



МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И МОНТАЖУ ТРУБ ELECTROSAFE
ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Настоящее пособие содержит указания и рекомендации по проектированию и монтажу труб ELECTROSAFE из термостойкого полимера для защиты кабельных линий номинальным напряжением до 500 кВ.

Выполнение рекомендаций данного пособия обеспечит соблюдение требований ГОСТ Р МЭК 61386.24-2014 и современных требований к защите электрических кабелей (контрольных и силовых) от механических воздействий и агрессивных факторов окружающей среды при нормированных динамических и статических нагрузках.

Пособие предназначено для проектных, научных, строительных и эксплуатационных организаций, специализирующихся на применении наружных кабельных системах.

Составили и подготовили:

М. Б. Назаров,

И. В. Волочай, В. Л. Глико,

Научный редактор: к.т.н. Г. Г. Хохлов

Содержание

О компании ИКАПЛАСТ	3
---------------------------	---

Раздел 1. Общая техническая информация

Назначение	4
Конструкция труб ELECTROSAFE	5
Сортамент термостойких полимерных труб.....	6

Раздел 2. Проектирование сетей электроснабжения

Физико-механические свойства труб	8
Химическая стойкость.....	8
Определение диаметров труб для прокладки кабельных линий.....	8
Тепловой расчет кабельных линий.....	9
Глубина заложения термостойких полимерных труб.....	10
Минимальный радиус изгиба термостойких полимерных труб	11

Раздел 3. Транспортирование, хранение и входной контроль термостойких полимерных труб

Размеры бухт	12
Транспортирование, хранение труб.....	13
Входной контроль труб и соединительных деталей.....	14

Раздел 4. Способы прокладки термостойких полимерных труб. Земляные работы

Открытая прокладка кабельных линий в трубах	15
Дно траншеи	15
Основание для прокладки труб, стенки траншеи	15
Обсыпка труб	16
Уплотнение грунта.....	16
Окончательная засыпка траншеи.....	17
Прокладка кабельных линий в блочных канализациях.....	17
Бестраншейные технологии прокладки термостойких полимерных трубопроводов	17

Раздел 5. Способы соединения термостойких полимерных труб. Монтажные работы

Технология получения сварных соединений	20
Организация проведения сварочных работ	22
Сварка встык. Порядок выполнения операций.....	22
Сварка деталями с закладными нагревателями. Порядок выполнения операций	25
Контроль качества сварки труб и соединительных деталей	27
Визуальный контроль стыковых соединений	29
Визуальный контроль соединений, выполненных при помощи деталей с ЗН	30
Соединительные колодцы и колодцы транспозиции экранов.....	32

О компании ИКАПЛАСТ



ИКАПЛАСТ – современное производство полимерных труб и фитингов для систем водоснабжения, водоотведения, газоснабжения и технологических трубопроводов.

Предприятие сочетает в себе высокую квалификацию технического и производственного персонала, а также опыт, наработанный в производстве полимерных труб и возможности европейского оборудования.

Для проведения испытаний сырья и готовой продукции завод располагает современной лабораторией контроля качества, где строго отслеживаются свойства исходных материалов, а также соответствие готовых труб и фитингов требованиям нормативных документов.

Специалисты ИКАПЛАСТ обеспечивают Заказчикам техническую и консультационную поддержку от проектирования до сдачи объекта, в том числе, обучение персонала заказчика.

ИКАПЛАСТ в случае необходимости предоставляет услуги в изготовлении индивидуальных изделий (колодцев, узлов, фитингов) и участвует в монтаже на объектах заказчика.



Раздел 1.

Общая техническая информация

Назначение

Трубы ELECTROSAFE предназначены для механической защиты кабельных линий при прокладке в земле. Согласно требованиям ГОСТ Р МЭК 61386.24-2014 применение термостойких полимерных труб обеспечивает выполнение современных требований к защите электрических кабелей (контрольных и силовых) от механических воздействий и агрессивных факторов окружающей среды при нормированных динамических и статических нагрузках и не требует дополнительных мер защиты кабельных линий.

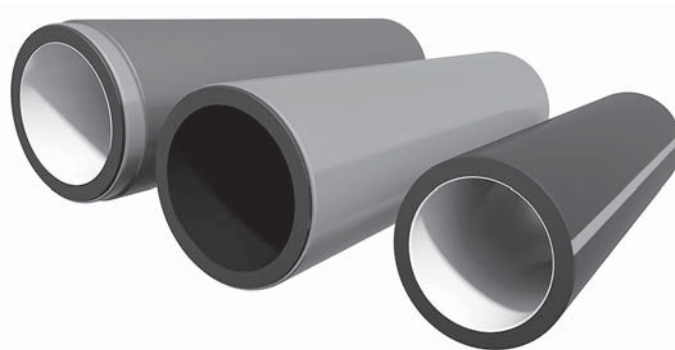
В связи с тем, что рабочая температура кабельных линий превышает допустимую температуру труб из ПЭ 100, была разработана труба из полимера в котором молекулярная архитектура спроектирована таким образом, что в нее включено достаточное количество связующих цепей, чтобы обеспечить работу при повышенных температурах. Термостойкая полимерная труба ELECTROSAFE изготавливается по ТУ 22.21.21-013-50049230-2017 с изм. 1

Трубы ELECTROSAFE применяются для устройства кабельных линий:

- силовых, высокого напряжения – от 110 кВ до 500 кВ;
- силовых, среднего и низкого напряжения – 35 кВ, 10 кВ, 6 кВ и 0,4 кВ;
- контрольных (слаботочных);
- оптических линий связи;

Трубы ELECTROSAFE применяются при прокладке кабельных линий:

- в земле при прокладке открытым способом;
- в нестабильных грунтах (подвижных, просадочных, неоднородных, насыпных);
- при строительстве блочных кабельных канализаций;
- для бестраншейных методов прокладки (прокол, горизонтально-направленного бурения);
- для защиты кабелей от динамических нагрузок при пересечении проезжих частей;
- для защиты кабелей от статических нагрузок при пересечении инженерных сетей, при пересечении фундаментов строений;
- ввода кабельных линий в здания, колодцы;
- для защиты кабелей в городских условиях, насыщенной инженерными коммуникациями;
- также могут быть проложены в зданиях, помещениях, по мостам на подвесках, опорах и кронштейнах.



