ПОЛИЭТИЛЕНОВЫЕ ТРУБЫ И ФИТИНГИ 3

3.1. Напорные полиэтиленовые трубопроводы. Общие сведения	3-2
3.1.1. Область применения	3-2
3.1.2. Общие рекомендации по выбору труб для транспортирования различных сред	3-2
3.1.3. Термины и определения	3-3
3.1.4. Основные параметры и размеры ПЭ труб	3-3
3.1.5. Технические требования к полиэтиленовым трубам	3-5
3.1.6. Преимущества труб из полиэтилена	3-6
3.1.7. Требования к безопасности	3-7
3.2. Трубы ПОЛИТРОН из полиэтилена ПЭ80	3-7
3.3. Монтаж трубопроводов из полиэтилена	3-8
3.3.1. Основные способы монтажа полиэтиленовых трубопроводов	3-8
3.3.2. Краткое описание способов монтажа полиэтиленовых трубопроводов	3-9
3.4. Оборудование для монтажа полиэтиленовых труб	3-15
3.4.1. Машины для стыковой сварки полиэтиленовых труб. Общее описание	3-15
3.4.2. Машины PRO AQUA для стыковой сварки ПЭ труб	3-17
3.5. Транспортировка, хранение труб и соединительных деталей из полиэтилена	3-19
Номенклатура: ПЭ трубы, фитинги, инструмент	3-20
Полиэтиленовые трубы ПОЛИТРОН	3-20
Компрессионные полипропиленовые фитинги PO–EL SAN	3-20
Сварочное оборудование PRO AQUA	3-25

3.1. Напорные полиэтиленовые трубопроводы. Общие сведения

3.1.1. Область применения

Согласно ГОСТ 18599–2001 напорные трубы из полиэтилена (далее ПЭ трубы), предназначенные для трубопроводов, транспортирующих воду, в том числе для хозяйственно-питьевого водоснабжения, при температуре от 0 до 40 °С, а также другие жидкие и газообразные вещества.

Полиэтиленовые трубы получили широкое применение благодаря своим свойствам: высокой прочности и химической стойкости, небольшому весу, отсутствию коррозии, простоте и скорости монтажа, большому сроку службы. Полиэтиленовые трубы стойки к воздействию водных растворов кислот, щелочей, солей, а также многих органических растворителей, но не пригодны для транспортирования концентрированных кислот.

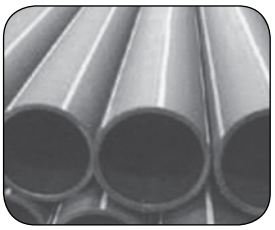
3.1.2. Общие рекомендации по выбору труб для транспортирования различных сред

Согласно ГОСТ 18599–2001 выбор и расчет максимального рабочего давления труб для транспортирования различных жидких и газообразных сред, кроме воды, к которым полиэтилен химически стоек, проводят на основе нормативных документов на монтаж и эксплуатацию соответствующих трубопроводов.

Коэффициент снижения максимального рабочего давления при температуре транспортируемой по трубопроводу воды до 40 °С на срок службы 50 лет приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Рабочая температура воды $T_{раб}$, °С	Коэффициент снижения давления C_t, для труб из	
	ПЭ63	ПЭ80, ПЭ100
< 20	1,00	1,00
26 – 30	0,90	0,93
21 – 25	0,81	0,87
31 – 35	0,72	0,80



3.1.3. Термины и определения

Для работы с полиэтиленовыми трубами необходимо знать следующие термины и определения (в соответствии с ГОСТ 18599–2001):

- **средний наружный диаметр** – dср (мм): частное от деления измеренного значения наружного периметра трубы на значение $\pi = 3{,}142$, округленное в большую сторону до 0,1 мм;
- **номинальный наружный диаметр** – d (мм): условное обозначение размера, соответствующее среднему наружному диаметру;
- **номинальная толщина стенки** – e (мм): условное обозначение размера, соответствующее минимальной допустимой толщине стенки трубы. Рассчитывается по следующей формуле и округляется в большую сторону с точностью до 0,1 мм:

$$e = d/(2S + 1) \qquad (1)$$

где:

d – номинальный наружный диаметр трубы, мм;
S – серия трубы.

- **серия труб S**: нормированное значение, определяемое по формуле:

$$S = \sigma/MOP, \qquad (2)$$

где:

σ – допускаемое напряжение в стенке трубы, равное MRS/C, МПа;
MRS – минимальная длительная прочность, МПа;
C – коэффициент запаса прочности, равный 1,25 для воды;
MOP – максимальное рабочее давление, МПа.

- **минимальная длительная прочность** – MRS (МПа): напряжение, определяющее свойства материала, применяемого для изготовления труб, полученное путем экстраполяции на срок службы 50 лет при температуре 20 °С данных испытаний труб на стойкость к внутреннему гидростатическому давлению с нижним доверительным интервалом 97,5 % и округленное до ближайшего нижнего значения ряда R10 по ГОСТ–8032;
- **коэффициент запаса прочности** – C. Для водопроводных труб C = 1,25;
- **стандартное размерное отношение** – SDR: отношение номинального наружного диаметра трубы d к номинальной толщине стенки e. Соотношение между SDR и S определяют по следующей формуле:

$$SDR = 2S + 1, \qquad (3)$$

где S – серия трубы.

- **коэффициент снижения давления** – C_t: коэффициент снижения максимального рабочего давления MOP в зависимости от температуры транспортируемой воды, выбираемый в соответствии с таблицей 1.1;
- **номинальное давление** – PN (бар): условная величина, применяемая для классификации труб из термопластов, численно равная максимально допустимому рабочему давлению (1 бар ≈ 0,1 МПа).

3.1.4. Основные параметры и размеры ПЭ труб

Размеры труб изготавливаемых в соответствии с ГОСТ 18599–2001 и применяемых в мировой практике, указаны в таблице 1.2.

Трубы изготовляют в прямых отрезках, бухтах и на катушках. Трубы диаметром 180 мм и более – – только в прямых отрезках.

