения - резиновой прокладкой между втулками.

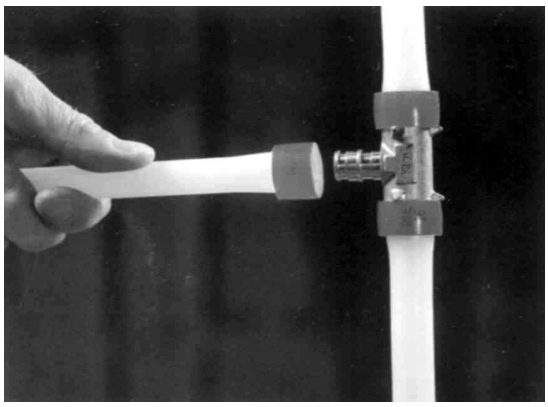


Рис. 6. Набор инструмента и схема монтажа самообжимными кольцами

По взаимному положению деталей соединения могут быть:

стыковые для соединения отрезков труб, труб с фитингами (угольниками, тройниками, вентилями и др.);
угловые для обеспечения отводов от основных трубопроводов к индивидуальным потребителям (используются в основном электрофитинги).

После монтажа трубопровода его подвергают испытанию давлением. Испытание проводится при положительной температуре, но не ранее, чем *через 16 часов* после сварки последнего соединения. Расчетное давление в трубопроводе и время испытания назначают согласно СНиП 3.05.01-85. По результатам испытания составляется протокол. Для установок питьевого водоснабжения после проведения испытания трубопровод *промывается* водой в течение 3 часов.

3. Раструбная сварка труб термическим аппаратом

Раструбная сварка (рис. 5) осуществляется при помощи сварочного аппарата, обеспечивающего температуру на нагревательных элементах 260°С. Нагревательные элементы представляют собой гильзу для оплавления наружной поверхности конца трубы и дорн для оплавления внутренней поверхности раструба соединительной детали.

Технические характеристики сварочного термического аппарата фирмы « Eko Makina» (Турция):

1. Номинальная мощность	1500 Вт.
2. Диапозон регулирования температуры	50….300 ºС.
3. Диаметр свариваемых труб	16…90 мм

Процесс **раструбной** сварки включает следующие операции.

1. На сварочном аппарате (см. рис. 5) устанавливаются сменные нагреватели необходимого размера.

2. Сварочный аппарат включается в электросеть. Время нагрева сварочного аппарата до необходимой температуры (260 °С ± 10 °С) зависит от температуры окружающей среды и составляет 10…30 минут. Сварку можно производить не ранее чем через 5 минут после достижения сварочной температуры.

3. На трубе с помощью приспособления или по табл.6 отмечается карандашом глубина ее соединения с фитингом. Для предотвращения сужения сечения трубы в месте соединения, конец трубы при сварке не должен заходить на всю длину раструба фитинга. При использовании комбинированной (многослойной) трубы зачистным инструментом *снимается* наружный слой полипропилена и алюминиевой фольги до номинального наружного диаметра.

4. Конец трубы на глубину сварки и раструб соединительной детали перед сваркой очищаются от пыли и грязи и обезжириваются.

5. На конце трубы снимается фаска 30…40°, особенно это важно для труб диаметром большим 40мм.

6. Конец трубы вставляется в нагревательную гильзу до отмеченной глубины. Одновременно на нагревательный дорн насаживается раструб фитинга до упора. В этом положении выдерживается необходимое время нагрева.

7. По окончании времени нагрева трубу и фитинг снимают со сварочного инструмента, соединяют друг с другом и охлаждают естественным путем до затвердения шва.

Продолжительность элементов технологических операций сварки при температуре окружающей среды 20 °С приведены в таблице 24. При температуре ниже 5 °С время нагрева должно быть увеличено на 50 %. При выполнении операций нагрева и охлаждения не допускается вращение или любые другие механические воздействия на свариваемые детали; отклонения осевых линий нагревательного устройства, трубы и раструба соединительной детали не должно превышать 5°.