Конструкция труб ELECTROSAFE

Типы труб для защиты кабеля

Однослойные трубы с защитной оболочкой и без нее, диаметры от 63 до 630 мм



Однослойная труба
ELECTROSAFE



Однослойная труба с защитной оболочкой
ELECTROSAFE PS

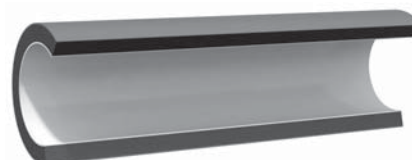
Многослойные трубы с защитной оболочкой и без нее, диаметры от 110 до 630 мм



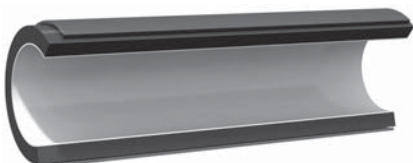
Двухслойная труба
с наружным маркерным слоем
ELECTROSAFE ML II



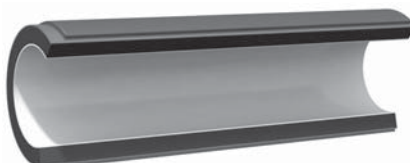
Двухслойная труба
с внутренним слоем,
не поддерживающим горение
ELECTROSAFE ML II (ПВ-0)



Трехслойная труба
с наружным маркерным
и внутренним слоем,
не поддерживающим горение
ELECTROSAFE ML III (ПВ-0)



Двухслойная труба
с защитной оболочкой
ELECTROSAFE ML II (ПВ-0) PS



Трехслойная труба
с защитной оболочкой
ELECTROSAFE ML III (ПВ-0) PS

Защитная оболочка предназначена для защиты от механических повреждений при транспортировании, монтаже и эксплуатации труб. Трубы ELECTROSAFE испытаны на механическую прочность при температурах до 110 °С и соответствующем уровне кольцевого напряжения (начального напряжения в стенке трубы).

Трубы ELECTROSAFE обладают рядом преимуществ перед трубами из традиционных материалов:

- рабочая температура до 95 °С, с кратковременным повышением до 110 °С;
- коррозионная стойкость;
- внутренний слой трубы не распространяет горение;
- возможность извлекать поврежденный кабель, для повторного использования трубы;
- высокая теплопроводность;
- срок службы не менее 50 лет;
- санитарно-гигиеническая и экологическая безопасность;
- небольшой вес труб;
- легкость транспортирования, производятся отрезками до 13 м или бухтами заказанной длины, если диаметр менее ≤ 110 мм;
- прочность сварных соединений, превосходящая прочность самих труб;
- уменьшенный радиус изгиба трубы.

Сортамент термостойких полимерных труб

Условное обозначение труб состоит из слова «Труба», обозначения ИКАПЛАСТ ELECTROSAFE с указанием типа трубы (PS, MLII, MLII ПВ-0, MLIII ПВ-0), обозначения наружного и минимального внутреннего диаметра трубы, стандартного размерного отношения SDR, номинального наружного диаметра и номинальной толщины стенки трубы в миллиметрах, номера технических условий.

Примеры условного обозначения:

Труба номинальным наружным диаметром 110 мм номинальной толщиной стенки 10 мм:
Труба ELECTROSAFE ML II 110/82 110x10,0 ТУ 22.21.21-013-50049230-2017 с изм. 1.

Цвет трубы:

- наружный слой красного цвета;
- основной слой бесцветный;
- внутренний слой любого цвета, отличающегося от цвета наружного слоя и от цвета основного слоя.

Каждый отрезок трубы имеет маркировку, которая выполняется с интервалом не более 1 м и содержит следующую информацию:

- наименование предприятия-изготовителя,
- условное обозначение изделия без слова «труба»,
- дата изготовления,
- допускается включать в маркировку дополнительную информацию, например, номер партии.



Рис. 1.1. Склад ИКАПЛАСТ

Таблица 1.3.2

Сортамент термостойких полимерных труб

Номинальный наружный диаметр, мм	Номинальная толщина защитной оболочки, не менее, мм	Расчетная масса защитной оболочки, кг/м.п	SDR 7.4		SDR 9		SDR 11		SDR 13.6		SDR 17		SDR 21		SDR 26	
			-		SN 145		SN 78		SN 42		SN 22		SN 11		SN 6	
			Толщина стенки*, мм	Масса трубы с защитной оболочкой, кг/м.п.	Толщина стенки*, мм	Масса трубы с защитной оболочкой, кг/м.п.	Толщина стенки*, мм	Масса трубы с защитной оболочкой, кг/м.п.	Толщина стенки*, мм	Масса трубы с защитной оболочкой, кг/м.п.	Толщина стенки*, мм	Масса трубы с защитной оболочкой, кг/м.п.	Толщина стенки*, мм	Масса трубы с защитной оболочкой, кг/м.п.	Толщина стенки*, мм	Масса трубы с защитной оболочкой, кг/м.п.
63	0,8	0,2	8,6	1,5	7,1	1,3	5,8	1,1	4,7	0,9	3,8	0,7	3,0	0,6	2,5	0,5
75	0,8	0,2	10,3	2,1	8,4	1,8	6,8	1,5	5,6	1,3	4,5	1,0	3,6	0,8	2,9	0,7
90	0,9	0,3	12,3	3,0	10,1	2,6	8,2	2,1	6,7	1,8	5,4	1,5	4,3	1,2	3,5	1,0
110	0,9	0,4	15,1	4,5	12,3	3,8	10,0	3,2	8,1	2,6	6,6	2,2	5,3	1,8	4,2	1,4
125	1,0	0,5	17,1	5,8	14,0	4,9	11,4	4,1	9,2	3,4	7,4	2,8	6,0	2,3	4,8	1,8
140	1,1	0,6	19,2	7,3	15,7	6,2	12,7	5,1	10,3	4,3	8,3	3,5	6,7	2,9	5,4	2,3
160	1,1	0,6	21,9	9,6	17,9	8,1	14,6	6,7	11,8	5,6	9,5	4,6	7,7	3,8	6,2	3,1
180	1,1	0,7	24,6	12,1	20,1	10,2	16,4	8,5	13,3	7,1	10,7	5,8	8,6	4,7	6,9	3,8
200	1,2	0,9	27,4	14,9	22,4	12,6	18,2	10,5	14,7	8,6	11,9	7,1	9,6	5,8	7,7	4,7
225	1,3	1,1	30,8	18,8	25,2	15,9	20,5	13,3	16,6	10,9	13,4	9,0	10,8	7,3	8,6	5,9
250	1,4	1,3	34,2	24,3	27,9	19,5	22,7	16,3	18,4	13,5	14,8	11,1	11,9	9,0	9,6	7,3
280	1,4	1,4	38,3	29,2	31,3	24,7	25,4	20,5	20,6	17,0	16,6	14,0	13,4	11,5	10,7	9,2
315	1,5	1,8	43,1	36,9	35,2	31,0	28,6	25,9	23,2	21,4	18,7	17,5	15,0	14,2	12,1	11,6
355	1,6	2,1	48,5	46,8	39,7	39,5	32,2	32,9	26,1	27,2	21,1	22,3	16,9	18,1	13,6	14,7
400	1,8	2,5	54,7	59,6	44,7	50,2	36,3	41,8	29,4	34,6	23,7	28,3	19,1	23,1	15,3	18,8
450	1,9	3,0	61,5	75,4	50,3	63,5	40,9	52,9	33,1	43,7	26,7	35,9	21,5	29,3	17,2	23,7
500	2,0	3,6	68,3	93,0	55,8	78,2	45,4	65,3	36,8	54,0	29,7	44,3	23,9	36,1	19,1	29,3
560	2,2	4,3	-	-	62,5	98,7	50,8	81,8	41,2	67,8	33,2	55,6	26,7	45,3	21,4	36,7
630	2,5	5,4	-	-	70,3	124,6	57,2	103,6	46,3	85,6	37,4	70,3	30,0	57,1	24,1	46,4

* - масса труб указана без оболочки

Трубы ELECTROSAFE комплектуются защитными воронками, заглушками на резервные трубы, кластеры и соединительными муфтами с закладными электронагревательными элементами.