Справочная таблица стандартных типоразмеров ПЭ труб

Таблица 1.2

Диаметр, мм	SDR 41 PE 100 PN 4 PE 80 PN 3,2		SDR 26 PE 100 PN 6,5 PE 80 PN 5		SDR 21 PE 100 PN 8 PE 80 PN 6,3		SDR 17,6 PE 100 PN 9,5 PE 80 PN 7,5		SDR 17 PE 100 PN 10 PE 80 PN 8		SDR 13,6 PE 100 PN 12,5 PE 80 PN 10		SDR 11 PE 100 PN 16 PE 80 PN 12,5		SDR 9 PE 100 PN 20 PE 80 PN 16		SDR 7,4 PE 100 PN 25 PE 80 PN 20		SDR 6 PE 100 PN 32 PE 80 PN 25	
	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг	Толщина стен, мм	Вес, кг
16															2	0,092	2,3		3	0,116
20													2	0,118	2,3	0,134	3		3,4	0,182
25											2	0,151	2,3	0,172	3	0,201	3,5		4,2	0,28
32							2	0,197	2	0,21	2,4	0,24	3	0,29	3,6	0,33	4,4	0,39	5,4	0,459
40					2	0,26	2,3	0,286	2,4	0,3	3	0,37	3,7	0,43	4,5	0,52	5,5	0,61	6,7	0,713
50					2,4	0,38	2,9	0,443	3	0,46	3,7	0,55	4,6	0,68	5,6	0,8	6,9	0,94	8,3	1,1
63			2,5	0,51	3	0,59	3,6	0,691	3,8	0,73	4,7	0,89	5,8	1,06	7,1	1,27	8,6	1,48	10,5	1,75
75			2,9	0,69	3,6	0,84	4,3	0,981	4,5	1,04	5,6	1,25	6,8	1,47	8,4	1,77	10,3	2,11	12,5	2,48
90	2,3	0,67	3,5	0,99	4,3	1,21	5,1	1,42	5,4	1,47	6,7	1,77	8,2	2,13	10,1	2,56	12,3	3,02	15	3,58
110	2,7	0,95	4,2	1,46	5,3	1,79	6,3	2,09	6,6	2,17	8,1	2,63	10	3,18	12,3	3,8	15,1	4,53	18,3	5,34
125	3,1	1,24	4,8	1,88	6	2,29	7,1	2,69	7,4	2,79	9,2	3,4	11,4	4,12	14	4,92	17,1	5,82	20,8	6,9
140	3,5	1,56	5,4	2,35	6,7	2,84	8	3,39	8,3	3,48	10,3	4,24	12,7	5,11	15,7	6,17	19,2	7,31	23,3	8,59
160	4	2,03	6,2	3,05	7,7	3,75	9,1	4,41	9,5	4,56	11,8	5,56	14,6	6,71	17,9	8,03	21,9	9,53	26,6	11,2
180	4,4	2,51	6,9	3,8	8,6	4,69	10,2	5,57	10,7	5,75	13,3	7,05	16.4	8,49	20,1	10,15	24,6	12,05	29,9	14,7
200	4,9	3,1	7,7	4,74	9,6	5,84	11,4	6,92	11,9	7,12	14,7	8,62	18,2	10,46	22,4	12,56	27,4	14,91	33,2	17,47
225	5,5	3,9	8,6	5,92	10,8	7,34	12,8	8,74	13,4	9,02	16,6	10,95	20,5	13,26	25,2	15,9	30,8	18,86	37,4	22,13
250	6,2	4,9	9,6	7,37	11,9	9,02	14,2	10,8	14,8	11,03	18,4	13,49	22,7	16,32	27,9	19,57	34,2	23,27	41,5	27,29
280	6,9	6,06	10,7	9,15	13,4	11,38	15,9	13,5	16,6	13,86	20,6	16,92	25,4	20,45	31,3	24,58	38,3	29,18	46,5	34,23
315	7,7	7,6	12,1	11,66	15	14,27	17,9	17,1	18,7	17,56	23,2	21,43	28,6	25,91	35,2	31,1	43,1	36,94	52,3	43,34
355	8,7	9,67	13,6	14,78	16,9	18,12	20,1	21,6	21,1	22,33	26,1	27,18	32,2	32,87	39,7	39,53	48,5	46,86	59	55,04
400	9,8	12,25	15,3	18,74	19,1	23,07	22,7	27,5	23,7	28,26	29,4	34,5	36,3	41,76	44,7	50,16	54,7	59,54		
450	11	15,46	17,2	23,62	21,5	29,22	25,5	34,8	26,7	35,82	33,1	43,69	40,9	52,92	50,3	63,49	61,5	75,32		
500	12,3	19,18	19,1	29,15	23,9	36,09	28,4	42,9	29,7	44,27	36,8	53,97	45,4	65,27	55,8	78,28				
560	13,7	23,91	21,4	36,57	26,7	45,16	31,7	53,7	33,2	55,43	41,2	67,68	50,8	81,81						
630	15,4	30,22	24,1	46,34	30	56,89	35,7	68,1	37,4	70,24	46,3	85,57	57,2	103,62						
710	17,4	38,45	27,2	58,93	33,9	72,69	40,2	86,4	42,1	89,11	52,2	108,72								
800	19,6	48,77	30,6	74,71	38,1	92,06	45,3	109,7	47,4	113,05	58,8	138								
900	22	61,56	34,4	94,49	42,9	116,61	51	138,9	53,3	143,02										
1000	24,5	76,13	38:2	116,59	47,7	144,06	56,6	171,3	59,3	176,79										
1200	29,4	109,56																		
1400	34,3	149,05																		
1600	39,2	194,62																		

3.1.5. Технические требования к полиэтиленовым трубам

Внешний вид поверхности:

Трубы должны иметь гладкие наружную и внутреннюю поверхности.

Допускаются незначительные продольные полосы и волнистость, не выводящие толщину стенки трубы за пределы допускаемых отклонений. На наружной, внутренней и торцевой поверхностях труб не допускаются пузыри, трещины, раковины, посторонние включения, видимые без увеличительных приборов. Цвет труб черный или черный с синими продольными полосами, в количестве не менее четырех, равномерно расположенных по окружности трубы, или синий, оттенки которого не регламентируются.

Требования к материалу

Основные характеристики полиэтилена ПЭ 80 и ПЭ 100 в соответствии с требованиями ГОСТ 18599–2001 представлены в таблице 1.3.

Характеристики полиэтилена, используемого для производства напорных полиэтиленовых труб

Таблица 1.3

Наименование показателя	Значение показателя		Метод испытания
	ПЭ 80	ПЭ 100	
Плотность при 23 °С, базовой марки, кг/м^3, не менее	930	945	По ГОСТ 15139, разделы 5, 6, 4
Показатель текучести расплава при 190 °С и нагрузке 5 кг, г/10 мин	0,2 – 1,2	0,2 – 1,2	По ГОСТ 11645
Предел текучести при растяжении, МПа, не менее	16,7	21	По ГОСТ 11262
Термостабильность при 200 °С, мин, не менее	20	20	По ГОСТ Р 50838, (пункт 8.9)
Содержание сажи, % мас.	2,0 – 2,5	2,0 – 2,5	По ГОСТ 26311
Массовая доля летучих веществ, мг/кг, не более	350	350	По ГОСТ 26359
Тип распределения технического углерода (сажи)	I – II	I – II	По ГОСТ 16338, пункт 5.18
Стойкость к газовым составляющим при 80 °С и начальном напряжении в стенке трубы 2 МПа, ч, не менее (на трубах диаметром 32 мм с SDR 11)	20	20	По ГОСТ Р 50838, (пункт 8.8)
Стойкость к медленному распространению трещин при 80 °С и начальном напряжении в стенке трубы 2 МПа, ч, не менее (на трубах d 110 или 160 мм с SDR 11)	При начальном напряжении в стенке трубы:		По ГОСТ Р 50838, (пункт 8.11)
	4,0	4,6	
	165		

Трубы должны соответствовать характеристикам, указанным в таблице 1.4.

Основные характеристики труб из материала ПЭ80 и ПЭ100

Таблица 1.4

Наименование показателя	Значение показателя для труб		Метод испытания
	ПЭ 80	ПЭ 100	
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	250	250	По ГОСТ 11262 и 8.4 настоящего стандарта
Изменение длины труб после прогрева, %, не более	3	3	По ГОСТ 27078 и 8.5 настоящего стандарта
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 20 °С, ч, не менее	При начальном напряжении в стенке трубы 9,0 МПа 100	При начальном напряжении в стенке трубы 12,4 МПа 100	По ГОСТ 24157 и 8.6 настоящего стандарта
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 80 °С, ч, не менее	При начальном напряжении в стенке трубы 4,6 МПа 165	При начальном напряжении в стенке трубы 5,5 МПа 165	По ГОСТ 24157 и 8.6 настоящего стандарта
Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 80 °С, ч, не менее	При начальном напряжении в стенке трубы 4,0 МПа 1000	При начальном напряжении в стенке трубы 5,0 МПа 1000	По ГОСТ 24157 и 8.6 настоящего стандарта

3.1.6. Преимущества труб из полиэтилена

Надежность

Высокая надежность при механических перегрузках вследствие таких свойств ПЭ, как вязкость и упругость одновременно.

Долговечность

Срок эксплуатации стальных подземных трубопроводов составляет не более 25 лет. Гарантированный срок эксплуатации полиэтиленовых труб составляет не менее 50 лет, а расчетный срок – до 300 лет.

Герметичность и коррозийная стойкость

В отличие от стали, физические и химические свойства полиэтилена гарантируют прекрасную герметичность и высокую стабильность под воздействием агрессивных веществ, находящихся в почве и в транспортируемой среде, в течение всего срока эксплуатации. Более того, для полиэтиленовых труб не нужна специальная защита (анодная или катодная), что создает дополнительную экономию средств на строительстве и эксплуатации трубопровода.