После каждой сварки рабочие поверхности нагревательных элементов необходимо очищать от налипшего материала. Очистка осуществляется в нагретом состоянии мягкой тканью из несинтетического материала для предотвращения повреждения тефлонового слоя нагревательного элемента.

Таблица 2

Технологические параметры раструбной сварки

Наружный диаметр трубы, мм	Глубина сварки, мм	Время нагрева, с	Время соединения не более, с	Время охлаждения, мин
16	13	5	4	2
20	14	5	4	2
25	15	7	4	2
32	16,5	8	6	4
40	18	12	6	4
50	20	18	6	4
63	24	24	8	6
75	26	30	8	6
90	29	40	8	8
110	32,5	50	10	8

При сварке труб диаметром до 40мм можно использовать ручной сварочный аппарат, а при сварке труб диаметром более 40 мм рекомендуется использовать аппараты с центрирующими приспособлениями.

4. Механический сварочный аппарат RD 200

Механический сварочный аппарат RD 200 предназначен для стыковой сварки пластиковых труб из полипропилена и полиэтилена (высокого и низкого давления) диаметром от 63 до 200 мм в ручном режиме.

Таблица 3.

Технические характеристики аппарата RD 200

Бренд:	Yuda
Диаметры свариваемых труб, мм:	63,75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200
Диаметр аппарата:	200 мм
Материал свариваемых труб:	полипропилен(ПП), полиэтилена низкого(ПНД) и высокого(ПВД) давления
Тип управления:	Механический
Рабочее напряжение:	220
Мощность торцевателя:	0,7КВт
Мощность нагревателя:	1,8КВт
Суммарная мощность:	2,5КВт
Вес Брутто:	100
Страна производитель:	Китай
Комплектация:	центратор, торцеватель с электроприводом. нагревательный элемент с электронным регулятором температуры, комплект вкладышей (полуколец) на диаметры 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200 мм, контейнер для торцевателя и сварочного зеркала,
Объем упаковки:	0,44;
Габариты упаковки:	1000x1020x790
Вес нетто:	78 кг

7. Содержание отчета

1. Преимущества использования полимерных труб в системах газо-, водо- и теплоснабжения перед металлическими трубами_____

2. Результаты соединения трубопроводов раструбной сваркой: внешний диаметр трубы _____мм, толщина стенки _____мм; фитинг_____,. глубина раструба_____мм, фаска_____°, температура нагрева_____°С, время нагрева____с, время соединения_____с, время

охлаждения_____мин. Качество сварки: осмотром_____, по разрезу сварного шва_____..

3. Результаты стыковой сварки на установке С-160 трубы_____ диаметром_____мм с толщиной стенки_____мм:

Время: нагрева____с, стыкования_____с, охлаждения_____мин. Температура нагрева_____°С. Давление: торцевания_____бар, сварки_____бар, нагрева_____бар. Качество соединия_____.

4. Результаты сварки труб электрофитингами: внешний диаметр трубы____мм, омическое сопротивление электрофитинга_____Ом, напряжение_____В, продолжительность нагрева_____с.

Выполнил_____Дата_____

Методические указания
к лабораторным занятиям по дисциплине
«Технология машиностроения,
производство и ремонт подъемно-транспортных,
строительных и дорожных машин»
для бакалавров, обучающихся по направлению
23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы»
(Часть 2)

Составители:
Габдуллин Талгат Ривгатович
Махмутов Марат Мансурович

Редакция Л.З. Ханафиева

Издательство КГАСУ

Подписано в печать 2016 г.
Формат 60x84 $^{1}/_{16}$. Усл. печ. Листов .
Печать Riso. Бумага тип № 1. Тираж 30 экз. Заказ

Печатно-множительный отдел КазГАСУ.
420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1.