Раздел 2.

Проектирование сетей электроснабжения

Физико-механические свойства труб

Трубы ELECTROSAFE соответствуют характеристикам, указанные в таблице 2.1.

Таблица 1.1.3

Показатель	Значение
Наименование материала	термостойкий полимер
с вводом модифицирующих добавок для придания особенных свойств	0,3
Плотность материала, не менее, кг/м ³	940
Коэффициент линейного теплового расширения, мм/м ³ С	1,8 · 10 ⁻⁴
Модуль упругости, МПа	≥ 1100
Теплопроводность	не менее 0,4 Вт/мК
Минимальный радиус изгиба, d	20
Температура эксплуатации, °С	≤ 95, кратковременно ≤ 110
Нормативный срок эксплуатации, лет, не менее	50
Длина труб	до Ø 110 мм — бухты или отрезки ≥ Ø 125 мм — отрезки 5 ÷ 12 м, с кратностью 0,25 м
Дополнительная комплектация	защитные заглушки для герметизации труб воронки для безопасной подачи кабеля в трубу
Пожароопасность (испытание нагретой проволокой), не менее, °С	850
Соппротивление изоляции, не менее, МОм	100
Стойкость к горению	категория ПВ-0
Соответствие нормативным документам	ТУ 22.21.21-013-50049230-2017 с изм. 1 ГОСТ Р МЭК 61386.24-2014

Химическая стойкость

Трубы ELECTROSAFE обладают высокой химической стойкостью к действию большинства агрессивных сред, под воздействием которых традиционные материалы корродируют и стареют. При нормальной, близкой к 20°С, температуре они устойчивы к действию щелочей и таких неокисляющих кислот, как соляная и фосфорная. Трубы ELECTROSAFE устойчивы к воздействию спиртов, формальдегида и сложных эфиров (этилацетата). Паро- и газопроницаемость термостойких полимерных труб незначительна.

Определение диаметров труб для прокладки кабельных линий

Основная задача прокладки кабельных линий в трубах — это обеспечивать сохранность проложенных кабелей на весь срок их эксплуатации.

При прокладке в трубах кабели, как правило, должны быть расположены или по одному трехфазному кабелю в одну трубу или в виде трех проводов (трех фаз) одной кабельной линии в одну трубу.

Прокладка разных фаз одной кабельной линии по разным трубам не рекомендуется, так как в этом случае необходимо контролировать отсутствие металлических элементов крепления между трубами разных фаз по всей трассе кабельной линии, для исключения появления электромагнитных полей и соответственно и токов в металлических элементах крепления (токов Фуко). В таких случаях требуется обеспечивать особый контроль при проходе бетонных фундаментов, так как при пересечении железобетонных изделий следует принимать во внимание стальную арматуру, чтобы между фазами одной кабельной линии не был бы сформирован электромагнитных контур.

Для силовых, контрольных кабельных линий напряжением до 1 кВ и кабелей связи следует прокладывать в трубах согласно расчету.

Расчет производится по формуле в зависимости от группы сложности прокладки (формула используется при прокладке одного кабеля в трубе, где D — наружный диаметр кабеля, $d_{вн}$ — внутренний диаметр трубы):

- Группа I. $d_{вн} \geq 1,65 \cdot D$, прямые участки 100 м.; участки 75 м. с одним поворотом 90° или двумя большими углами; участки 50 м. с двумя углами 90° или тремя большими углами; участки 40 м. с тремя углами 90° или тремя большими углами; участки 30 м. с четырьмя углами 90° или пятью большими углами;
- Группа II. $d_{вн} \geq 1,4 \cdot D$, прямые участки 75 м.; участки 50 м. с одним углом 90° или двумя большими углами; участки 30 м. с двумя углами 90° или тремя большими углами; участки 20 м. с четырьмя углами 90° или пятью большими углами;
- Группа III. $d_{вн} \geq 1,25 \cdot D$, прямые участки 50 м.; участки 30 м. с одним углом 90° или двумя большими углами; участки 20 м. с двумя углами 90° или тремя большими углами; участки 10 м. с четырьмя углами 90° или пятью большими углами.

Для силовых, контрольных кабельных линий напряжением до 1 кВ и кабелей связи в трубах провода и кабеля **допускается** прокладывать многослойное упорядоченным и произвольным (россыпью) взаимным расположением. Сумма сечений проводов и кабелей, рассчитанных по их наружным диаметрам, включая изоляцию и наружные оболочки, не должна превышать 35 % сечения короба в свету.

Для кабельных линий напряжением свыше 1 кВ:

- внутренний диаметр трубы или канала блока для прокладки одного кабеля должен быть не менее $1,5 \cdot D$, где D — наружный диаметр кабеля.
- внутренний диаметр трубы или канала блока для прокладки трех кабелей, скрепленных в треугольник не менее $3 \cdot D$, где D — наружный диаметр кабеля.
- минимальный внутренний диаметр трубы — 150 мм.

Общая длина трубы (канала блока) определяется при проектировании с учётом конструкции трассы и предельно допустимых усилий тяжения. При расчете усилий тяжения, возникающих при протяжке через трубу (канал блока), необходимо учитывать диаметр кабеля и трубы, протяженность участка и количество поворотов трассы.

Кабельные колодцы рекомендуется устраивать для деления трубы на более короткие участки, а также в местах резкого поворота трассы.

В процессе соединения труб и сборки блоков в трубы (каналы блоков) рекомендуется затягивать проволоку, которую в дальнейшем можно будет использовать для протягивания троса, предназначенного для прочистки трубы (канала) и протягивания кабеля. Протягивать кабель через трубы и каналы блоков рекомендуется по возможности плавно и без остановок.

Тепловой расчет кабельных линий

С целью определения длительно допустимых токов кабельных линий и температуры поверхности кабелей в зависимости от ряда влияющих факторов, в том числе из-за теплового экранирования термостойких полимерных труб требуется выполнить тепловой расчет.