Увеличение пропускной способности

Внутренний диаметр металлических труб со временем уменьшается вследствие коррозийного зарастания. Полиэтиленовые трубопроводы характеризуется низким показателем микробиального зарастания. А также увеличение пропускной способности полиэтиленовых трубопроводов нарастает со временем по следующим причинам:

- Диаметр полиэтиленовых труб увеличивается в процессе эксплуатации без потери работоспособности за счет характерного для полиэтилена явления ползучести. Это увеличение составляет около 1,5 % за первые 10 лет и около 3 % за весь срок службы трубопровода.
- Внутренняя поверхность полиэтиленовой трубы со временем становится более гладкой вследствие набухания граничного слоя полимера и возникновения специфического поверхностного эффекта эластичности, который улучшает условия обтекания стенки трубы и снижает сопротивление движению.

Экономия при прокладке полиэтиленовых трубопроводов

Для прокладки подземных трубопроводов из стальных труб требуется изоляция поверхности полимерными пленками, либо битумной мастикой. Стоимость полиэтиленовых труб значительно ниже изолированной стальной.

Эластичность материала

Гибкость полиэтиленовых труб упрощает строительство и позволяет отказаться от покупки отводов. Полиэтиленовые трубы обладают повышенной стойкостью к гидравлическим ударам при нормальном уплотнении грунта. Увеличение длины на 10% не изменяет выносливости трубы. Полиэтиленовые трубы обладают хорошими теплоизоляционными свойствами.

3.1.7. Требования к безопасности

Трубы из полиэтилена относят к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.005. Трубы относят к группе «горючие» по ГОСТ 12.1.044. Температура воспламенения материала труб – не ниже 300 °С.

Средства пожаротушения: распыленная вода со смачивателем, огнетушащие составы (средства), двуокись углерода, пена, огнетушащий порошок ПФ, песок, кошма.

В условиях хранения и эксплуатации трубы из полиэтилена не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают при непосредственном контакте вредного действия на организм человека, работа с ними не требует применения специальных средств индивидуальной защиты.

3.2. Трубы ПОЛИТРОН из полиэтилена ПЭ80

Полиэтиленовые трубы ПОЛИТРОН из полиэтилена ПЭ80 изготавливаются диаметром от 20 мм. Стандартное размерное отношение номинального наружного диаметра к толщине стенки: SDR 11 (SDR – стандартное размерное отношение – наружный диаметр/толщина стенки).

Технические характеристики:

- Номинальное рабочее давление до 1,25 МПа (12,5 кгс/см^2);
- Максимальная рабочая температура:
- постоянная до 40 °С, кратковременная до 80 °С;
- Плотность ПЭ80 950 кг/м^2;
- Срок эксплуатации составляет 50 лет при номинальном давлении и 20 °С.

Рис. 2.1

Трубы изготавливаются из композиции полиэтилена с термо- и светостабилизаторами.

Маркировка трубы содержит товарный знак предприятия, условное обозначение трубы, наименование материала ПЭ 80, стандартное размерное отношение SDR, наружный диаметр, толщину стенки, назначение (хозяйственно-питьевое назначение обозначается «питьевая»), обозначение стандарта, длину трубы от начала бухты.

Пример: Труба ПЭ 80 SDR 11 32х3 питьевая ГОСТ 18599–2001 55 м.

Цвет трубы: черный с синими продольными полосами.

Напорные трубы ПОЛИТРОН из полиэтилена ПЭ80, предназначены для трубопроводов, транспортирующих воду, в том числе для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также другие жидкие и газообразные вещества.

В том числе:

- Транспортировка питьевой воды, жидкостей технического назначения (растворов кислот, щелочей, солей, минеральных удобрений);
- Подземных напорных водопроводных и канализационных трубопроводов;
- Подземных самотечных трубопроводов для сточных вод, поверхностных и дренажных вод;
- Защитных футляров электрических и телекоммуникационных кабелей при подземной прокладке;
- Водоспусков под дорогами;
- Теплый пол, обогрев теплиц;
- Мелиорация;
- Системы пожаротушения;
- Гидроизоляционные оболочки для теплотрасс;
- Подводных трубопроводов и водовыпускных трубопроводов.

3.3. Монтаж трубопроводов из полиэтилена

3.3.1. Основные способы монтажа полиэтиленовых трубопроводов

Монтаж полиэтиленовых трубопроводов может осуществляться несколькими способами:

Разъемные соединения

- с помощью муфтовых фитингов компрессионного типа;
- с помощью фланцев.

Неразъемные соединения

- сварка встык с помощью специального сварочного оборудования;
- сварка с помощью муфт с закладными электронагревателями (ЗН). В технической литературе этот способ также называют электромуфтовой или электрофузионной сваркой.

Целесообразность применения того или иного способа сварки зависит от назначения трубопровода, особенностей эго эксплуатации и диаметров труб.

Рекомендуемые способы сварки полиэтиленовых труб в зависимости от их наружного диаметра приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Номинальный наружный диаметр	Разъемное соединение	Неразъемное соединение
16 – 63	Компрессионные фитинги для ПЭ труб	Фитинги с закладными нагревательными элементами Нагретым иструментом в раструб
63 – 1600	Фланцевые соединения	Нагретым иструментом в стык

3.3.2. Краткое описание способов монтажа полиэтиленовых трубопроводов

Сборка разъемных соединений с помощью компрессионных фитингов

Преимуществом данного типа соединения, является простота монтажа. Нет необходимости предварительно подготавливать трубу, не требуется специальных навыков для сборки соединений, фитинги поставляются полностью готовыми к монтажу.

Данное соединения является разборным, что позволяет при необходимости осуществить быстрый демонтаж или переделку системы. Сборка соединения может происходить практически при любых погодных условиях, в том числе при отрицательных температурах.

Фитинги рассчитаны на давление до PN16.

Конструкция компрессионного фитинга:

- Корпус (1), накидная муфта (5) и шайба (3) изготовлены из полипропилена;
- Уплотнительное кольцо (2) из каучука EPDM;
- Разрезная зажимная втулка (кольцо) (4) из белого полиацэталя.

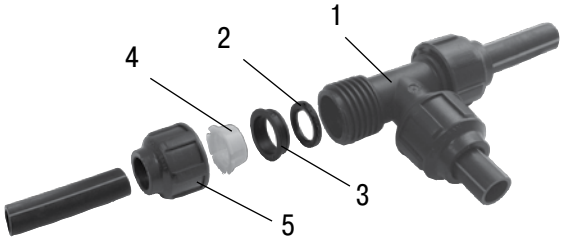


Рис. 3.1. Компрессионный фитинг

Последовательность соединения полиэтиленовой трубы и компрессионного фитинга:

1. Отрезать трубу необходимой длины с помощью резака;
2. На трубу последовательно надевается накидная муфта и разрезная зажимная втулка;
3. Вставить трубу в фитинг;
4. Вручную, без применения инструмента, затянуть накидную гайку (муфту) до упора.

При монтаже происходит опрессовка обжимного кольца на трубе, в результате получается надежное герметичное соединение. Данный тип фитингов получил название «компрессионные фитинги».

В ассортименте фитингов муфты, переходы, отводы и тройники для монтажа систем любой конфигурации. Фитинги с переходом на дюймовую резьбу позволят соединить полиэтиленовые трубы с различным оборудованием или осуществить переход на другие виды труб.

Фланцевые соединения

Фланец – деталь трубопровода, предназначенная для монтажа отдельных его частей, а также для присоединения оборудования к трубопроводу.

Монтаж фланцевого соединения более сложная операция. При монтаже металлический фланец “надевается” на трубу, затем к трубе приваривается специальный бурт под фланец с помощью сварки в стык.

Как правило, данный способ целесообразен для монтажа трубопроводов больших диаметров, свыше 110 мм. Преимущество данного способа – получение разъемного соединения, осуществление перехода с полиэтиленовой трубы на металлические трубы и оборудование.

Сварка с помощью муфт с закладными электронагревателями (электромуфтовая сварка)

Достоинство данного метода – быстрота и простота исполнения соединения.

Сварка при помощи деталей с закладными нагревателями заключается в расправлении полиэтилена на соединяемых поверхностях детали (муфты, отвода, перехода и т.д.) и труб за счет тепла, выделяемого при протекании электрического тока по заложенному в соединительную деталь электрическому нагревателю (спирали) из металлической проволоки, и последующем естественном охлаждении сварного соединения. В результате взаимопроникновения (диффузии) макромолекул полиэтилена происходит перемешивание расплавленных слоев двух контактирующих поверхностей (трубы и соединительной детали), затем при остывании образуется неразъемное сварное соединение.