Тепловой расчет кабельной линии следует выполнять согласно ГОСТ Р МЭК 60287-1-1-2009.

При проектировании кабельных линий следует принимать во внимание:

- снижение пропускной способности кабельных линий с однофазными кабелями 6–500 кВ из-за паразитных токов и потерь мощности в экранах;
- снижение пропускной способности кабельных линий из-за теплового экранирования термостойких полимерных труб.

Глубина заложения термостойких полимерных труб

Глубина заложения кабельных линий от планировочной отметки должна быть выбрана в соответствии с п.2.3.84 Правил устройства электроустановок (ПУЭ), а именно:

- до 20 кВ — 0,7 м, до 35 кВ — 1 м, при пересечении улиц и площадей независимо от напряжения — 1 м.
- 110 – 500 кВ должны иметь глубину заложения 1,5 м и иметь снизу подсыпку толщиной не менее 0,1 м, а сверху засыпка стабилизированным грунтом.

Допускается уменьшение глубины до 0,5 м на участках длиной до 5 м при вводе линий в здания, а также в местах пересечения их с подземными сооружениями.

При выборе глубины заложения кабельных линий напряжением 110 кВ – 500 кВ следует принимать во внимание требования стандарта ПАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.060.20.071-2011 (Силовые кабельные линии напряжением 110-500 кВ. Условия создания. Нормы и требования), в том числе:

- влияние теплопроводности и максимальную эксплуатационную температуру почвы на глубине прокладки, глубину прокладки, термически стабильное сопротивление почвы (засыпки) на глубине прокладки, термическое сопротивление почвы (при ее высушивании), структуры грунта засыпки, площадь сечения засыпки специальным грунтом на различной глубине залегания в соответствии с п. 5.1.3 СТО 56947007- 29.060.20.071 -2011 (применение поправочных коэффициентов).
- при расчетах влияния поправочных коэффициентов следует учитывать теплопроводность применяемых термостойких полимерных труб, см. Таблицу 2.1 настоящей инструкции.

Трубы ELECTROSAFE являются трубами из эластичного и упругого материала, в случае появления поверхностной нагрузки на грунт ведет себя следующим образом — см. рисунок 2.6 и 2.7.

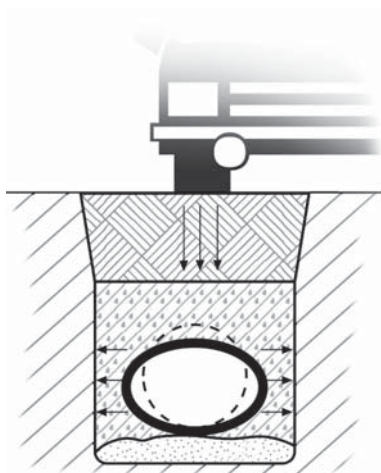


Рис. 2.6. Воздействие на полиэтиленовую трубу, ее деформация с передачей усилия на материал обсыпки

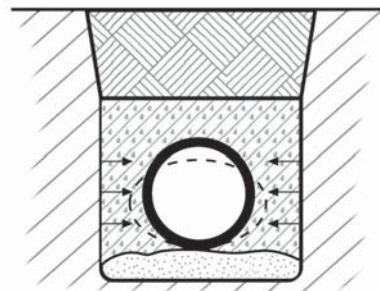


Рис. 2.7. Возвращение полиэтиленовой трубы в исходное положение благодаря ее свойствам (эластичность и упругость) и достаточному уплотнению заполняющего траншею материала

При выборе глубины заложения рекомендуется выполнить расчет воздействия на трубу таких факторов, как нагрузка на поверхность, глубина заложения трубы, свойства и качество уплотнения материала обсыпки и засыпки, наличие грунтовых вод и геологических включений. После этого можно сделать вывод о достаточности собственной кольцевой жесткости трубы для эффективного сопротивления давления, см. таблицу 2.3.

Таблица 2.3

Расчетные значения кольцевой жесткости SN, кН/м ² , в зависимости от SDR				
SDR	17	13.6	11	9
SN	22	42	78	145

Прочностной расчет термостойких полимерных труб для защиты кабелей можно выполнить по одной из трех методик:

- приложение Д СП 40-102-2000
- приложение В СП 399.1325800.2018
- с помощью программного комплекса, основанного на стандарте ATV-DVWK-A 127. «Статические расчеты для канализационных каналов и трубопроводов»

В зависимости от стандартного размерного отношения (SDR), в расчетах принимаются значения кольцевой жесткости (SN).

Трубы ELECTROSAFE производства ИКАПЛАСТ обладают значительной собственной кольцевой жесткостью, достаточной для эффективного противодействия давлению грунта. В частности, трубы с SDR17 обладают кольцевой жесткостью 22 кН/м² (22 кПа), избыточной для обычных условий эксплуатации и могут с успехом применяться в качестве защитных футляров в большинстве случаев.

Минимальный радиус изгиба термостойких полимерных труб

При проектировании необходимо учитывать минимально допустимый радиус изгиба трубы. Допустимый радиус изгиба трубы и допустимый радиус изгиба кабеля отличаются друг от друга, поэтому при трассировке кабельных линий необходимо учитывать больший из двух возможных.

В зависимости от температуры прокладки и стандартного размерного отношения (SDR) минимальные радиусы изгиба термостойких полимерных труб приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

**Минимально допустимые радиусы изгиба термостойких полимерных труб
в зависимости от наружного диаметра трубы**

Стандартное размерное отношение	Минимальные радиусы изгиба труб при температуре прокладки		
	0°C	10°C	20°C
SDR 41 SDR 33	125 d	85 d	50 d
SDR 26 SDR 21	75 d	50 d	30 d
SDR 17,6 SDR 17 SDR 13,6 SDR 11 SDR 9	50 d	35 d	20 d

Раздел 3. Транспортирование, хранение и входной контроль термостойких полимерных труб

Размеры бухт

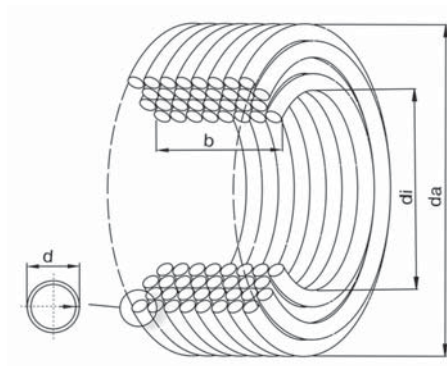


Рис. 3.1. Размеры бухт для труб ИКАПЛАСТ

Таблица 3.1

Размеры стандартных бухт для труб ИКАПЛАСТ

Номинальный наружный диаметр d, мм	Стандартная длина бухты L, м	di, мм	da, мм	Ширина бухты b, мм
20	200	600	880	290
25	200	600	950	330
32	200	650	1100	400
40	200	800	1300	500
50	200	1000	1600	500
63	200	1300	2000	620
75	200	1600	2250	800
90	200	1800	2520	800
110	200	2000	2880	900
	200	2000	2650	1200

Трубы диаметром 125-630 мм поставляются только в прямых отрезках длиной 13 м (при заказе длина может быть изменена).