Рис. 3.2. Соединение трубы с использованием муфты ЭН.

В современных системах электромуфтовой сварки, параметры сварки зашифрованы в штрих-коде, размещенном на каждой соединительной детали (фитинге). Аппарат для электромуфтовой сварки имеет специальное считывающее устройство.

Процедура сварки выглядит следующим образом:

1. Место сварки очищается от загрязнений;
2. С помощью считывающего устройства (считывающий карандаш) параметры сварки заносятся в память сварочного аппарата, достаточно провести карандашом по штрих-коду на фитинге с закладным нагревателем. Возможен ввод параметров сварки в ручном режиме.
3. К фитингу через два контакта подключается подающий ток сварочный аппарат. Закладные электроэлементы фитинга начинают нагреваться и расплавлять окружающий материал.
4. Для визуально контроля процесса сварки фитинги имею два отверстия. Процесс сварки завершен, когда расплавленный материал начинает выступать из отверстий наружу фитинга.

Процедура сварки безопасна и требует минимального пространства для производства работ.

Основной недостаток это метода – высокая стоимость деталей с закладными нагревателями, вследствие технологической сложности их производства.

Поэтому, как правило, данный способ используется при ремонтных работах и врезках в действующие трубопроводы, где он наиболее оптимален.

Сварка полиэтиленовых трубопроводов в стык

Сварка встык заключается в нагреве торцов свариваемых труб или деталей до вязкотекучего состояния полиэтилена в результате контакта с нагревателем и последующим соединением торцов под давлением после удаления нагревателя. Встык можно сваривать только трубы и фитинги одинакового диаметра и SDR, изготовленные из одной марки полиэтилена. Рекомендуемая толщина стенки трубы при стыковой сварке должна быть не менее 4,5 мм. Стыковую сварку разрешено проводить при температуре воздуха от -15°С до +45°С.

Сварка в стык – достаточно сложный технологический процесс, требующий высокой квалификации персонала и высококачественного оборудования. В месте с тем, данный способ обладает рядом несомненных преимуществ:

- Для сварки полиэтиленовых труб не требуется тяжелая техника;
- Сваривать полиэтиленовые трубы может бригада из 1 – 2 человек.
- Значительно ниже потребление электроэнергии (либо топлива) по сравнению со сваркой стальных труб. При применении так называемых “длинномерных труб” (на катушках или в бухтах) снижает количество сварных соединений в 50 – 100 раз. Все это значительно ускоряет строительство трубопровода и снижает стоимость монтажа.

Описание способа

Сварка встык – это способ, используемый для соединения труб и фитингов одного диаметра и толщины. В этом процессе свариваемые поверхности труб выравниваются таким образом, чтобы достигался идеальный контакт, затем нагреваются до температуры плавления. После этого расплавленные поверхности труб соединяются под давлением. Сварочное давление, температура и длительность регулируются таким образам, чтобы сохранить физические и химические свойства исходного материала.

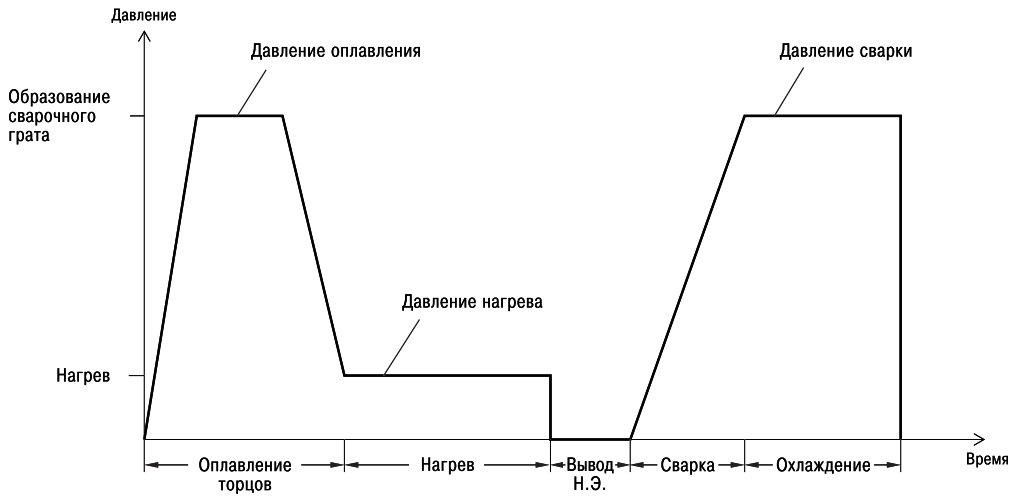


Рис. 3.2. Циклограмма процесса сварки встык нагретым инструментом.

Сварочный цикл можно разделить на следующие этапы (см рис. 3.2):

- Оплавление торцов трубы;
- Нагрев;
- Удаление нагревателя из зоны сварки;
- Сварка;
- Охлаждение.

Перед началом сварки зоны соединения труб выравниваются с помощью электроторцевателя – – инструмента для механической обработки торцов свариваемых труб. Инструмент выравнивает торцы труб под прямым углом относительно оси и удаляет все сколы и неровности сечения. Торцевание должно производиться до тех пор, пока стружка, образуемая в результате торцевания, начнет выходить непрерывной, ровной лентой. Максимальные допуски по зазорам между свариваемыми поверхностями после торцевания указаны в таблице 3.2.

Допустимая величина зазора между обработанными торцами свариваемых труб

Таблица 3.2

Наружный диаметр трубы, D мм	Ширина зазора, мм
≤ 355	0,5
400 ÷ 630	1,0
600 ÷ 800	1,3
800 ÷ 1000	1,5
> 1000	2,0

Далее свариваемые поверхности нагреваются до температуры плавления с помощью специального нагревательного элемента, как показано на рис. 3.3 и 3.4.

Во время цикла ОПЛАВЛЕНИЕ (рис. 3.3) происходит образование первичного грата.

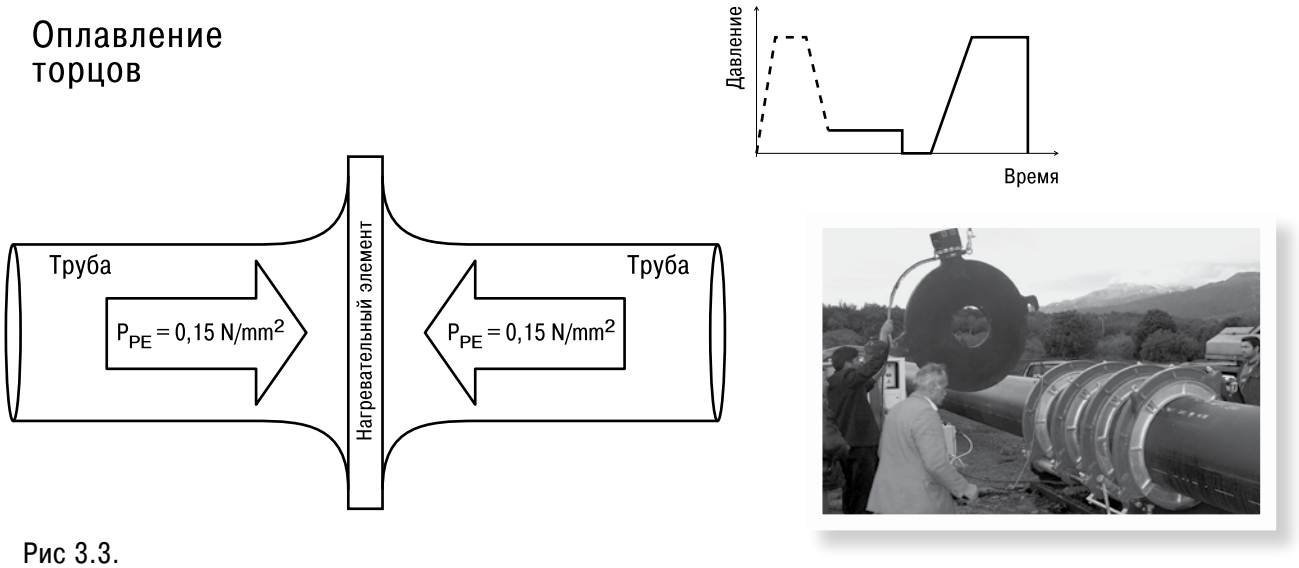


Рис 3.3.