Таблица 3.2

Длины нестандартных бухт

Номинальный наружный диаметр d, мм	20	25	32	40	50	63	75	90	110
L, м	100-2000	100-1200	100-800	50-550	50-400	50-350	50-700	50-550	50-350

Транспортирование, хранение труб

Трубы ELECTROSAFE и соединительные детали должны перевозиться на специально оборудованных транспортных средствах.

Трубы диаметром 125—630 можно транспортировать друг в друге. Изъятие труб, находящихся друг в друге, производится при помощи соответствующих вспомогательных средств, которые исключают повреждение труб.

При транспортировке, с целью более компактного размещения труб в транспортном средстве, допускается помещение трубы меньшего диаметра в трубу большего диаметра, если внешний диаметр одной из труб меньше внутреннего диаметра другой. Вспомогательные средства, применяемые при этой операции должны исключать повреждение труб.

Во избежание продольного перемещения, перекатывания или падения при движении трубы должны быть надежно закреплены.

Погрузку и разгрузку труб производят автомобильными кранами или вручную. При выполнении погрузочно-разгрузочных работ применяются мягкие стропы из полимерных материалов или мягкие монтажные полотенца, не оставляющие дефектов на трубах. При погрузочно-разгрузочных работах не допускается перемещение труб волоком. Недопустимо сбрасывание труб и соединительных деталей с транспортных средств, следует избегать ударов по трубам. Перекатку труб разрешается проводить только по лагам.

В связи с тем, что трубы ELECTROSAFE с понижением температуры становятся более хрупкими, транспортирование, погрузка и разгрузка труб производятся, как правило, при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20 °С.

Эти же требования относятся и на соединительные детали.

Площадка для хранения должна быть плоской, без камней и острых предметов. При складировании труб принимают меры против их самопроизвольного раскатывания.

Трубы ELECTROSAFE диаметром ≤ 110 мм поставляются в бухтах. Бухты необходимо хранить в горизонтальном положении.

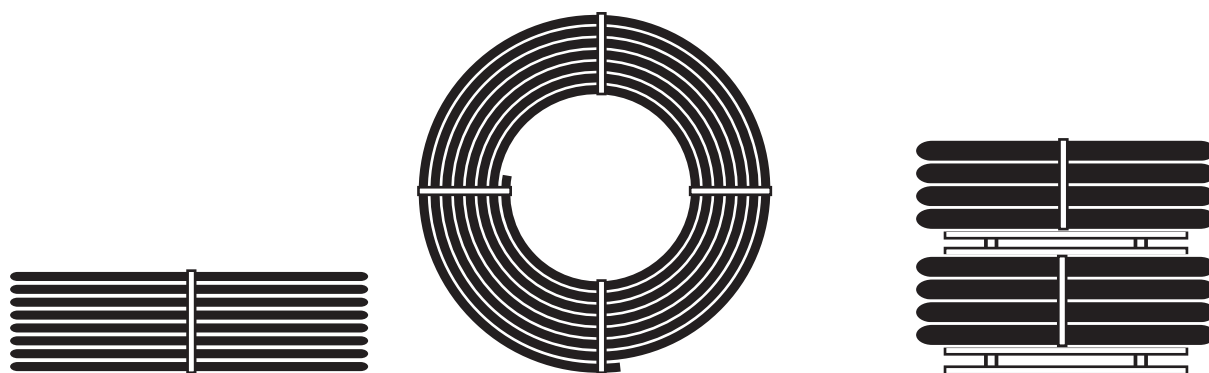


Рис. 3.2. Трубы ELECTROSAFE в бухтах, складирование бухт

Соединительные детали хранят в помещениях вместе со сварочной техникой или в закрытом кузове транспортного средства. Рекомендуется торцы труб, складироваемых на трассе строительства, закрывать от загрязнения инвентарными заглушками. Трубы и соединительные детали перед отправкой на трассу оценивают визуально на предмет отсутствия повреждений и при необходимости отбраковывают.

Трубы допускается хранить на открытом воздухе не более 6 месяцев с момента их изготовления. Высота штабеля труб в отрезках и бухтах при хранении свыше 2 месяцев не должна превышать 2 м.

При использовании труб и соединительных деталей учитывают, что общий гарантийный срок их хранения составляет два года. Если истек гарантийный срок хранения труб или соединительных деталей, оговоренный в нормативных документах, то заключение о пригодности труб или соединительных деталей для строительства трубопроводов может быть выдано либо заводом-изготовителем, либо испытательной лабораторией, аккредитованной органами Госстандарта России, после проведения комплекса испытаний, регламентированных нормативными документами на трубы или детали.

Перевозка труб, хранение и погрузочно-разгрузочные работы проводятся с соблюдением обычных мер безопасности труда.

Входной контроль труб и соединительных деталей

Входной контроль не требуется если нет сомнений в том, что продукция выпущена в соответствии с нормативно-технической документацией и это подтверждается документом о качестве (паспорт, сертификат, протокол испытаний), а условия и сроки хранения, а также условия транспортирования, установленные документацией, не нарушались.

Входной контроль требуется:

- если есть сомнения в том, что продукция выпущена в соответствии с нормативно-технической документацией;
- если есть сомнения в принадлежности труб или соединительных деталей к конкретной партии продукции;
- отсутствует паспорт качества (сертификат, протокол испытаний) завода-изготовителя либо маркировка труб;
- нарушены условия хранения или транспортирования.

Проведение входного контроля призвано установить пригодность труб и соединительных деталей для монтажа трубопровода.

Прежде всего, необходимо провести идентификацию продукции: проверить маркировку на изделиях, соответствие маркировки на продукции паспорту качества (сертификату, протоколу испытаний) завода изготовителя и соблюдение сохранности партии продукции. Затем, пользуясь нормативным документом, по которому изготовлялась и поставлялась продукция, необходимо произвести отбор проб для проведения испытаний.

Раздел 4.

Способы прокладки термостойких полимерных труб. Земляные работы

Открытая прокладка кабельных линий в трубах

Трассы кабельных линий должны выбираться с учетом наименьшего расхода кабеля и обеспечения его сохранности при механических воздействиях.

При параллельной прокладке кабельных линий расстояние по горизонтали в свету между кабелями должно быть не менее:

- 100 мм между силовыми кабелями до 10 кВ, а также между ними и контрольными кабелями;
- 250 мм между кабелями 20—35 кВ и между ними и другими кабелями;
- 500 мм между кабелями, эксплуатируемыми различными организациями, а также между силовыми кабелями и кабелями связи;

Дно траншеи

Дно траншеи должно быть выровнено, без промерзших участков, освобождено от камней и валунов. Места выемки валунов должны быть засыпаны грунтом, уплотненным до той же плотности, что и грунт основания.

В грунтах, склонных к смещению или при большой вероятности вымывания грунтовыми водами материала подсыпки и обсыпки необходимо принять соответствующие меры для сохранения грунта, окружающего трубу, в уплотненном состоянии. В частности, дно траншеи может укрепляться геотекстильным материалом.

Должно быть спланировано дно траншеи.

Рекомендуется при выполнении укладки трубы с изменением отметок залегания обеспечить равномерный уклон не менее 0,2% в сторону колодцев, без формирования контруклонов, во избежание накопления грунтовых вод в трубе.

Дно траншеи перед входными отверстиями труб должно быть ниже труб на 10 — 15 см.

Основание для прокладки труб, стенки траншеи

Нормальная толщина слоя подсыпки – 0,1 м. На скалистом грунте подсыпка устраивается в обязательном порядке. Если дно траншеи является скалистым или в дне траншеи находятся камни, величиной свыше 60 мм, необходимо увеличение подсыпки до полного выравнивания дна траншеи.

Для подсыпки используется песок. Если местный грунт соответствует требованиям, выполнение подсыпки не обязательно. Подсыпка должна быть ровной и не должна уплотняться. Уплотнению до плотности основного грунта подлежит материал, заполняющий углубления, образовавшиеся после выемки валунов и других крупных объектов.

На участках с сыпучими или влажными грунтами стенки траншеи должны быть раскреплены деревянными щитами. Высота щитов должна быть выбрана так, чтобы избежать смыва грунта во время дождя. Крепления не должны мешать работам по прокладке кабеля. Крепление стен траншеи должно также выполняться при прохождении трассы линии под проезжей частью и тротуарами, а также в местах, не допускающих разрывы траншеи с откосами (стесненные условия).

Трубы должны быть уложены прямолинейно, без отклонений от оси, прямолинейность труб и отсутствие пробок могут быть проверены при помощи просвечивания электролампой или фонарем на другой стороне перехода.

Заходы (входные отверстия) труб с внутренней стороны должны быть скругленными с радиусом не менее 5 мм и не иметь выступов, изломов, заусенцев.

После закладки труб они должны быть закрыты заглушками с обеих сторон. Перед прокладкой кабеля заглушки должны быть сняты, и должно быть проведено тампонирование труб.

Вдоль трассы должна быть заготовлена песчано-гравийная смесь для засыпки.

Обсыпка труб

Извлеченный при отрыве траншеи грунт может быть использован для выполнения частичной засыпки трубы, при условии, что в нем не содержится камней (максимально допустимый их размер – 20 мм, отдельные камни до 60 мм так же могут быть оставлены в грунте). Если извлеченный грунт не пригоден для обсыпки трубы, то для этой цели должен использоваться песок. Обсыпка должна осуществляться по всей ширине траншеи.

Уплотнение грунта

Степень уплотнения зависит от территории над трубой и должна определяться проектом, выбирается в соответствии с прочностными расчетами по СП 40-102-2000.

Чтобы избежать просадки грунта над трубой, находящейся под дорогами рекомендуется уплотнение заполнения не менее 95% модифицированной величины Проктора.

Для глубоких траншей (свыше 4 м) степень уплотнения — 90%. Для остальных случаев — 85% или согласно указаниям, данным в проекте. Трамбовку необходимо производить слоями толщиной от 0,1 до 0,3 м, утрамбовывая каждый слой. Толщина утрамбовываемых слоев зависит от оборудования и условий уплотнения, см. табл. 4.1. При выполнении этой задачи необходимо быть внимательным. Уплотнение первого слоя (до уровня оси трубы) не должно привести к ее поднятию. Трамбовку необходимо выполнять одновременно с двух сторон трубы, во избежание ее перемещения. При подсыпке грунта и засыпке следует следить, что бы грунт не содержал крупных включений. Трамбовку грунта непосредственно над трубой производят, предварительно обеспечив расстояние не менее 0,3 м до ее поверхности.

Таблица 4.1

Толщина уплотняемых слоев и количество трамбовочных проходов

Способ уплотнения	Количество проходов для достижения требуемой категории уплотнения по стандарту Проктора, %		Максимальная толщина уплотняемого слоя, м			Максимальный слой обсыпки над верхом труб до уплотнения, м
	93	88	гравий, песок	взрыхленная плотная глина	сыпучая глина	
Уплотнение ногами	-	3	0,15	0,10	0,10	0,20
Уплотнение ручным штампом, весом мин. 15 кг	3	1	0,15	0,10	0,10	0,20
Уплотнение виброштампом, не менее 70 кг	3	1	0,10	-	-	0,15
Уплотнение вибрационной плитой, не менее 50 кг	4	1	0,10	-	-	0,15
мин 100 кг	4	1	0,15	-	-	0,20
мин 200 кг	4	1	0,20	-	-	0,20
мин 400 кг	4	1	0,30	0,15	-	0,30
мин 600 кг	4	1	0,40	0,15	-	0,50

Окончательная засыпка траншеи

К окончательной засыпке траншеи можно приступать после выполнения засыпки трубопровода и трамбовки грунта. При засыпке трубопроводов над верхом трубы обязательно устройство защитного слоя из песчаного или мягкого местного грунта толщиной не менее 30 см, не содержащего твердых включений (щебня, камней, кирпичей и т.д.). Грунт не должен быть замороженным и окомкованным.

Прокладка кабельных линий в блочных канализациях

При большом количестве кабельных линий, большой концентрации сетей, на территории с уплотненной застройкой или где часто вскрытие не допустимо (площади, центральные улицы, территории уникальных объектов, или высокой стоимостью покрытий) целесообразно предусмотреть прокладку линий не в земле, а в трубных блоках – кабельной блочной канализации. Такое решение позволит уменьшить зону прокладки кабельных линий до габаритов выбранной конфигурации блоков.

Открытая прокладка кабельных линий требует постоянных вскрытий при ремонтах, замене или модернизации. При строительстве блочной канализации работы по вскрытию выполняются один раз. Кабели будут защищены от внешних воздействий грунта (агрессивность грунта, блуждающие токи) и от механических воздействий (новое строительство, ремонт сетей, находящихся в непосредственной близости).

Для изготовления кабельных блоков рекомендуется применять трубы ELECTROSAFE.

Каждый кабельный блок должен иметь до 15% резервных каналов, но не менее одного канала.