Во время цикла НАГРЕВ (рис. 3.4) тепло распространяется вглубь материала. Давление на свариваемые части при этом близко к нулю (оно только обеспечивает контакт между торцами труб и нагревателем).

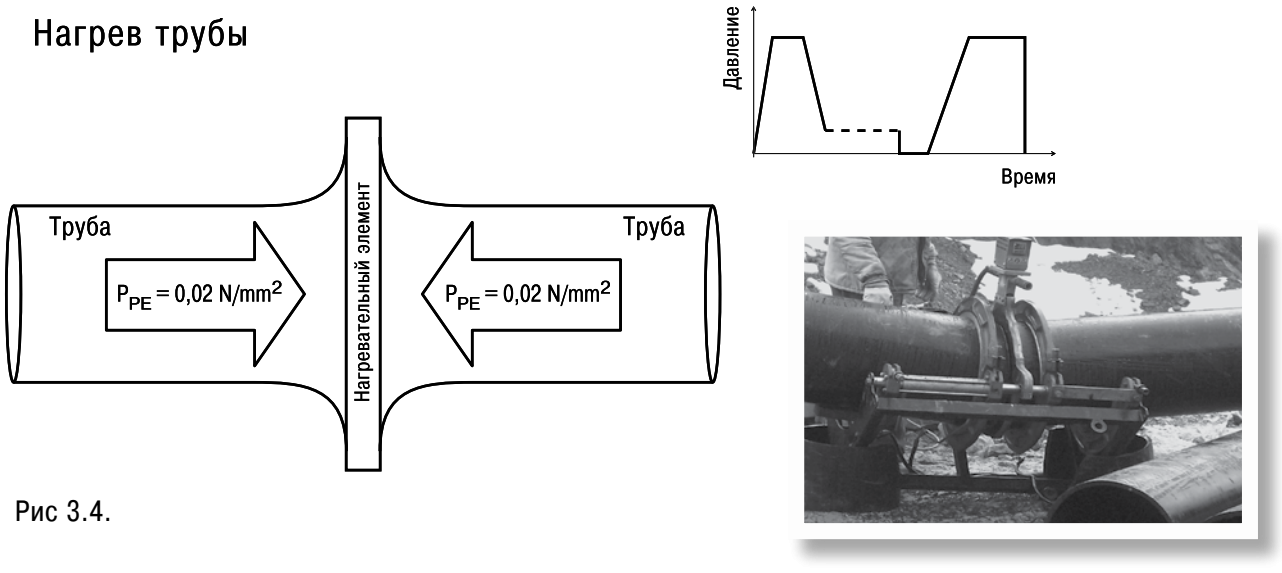


Рис 3.4.

Затем нагревательный элемент удаляется из области сварки как показано на рис. 3.5 (цикл УДАЛЕНИЕ НАГРЕВАТЕЛЯ). Нагревательный элемент необходимо удалять так, чтобы не загрязнить и не повредить нагретые для сварки поверхности трубы. Контактные поверхности нужно быстро соединить, не допуская других соприкосновений. Время перехода должно быть настолько кратким, насколько это возможно, иначе нагретые поверхности застынут, что негативно повлияет на качество сварки.

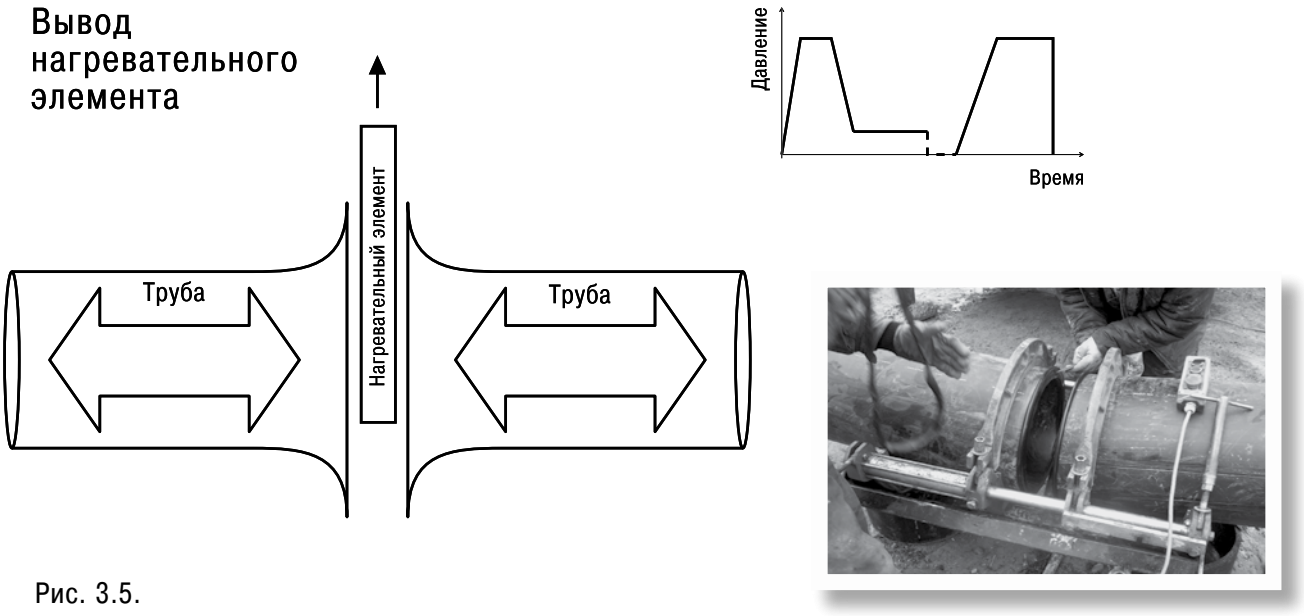


Рис. 3.5.

Во время цикла СВАРКА (рис. 3.6.) образуется окончательный грат и молекулярные связи, обеспечивающие однородность соединения. Свариваемые части трубы соединяются под давлением равным давлению цикла ОПЛАВЛЕНИЕ ТОРЦОВ, как показано на рис. 3.6.

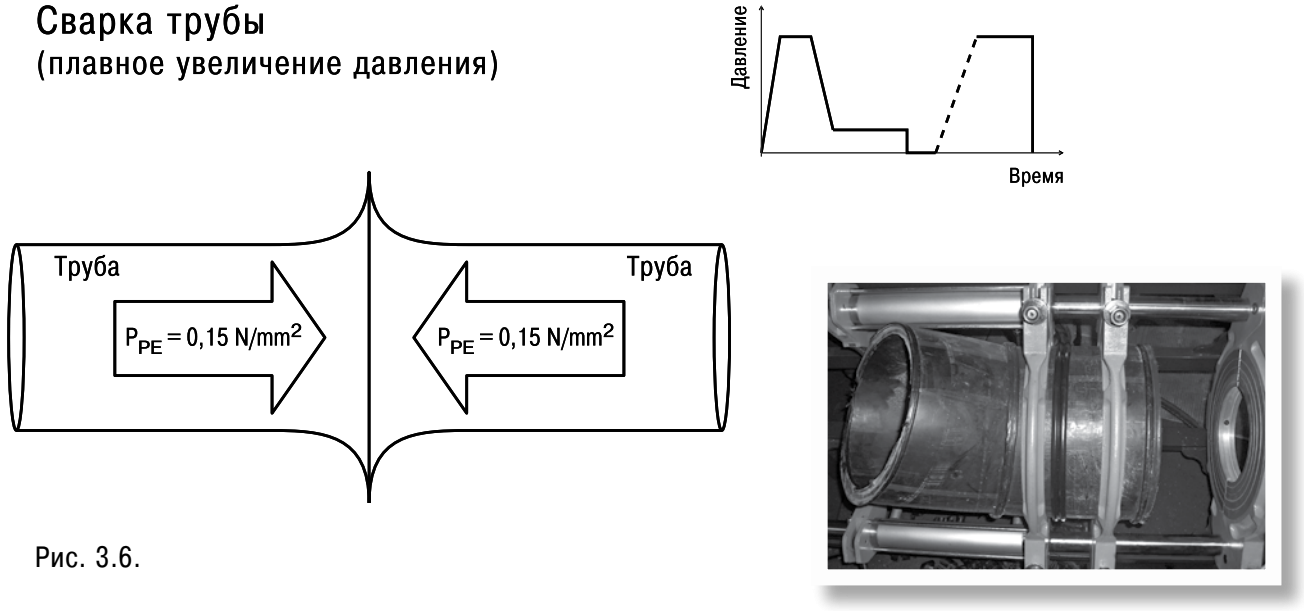
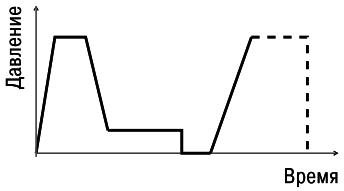


Рис. 3.6.