В местах, где изменяется направление трассы кабельных линий, проложенных в блоках, и в местах перехода кабелей и кабельных блоков в землю должны сооружаться кабельные колодцы, обеспечивающие удобную протяжку кабелей и удаление их из блоков. Такие колодцы должны сооружаться также на прямолинейных участках трассы на расстоянии один от другого, определяемом предельно допустимым тяжением кабелей. Кабельные блоки должны иметь уклон не менее 0,2% в сторону колодцев, с целью обеспечения стока конденсата и попавшей воды в колодцы.

Конфигурация кабельных колодцев выбирается с учетом геометрии трубного блока, характеристики местности, и его назначения. Обычно, колодцы применяются 6-ти метровые – для возможной установки соединительных муфт, и 4-х метровые.

При числе кабелей до 10 и напряжении не выше 35 кВ переход кабелей из блоков в землю допускается осуществлять без кабельных колодцев. При этом места выхода кабелей из блоков должны быть заделаны материалом, защищающим от поступления грунтовых вод в трубу – бентонитовым шнуром, бентонитовым матом и т.п.

Тип основания под блочную канализацию необходимо выбрать из условия несущей способности грунтов.

Подготовка блочной канализации:

- должна быть проверена глубина заложения блоков от планировочной отметки согласно проекту и правильность их укладки;
- заготовлены отрезки труб у края траншеи, необходимых для укладки;
- должна быть проверена чистота и соосность каналов. Не допускается наличие выступов в каналах, песка, камней, мусора, бетонной крошки;
- должны быть выполнены крышки люков колодцев, металлические лестницы или скобы для спуска в колодец.

Бестраншейные технологии прокладки термостойких полимерных трубопроводов

Бестраншейные технологии позволяют избежать затрат, связанных с раскопкой траншеи, ее засыпкой, уплотнением трамбовкой и т.п. Не требуется останавливать дорожное движение. Практически ликвидируются затраты связанные с изготовлением новых поверхностей (после засыпки открытой траншеи), временных дорог, объездов, а также другие, связанные с этим, затраты.

Трассировка планового положения закрытого прохода при пересечении сооружений метрополитена, железных и автодорог, водных препятствий, существующих коммуникаций и т.п. следует предусматривать так, чтобы угол пересечения составлял, как правило, 90°. Если это не выполнимо, то пересечения необходимо выполнить в доступных технологических коридорах при условии согласования со всеми заинтересованными инстанциями.

Участки трассы на переходах через железные и автомобильные дороги всех категорий с усовершенствованным покрытием капитального и облегченного типов, должны предусматриваться в защитном футляре.

Трасса скважины для обеспечения необходимого заглубления должна начинаться с прямолинейного участка, наклонного к горизонту под углом входа в грунт. В общем случае после прямолинейного участка должен следовать криволинейный вогнутый участок с расчетным радиусом изгиба, затем прямолинейный (горизонтальный или наклонный) участок до следующей кривой (без нарушения допустимого радиуса изгиба) и так до точки выхода по прямолинейному участку с наклоном под углом выхода к поверхности.

Углы входа скважины в грунт и выхода на поверхность в зависимости от условий строительства, вида трубопровода и используемого оборудования, как правило, принимаются в пределах от 8° до 20°.

Прокладка методом горизонтально-направленного бурения в грунте.

Метод горизонтально-направленного бурения (ГНБ) является наиболее популярным и широко применяемым. Он весьма экономичен в ситуациях, когда необходимо проложить трубы под проезжей частью, и нет возможности проводить прокладку в открытых траншеях. Метод позволяет с точностью до нескольких сантиметров прокладывать под землей трубы ELECTROSAFE длиной более 100 м и диаметром до 630 мм.

Строительство кабельных линий методом ГНБ следует выполнять прокладкой кабелей в предварительно протянутых вслед за расширителем термостойких полимерных трубах. Трубы для кабельных линий, протягиваемых в буровой канал, формируются в виде пакета. Для обеспечения регламентированных ПУЭ расстояний в свету между кабелями диаметр труб, объединяемых в одном пакете, должен составлять:

- 110 мм при прокладке кабелей связи и наружного освещения;
- 180 мм при прокладке силовых кабелей до 10 кВ и контрольных кабелей;
- от 225 до 280 мм при прокладке кабелей от 20 до 35 кВ и от 110 до 220 кВ.

Диаметр бурового канала должен превышать габариты протягиваемого пакета кабельных труб не менее чем на 20 %, см. таблицу 4.2.

Таблица 4.2

Рекомендуемые соотношения между общим числом труб-оболочек в протягиваемом пакете, количеством действующих кабелей и минимальным диаметром бурового канала

Количество одновременно затягиваемых труб диаметром 160 мм	Количество действующих кабелей (по одному в трубе)	Минимальный диаметр бурового канала, мм
2	1	380
3	2	457
4	2-3	520
5	3	620
6	4	640
7	4-5	700
8	5-6	750

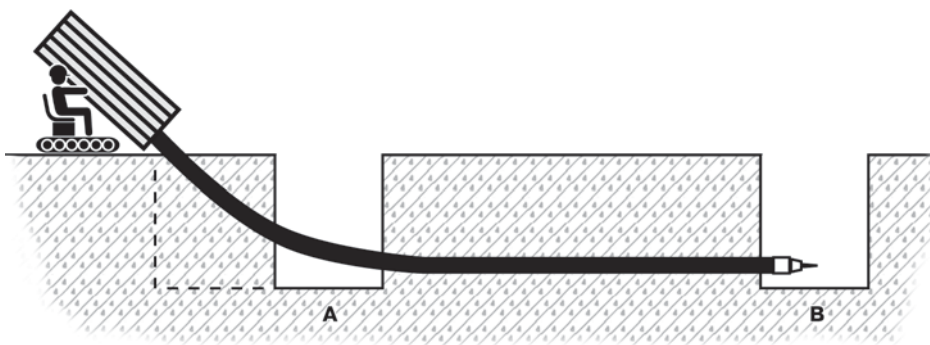


Рис. 4.1. Прокладка методом горизонтально-наклонного бурения

На первом этапе специальная бурильная установка производит бурение по заданной траектории (от отметки А к отметке В). При этом бур имеет меньший диаметр, чем предназначенная к протаскиванию труба.

На втором этапе в точке В производится подготовка к протаскиванию трубопровода: бурильная головка заменяется на головку большего диаметра, за ней прикрепляется приготовленная к протаскиванию* термостойкая полимерная труба.

На третьем этапе происходит непосредственное протаскивание трубопровода от отметки В до отметки А.

Бурильная установка втягивает термостойкую полимерную трубу в подготовленный на первом этапе канал. При этом первой идет головка, имеющая несколько больший диаметр, чем прикрепленная за ней труба.