Во время заключительного цикла ОХЛАЖДЕНИЕ (рис. 3.7) происходит осадка стыка и стык приобретает максимальную прочность.

Охлаждение стыка



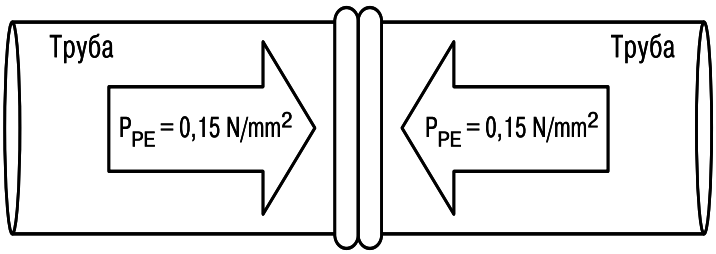


Рис. 3.7.

После соединения должен появиться симметричный буртик (см. рис. 3.7). Одинаковый размер правого и левого буртика показывает правильность сварки. Различный размер буртиков показывает различные характеристики вязкости соединяемых материалов, то есть процедура сварки произведена неверно.

Расчет параметров сварки встык

Для расчета параметров сварки необходимо обладать следующими данными:

- e – толщина трубы;
- Dn – номинальный (наружный) диаметр трубы;
- Di – внутренний диаметр (Dn – 2e);
- S – площадь сварки в мм^2, которую можно рассчитать по формуле:

$$S = \pi(Dn^2 - Di^2)/4, \text{ где } \pi = 3,142;$$

- Sc – площадь цилиндра машины в мм^2.

Также необходимо знать марку полиэтилена. Этот параметр необходим для правильного определения времени протекания циклов сварки.

Поскольку в расчетах задействован такой параметр, как площадь цилиндра машины для сварки ПЭ труб (Sc), рекомендуем использовать готовые таблицы с параметрами сварки для каждого вида и типоразмера труб. Эти таблицы обычно приводятся в инструкциях по эксплуатации машин для сварки ПЭ труб.

Приведенные ниже формулы для расчета давления циклов: ОПЛАВЛЕНИЕ СТЫКА и СВАРКА носят справочный характер.

Давление P1 : ОПЛАВЛЕНИЕ СТЫКА = 0,15 (S/Sc) × 10 (бар)
Давление P2 : НАГРЕВ = 0,02 (S/Sc) × 10 (бар)
Давление P5 : СВАРКА – ОХЛАЖДЕНИЕ = 0,15 (S/Sc) × 10 (бар)
где:
значение 0,15 для P1 и P5 является постоянной величиной, соответствующей 0,15 N/mm^2;
значение 0,02 для P2 является постоянной величиной, соответствующей 0,02 N/mm^2.

Температура нагревательного элемента во время циклов ОПЛАВЛЕНИЕ СТЫКА – НАГРЕВ должна находится в пределах от 200 °С до 220 °С.

Время сварки также рассчитывается индивидуально для каждого типоразмера труб, в зависимости от диаметра трубы и толщины стенки.

В качестве справочной информации временные параметры сварки приведены в таблице 3.3.

Рекомендуемые временные параметры при сварке ПЭ труб и фитингов встык при внешней температуре окружающей среды 20 °С и умеренном воздушном потоке

Таблица 3.3

Номинальная толщина стенки, мм	Оплавление стыка, мм	Нагрев, сек	Вывод нагревательного элемента, сек (max время)	Осадка, время процесса сварки, сек	Охлаждение стыка под давлением $P = 0,15 \pm 0,01$ N/mm^2 сек (min время)
	Оплавление стыка до образования грата $P = 0,15$ N/mm^2	Время нагрева, рассчитывается как толщ. стенки × 10. $P = 0,02$ N/mm^2			
4,5	0,5	45	5	5	6
4,5 ... 7	1,0	45 ... 70	5 ... 6	5 ... 6	6 ... 10
7 ... 12	1,5	70 ... 120	6 ... 8	6 ... 8	10 ... 16
12 ... 19	2,0	120 ... 190	8 ... 10	8 ... 11	16 ... 24
19 ... 26	2,5	190 ... 260	10 ... 12	11 ... 14	24 ... 32
26 ... 37	3,0	260 ... 370	12 ... 16	14 ... 19	32 ... 45
37 ... 50	3,5	370 ... 500	16 ... 20	19 ... 25	45 ... 60
50 ... 70	4,0	500 ... 700	20 ... 25	25 ... 35	60 ... 80

3.4. Оборудование для монтажа полиэтиленовых труб

3.4.1. Машины для стыковой сварки полиэтиленовых труб. Общее описание

Машины для стыковой сварки полиэтиленовых труб имеют несколько составных частей – независимых друг от друга и готовых к работе агрегатов.

ЦЕНТРАТОР (базовый элемент машины) – станина с четырьмя металлическими зажимами для фиксации труб и соединительных деталей. Два из них подвижны (подвижный суппорт) и два неподвижно укреплены на направляющих.

ТОРЦЕВАТЕЛЬ – дисковое устройство, снабженное электродвигателем для механической обработки (торцевания) концов свариваемых труб и соединительных деталей. Торцеватель имеет крепление к направляющим сварочного аппарата для удержания при обработке. При снятии стружки контакт между свариваемыми частями труб и торцевателем обеспечивается давлением подвижных зажимов. Микровыключатель препятствует вращению дисков вне сварочного аппарата.

Ножи (лезвия) торцевателя как правило заточены с обеих сторон. Перевернув, можно использовать их вторую режущую кромку. Чтобы не менять геометрию ножей, их не рекомендуется затачивать.

НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (СВАРОЧНОЕ ЗЕРКАЛО) – служит для нагрева и оплавления свариваемых поверхностей труб и соединительных деталей. Его стороны, контактирующие с свариваемыми поверхностями покрыты тефлоном для предотвращения прилипания полиэтилена. Нагревательный элемент снабжен встроенным термометром.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД – обеспечивает постоянный уровень давления, необходимого для работы сварочной машины с возможностью ее точной регулировки на всех стадиях процесса сварки. Давление автоматически поддерживается во время цикла ОСТЫВАНИЕ при выключенном двигателе. В машинах, предназначенных для сварки труб диаметром до 160мм, может быть применен механический привод, где давление регулируется по принципу рычага.

РЕДУКЦИОННЫЕ ВКЛАДЫШИ – набор вставных полуколец для сварки труб различного диаметра в пределах заявленных изготовителем размеров труб, свариваемых данной моделью сварочной машины. Вкладыши поставляются опционально или входят в основной комплект поставки.

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК РЕГИСТРАЦИИ (УПРАВЛЕНИЯ) – поставляется опционально для машин высокой степени автоматизации.

3.4.2. Машины PRO AQUA для стыковой сварки ПЭ труб

Как отмечалось выше качество соединения в первую очередь зависит от квалификации оператора и качества оборудования. Решением второй задачи является надежное сварочное оборудование PRO AQUA для стыковой сварки пластмассовых труб ПЭ диаметром от 40 до 500 мм и толщиной стенок от 1,8 до 70 мм.

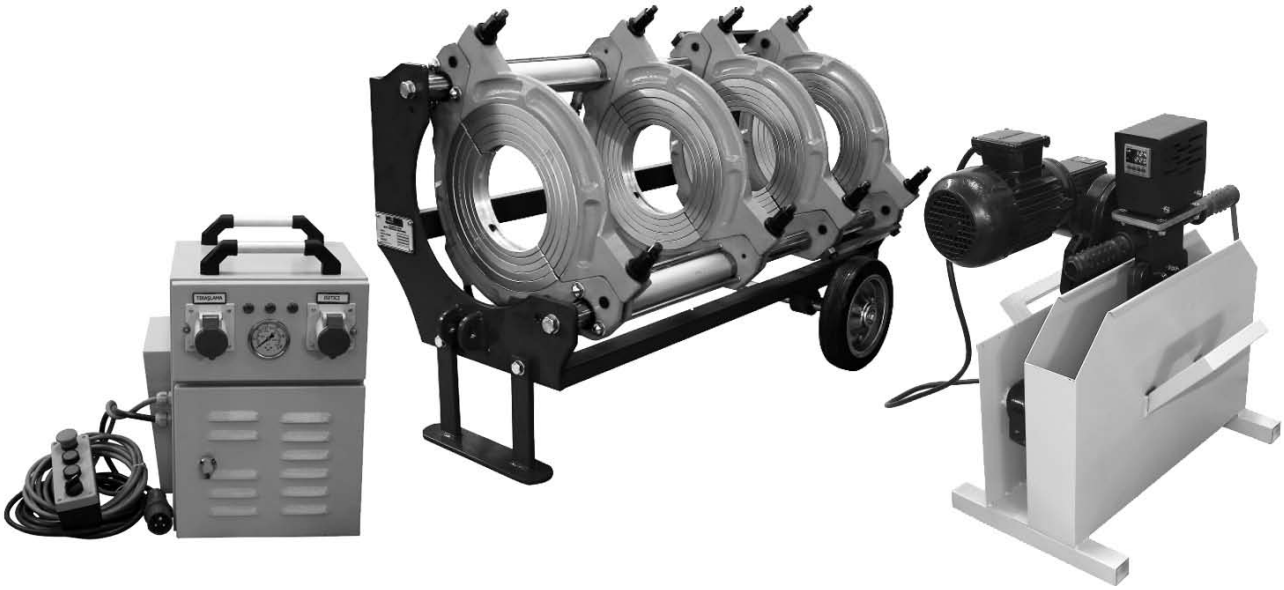


Рис. 4.1. Машины PRO AQUA.

Машины спроектированы для работы с одним оператором и представляют готовый к работе, мобильный комплект оборудования. Требуется короткое время на установку и подготовку к сварочным работам. Механизм для фиксирования частей труб позволяет точно центрировать свариваемые детали, что гарантирует высокую прочность соединений. Машины не нуждаются постоянной технической поддержке и предназначены для работы как в цехе, так и на стройплощадке.

PRO AQUA AK160

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ, ПП труб диаметром от 40 до 160 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 – 15,1 мм;
- Нагревательный элемент 220В – 1500Вт с электронным или термостатическим регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 220 В – 750 Вт;
- Механическая регулировка давления, центратор с механическим приводом;
- Используется один комплект сварочного зеркала для всего диапазона размеров свариваемых труб;
- Зажимные вкладыши: 40 – 50 – 63 – 75 – 90 – 110 – 125 – 140 – 160 мм;
- Вес аппарата 50 кг.

PRO AQUA AK250

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ труб диаметром от 75 до 250 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 – 41,5 мм;
- Нагревательный элемент 220 В – 3000 Вт с электронным регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 220 В – 750 Вт;
- Гидравлическая регулировка давления, гидравлический агрегат 220 В – 550 Вт, давление до 140 бар;
- Используется один комплект сварочного зеркала для всего диапазона размеров свариваемых труб;
- Зажимные вкладыши: 75 – 90 – 110 – 125 – 140 – 160 – 180 – 200 – 225 – 250 мм.

PRO AQUA AK315

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ труб диаметром от 90 до 315 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 – 52,3 мм;
- Нагревательный элемент 220 В – 3500 Вт с электронным регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 380 В – 750 Вт (по заказу возможно 220 В исполнение);
- Гидравлическая регулировка давления, гидравлический агрегат 380 В – 550 Вт, (по заказу возможно 220 В исполнение), давление до 140 бар;
- Зажимные вкладыши: 90 – 110 – 125 – 140 – 160 – 180 – 200 – 225 – 250 – 280 – 315 мм.

PRO AQUA AK500

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ труб диаметром от 180 до 500 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 4,4 – 66,7 мм;
- Возможность удаленного управления аппаратом;
- Нагревательный элемент 220 В – 3500 Вт с электронным регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 380 В – 750 Вт;
- Гидравлическая регулировка давления, гидравлический агрегат 380 В – 550 Вт, давление до 140 бар;
- Зажимные вкладыши: 180 – 200 – 225 – 250 – 280 – 315 – 355 – 400 – 500 мм.

3.5. Транспортировка, хранение труб и соединительных деталей из полиэтилена

Трубы можно транспортировать любым видом транспорта с закрытым или открытым кузовом (в крытых или открытых вагонах) с основанием, исключающим провисание труб, а также водным транспортом с применением несущих средств пакетирования. Концы труб должны быть защищены от попадания грязи и инородных предметов инвентарными заглушками.

При транспортировании труб в крытых вагонах масса пакета, бухты, катушки должна быть не более 1,25 т, длина отрезков труб – не более 5,5 м.

Соединительные детали рекомендуется доставлять на объекты строительства в контейнерах с надежным креплением и надписью “Не бросать”.

При транспортировании и хранении трубы и детали следует укладывать на ровную поверхность без острых выступов и неровностей во избежание ударов, механических нагрузок и нанесения царапин. Особую осторожность необходимо соблюдать при обращении с трубами и деталями при низких температурах.

При погрузочно-разгрузочных работах не допускается перемещение труб волоком.

При подъеме упаковок соединительных деталей нельзя использовать крюки. Захваты автопогрузчика должны быть закрытыми, например, обрезками полиэтиленовой трубы, но лучше использовать деревянные европоддоны.

Храниться трубы должны в горизонтальном положении на стеллажах в складских помещениях, исключающих попадание прямого и рассеянного солнечного света. Высота штабеля при хранении свыше двух месяцев не должна превышать 2 м. Условия хранения труб должны исключать возможность их механического повреждения.

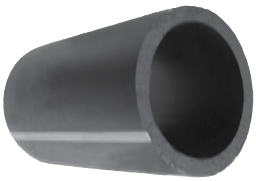
Соединительные детали хранят в закрытых складских помещениях в условиях, исключающих их деформирование, попадание масел и смазок (укладывают в полиэтиленовые мешки), не ближе 1м от нагревательных приборов, желательно на стеллажах.

Гарантийный срок хранения как водопроводных, так и газовых труб, – два года со дня изготовления. Срок хранения соединительных деталей по российским ТУ – два года со дня изготовления. Зарубежные производители допускают срок хранения деталей до четырех лет.

Номенклатура: ПЭ трубы, фитинги, инструмент

Полиэтиленовые трубы ПОЛИТРОН

Полиэтиленовая труба ПЭ 80 SDR 11/12,5 атм



Размер	Метров в бухте	Код
20 × 2,0	100	2248111002
25 × 2,3	100	2248111003
32 × 3,0	100	2248111004
40 × 3,7	100	2248111005
50 × 4,6	50	2248111006
63 × 5,8	50	2248111007

Компрессионные полипропиленовые фитинги PO–EL SAN

Муфта разъемная НР

Размер	Штук в пакете/упаковке		Код
20 × 1/2	900	50	101
20 × 3/4	800	50	113
25 × 1/2	700	25	116
25 × 3/4	650	25	102
25 × 1	600	25	114
32 × 3/4	450	25	103
32 × 1	400	25	104
32 × 1 1/4	400	25	115
40 × 1	255	15	117
40 × 1 1/2	240	15	118
40 × 1 1/4	240	15	105
50 × 1 1/2	150	10	106
50 × 2	150	10	107
63 × 2	108	6	108
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 2 (заказ)	48	4	109
90 × 3 (заказ)	28	4	110
110 × 4 (заказ)	24	2	111

Муфта соединительная разъемная

20	450	25	201
25	400	25	202
32	250	10	203
40	150	10	204
50	96	6	205
63	65	5	206

Муфта соединительная разъемная

в исполнении: черный корпус, синяя муфта

Размер	Штук в пакете/упаковке		Код
75 (заказ)	32	2	207
90 (заказ)	20	2	208
110 (заказ)	15	1	209

Муфта разъемная ВР

20 × 1/2	750	50	151
25 × 1/2	600	25	152
25 × 3/4	600	25	153
25 × 1	600	25	165
32 × 3/4	375	25	154
32 × 1	375	25	155
40 × 1	240	15	156
40 × 1 1/4	240	15	157
50 × 1 1/4	150	10	158
50 × 1 1/2	150	10	159
63 × 2	96	6	160
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 2 1/2 (заказ)	48	4	161
90 × 3 (заказ)	36	4	162
110 × 4 (заказ)	24	2	163

Заглушка

20	750	50	601
25	600	25	602
32	375	25	603
40	240	15	604
50	132	12	605
63	96	6	606
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 (заказ)	48	4	607
90 (заказ)	36	4	608
110 (заказ)	24	2	609

Тройник разъемный

Размер	Штук в пакете/упаковке		Код
20 × 20 × 20	270	15	251
25 × 25 × 25	230	10	252
32 × 32 × 32	140	5	253
40 × 40 × 40	75	5	254
50 × 50 × 50	52	4	255
63 × 63 × 63	27	3	256
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 75 × 75 (заказ)	16	1	257
90 × 90 × 90 (заказ)	10	1	258
110 × 110 × 110(заказ)	7	1	259

Тройник переходной разъемный

20 × 25 × 20	240	10	351
25 × 20 × 25	220	10	352
25 × 32 × 25	170	10	369
32 × 20 × 32	150	5	359
32 × 25 × 32	150	5	353
40 × 25 × 40	100	5	360
40 × 32 × 40	80	5	354
50 × 32 × 50	60	4	358
50 × 40 × 50	60	4	355
63 × 32 × 63	33	3	363
63 × 40 × 63	36	4	356
63 × 50 × 63	33	3	364
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 50 × 75 (заказ)	20	1	365
75 × 63 × 75 (заказ)	19	1	357
90 × 75 × 90 (заказ)	12	1	366
110 × 90 × 110 (заказ)	7	1	368

Тройник разъемный ВР

20 × 1/2 × 20	330	15	301
20 × 3/4 × 20	330	15	319
25 × 1/2 × 25	280	10	302
25 × 3/4 × 25	280	10	303
32 × 1/2 × 32	150	10	304
32 × 3/4 × 32	150	10	305
32 × 1 × 32	150	10	306
40 × 3/4 × 40	110	5	315
40 × 1 × 40	110	5	307
40 × 1 1/4 × 40	110	5	308
50 × 1 × 50	60	4	309

Размер	Штук в пакете/упаковке		Код
50 × 1 1/4 × 50	60	4	310
50 × 1 1/2 × 50	60	4	311
63 × 1 1/2 × 63	39	3	312
63 × 2 × 63	42	3	313
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 2 × 75 (заказ)	21	1	322
75 × 2 1/2 × 75 (заказ)	21	1	314
90 × 2 1/2 × 90 (заказ)	14	1	320
90 × 3 × 90 (заказ)	14	1	316
110 × 3 × 110 (заказ)	10	1	317
110 × 4 × 110 (заказ)	9	1	318

Тройник разъемный НР

20 × 1/2 × 20	375	15	275
20 × 3/4 × 20	345	15	276
25 × 1/2 × 25	290	10	277
25 × 3/4 × 25	280	10	278
32 × 3/4 × 32	170	10	279
32 × 1 × 32	170	10	280
40 × 1 × 40	110	5	281
40 × 1 1/4 × 40	110	5	282
50 × 1 1/4 × 50	64	4	283
50 × 1 1/2 × 50	64	4	284
63 × 1 1/2 × 63	45	3	285
63 × 2 × 63	33	3	286
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 2 × 75 (заказ)	21	1	288
75 × 2 1/2 × 75 (заказ)	21	1	287
90 × 2 1/2 × 90 (заказ)	14	1	289
90 × 3 × 90 (заказ)	14	1	290

Отвод разъемный

20	450	25	401
25	360	15	402
32	220	10	403
40	130	5	404
50	80	4	405
63	48	4	406
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 (заказ)	24	2	407
90 (заказ)	15	2	408
110 (заказ)	10	1	409

Отвод разъемный ВР

Размер	Штук в пакете/упаковке		Код
20 × 1/2	550	25	501
20 × 3/4	550	25	515
25 × 1/2	450	25	507
25 × 3/4	435	15	502
32 × 3/4	280	10	503
32 × 1	280	10	504
40 × 1	175	5	505
40 × 1 1/4	175	5	506
50 × 1 1/4	108	4	508
50 × 1 1/2	108	4	509
63 × 1 1/2	64	4	510
63 × 2	64	4	511
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 2 (заказ)	48	2	516
75 × 2 1/2 (заказ)		2	517
90 × 2 1/2 (заказ)	28	1	518
90 × 3 (заказ)	24	1	519

Отвод НР

20 × 1/2	700	25	451
20 × 3/4	700	25	454
25 × 1/2	480	15	455
25 × 3/4	450	15	452
25 × 1	450	15	456
32 × 3/4	300	10	457
32 × 1	300	10	453
40 × 1 1/4	180	5	459
40 × 1	180	5	458
50 × 1 1/4	116	5	460
50 × 1 1/2	112	4	461
63 × 1 1/2	112	4	462
63 × 2	64	4	463
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 2 (заказ)	32	2	464
75 × 2 1/2 (заказ)	32	2	465
90 × 2 1/2 (заказ)	21	1	466
90 × 3 (заказ)	21	1	467
110 × 4 (заказ)			469

Седло с отводом.
Крепление – болт

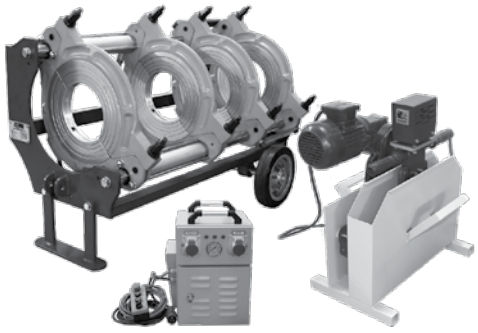
Размер	Штук в пакете/упаковке		Код
32 × 1/2	500	25	701
32 × 3/4	450	25	717
40 × 1/2	350	25	702
40 × 3/4	350	25	703
50 × 1/2	170	10	704
50 × 3/4	170	10	705
50 × 1	170	10	706
63 × 1	150	10	709

Переход разъемный

25 × 20	400	25	551
32 × 20	300	10	552
32 × 25	260	10	553
40 × 25	190	10	554
40 × 32	180	10	555
50 × 32	132	6	562
50 × 40	108	6	556
63 × 40	84	6	560
63 × 50	66	6	557
в исполнении: черный корпус, синяя муфта			
75 × 50 (заказ)	36	2	563
75 × 63 (заказ)	36	2	558
90 × 63 (заказ)	28	2	564
90 × 75 (заказ)	20	2	559
110 × 90 (заказ)	15	1	561

Сварочное оборудование PRO AQUA для стыковой сварки ПЭ труб

Сварочный аппарат для стыковой сварки труб



	Код
∅75 – 250 мм. Гидравлический привод	АК 250
∅90 – 315 мм. Гидравлический привод	АК 315
∅180 – 500 мм. Гидравлический привод	АК 500
∅40 – 160 мм. Механический привод	АК 160