По требованиям ПАО «Ленэнерго», при бестраншейной прокладке применяются специальные трубы ELECTROSAFE, которые не распространяют горение.

Кабельные трубы, протягиваемые пакетом, должны быть выведены на поверхность земли. Вдоль выхода труб разрабатывается шурф для стыкования кабелей перехода ГНБ с основной линией. Трубы должны обрезаться на уровне дна шурфа и закрываться водонепроницаемой манжетой. В стесненных условиях строительства допускается производить сборку трубопровода в процессе протягивания путем последовательного наращивания плети соединением секций труб. При этом необходимо предусмотреть меры по обеспечению устойчивости стенок расширенного бурового канала от обрушения при технологических перерывах в протягивании.

Подробную консультацию об особенностях применения термостойких полимерных труб для горизонтально направленного бурения можно получить у специалистов ИКАПЛАСТ.

Раздел 5.

Способы соединения термостойких полимерных труб. Монтажные работы

Важнейшим требованием, предъявляемым к соединениям, является надежность, под которой понимают их равнопрочность трубопроводу в эксплуатационных условиях.

Неразъемные соединения термостойких полимерных труб получают сваркой. Хорошая свариваемость является одним из важнейших факторов, определивших широкое применение термостойких полимерных труб.

При строительстве в основном используется сварка нагретым инструментом встык, см. рисунок 5.1.

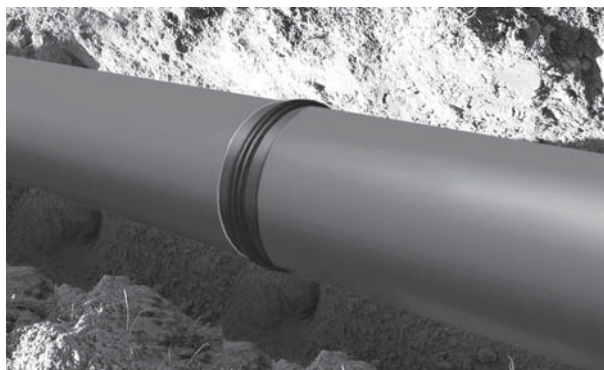


Рис. 5.1. Сварной шов после сварки встык

Качественная сварка нагретым инструментом встык обеспечивает равнопрочность сварных швов термостойких полимерных труб и характеризуется следующими показателями: сварке встык выполняется одним швом, выделение вредных газообразных продуктов разложения полимерного материала при сварке встык незначительно. Сварка встык производится с помощью специального оборудования.

В стесненных условиях, когда применение стыковой сварки невозможно, применяется сварка деталями с закладным электронагревательным элементом, см. рисунок 5.2.



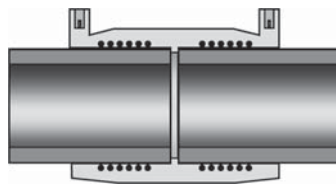
Рис. 5.2. Соединение муфтой с закладным нагревательным элементом

Технология получения сварных соединений

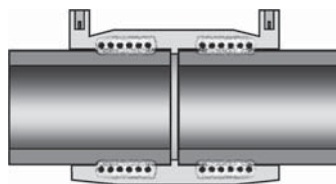
При сварке нагретым инструментом встык трубы соединяются между собой оплавленными торцами (контактная тепловая сварка). Этот способ сварки является доминирующим при соединении труб с толщиной стенки более 5 мм. Для нагрева инструмента используется электрический ток.

Важное место вслед за сваркой нагретым инструментом занимает сварка труб деталями с закладными электронагревателями, которая показала наибольшую эффективность при выполнении соединений в труднодоступных местах. При сварке деталями с закладными электронагревателями трубы соединяются между собой при помощи специальных соединительных деталей, имеющих на внутренней поверхности встроенную электрическую спираль из металлической проволоки.

Получение сварного соединения происходит в результате расплавления полимера на соединяемых поверхностях труб и деталей за счет тепла, выделяемого при протекании электрического тока по проволоке спирали. Давление в зоне сварки создается за счет теплового расширения трубы, см. рисунок 5.3 и 5.4. Цифрами «1» и «2» показаны «холодные» зоны, препятствующие вытеканию расплава из зоны сварки.

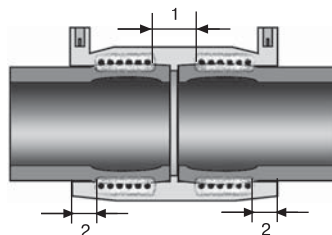


а) подготовка, установка фитинга с электронагревательными элементами

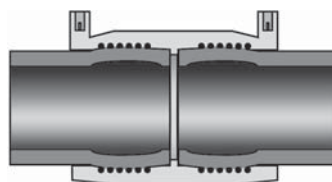


б) включение электронагревательных элементов

Рисунок 5.3. Процесс сварки муфтой с закладными нагревателями



а) сварка, «1» и «2» холодные зоны препятствующие вытеканию расплава



б) остывание, окончательный вид соединения

Рисунок 5.4. Процесс сварки муфтой с закладными нагревателями

Организация проведения сварочных работ

В период монтажа трубы периодически доставляют на объект строительства, где для них устраивают временную площадку для хранения (до постепенного использования всех труб). Рекомендуется вывозить то количество труб, которое соответствует сменной выработке. В качестве временной площадки выбирают возвышенный ровный участок, который оборудуют непрозрачным навесом или тентом для защиты труб от прямых солнечных лучей.

Перед размещением сварочного оборудования должны быть полностью закончены работы по разметке трассы. Рекомендуется провести предварительную расчистку трассы для того, чтобы образовалась спланированная полоса шириной 1,5 м для размещения сварочного оборудования. Сварочное оборудование размещают на участках, куда невозможен приток дождевых или талых вод. В случаях проведения сварочных работ вдоль автодорог вокруг места их проведения выставляются предупредительные знаки. Должно быть предусмотрено обеспечение безопасности работающих от заноса транспортных средств и воздействия выхлопов двигателей.

При размещении сварочного оборудования для стыковой сварки торцовочное устройство и нагреватель располагают в непосредственной близости от центратора со стороны, свободной от складированных труб. Во избежание загрязнений и повреждений торцеватель и нагреватель должны находиться в транспортном контейнере.

Автономный источник электроснабжения располагают на расстоянии в несколько метров с подветренной стороны. Перед началом работ принимаются необходимые меры по защите людей от поражения электрическим током (защитное заземление, разделительные трансформаторы и другие мероприятия, предусмотренные Правилами устройства электроустановок). В случае проведения сварочных работ в темное время суток организуется местное освещение. Потребность в защитных палатках, защищающих место сварки от влаги и ветра, определяется в зависимости от климатических условий (во время дождя, снегопада, тумана и при ветре свыше 10 м/с).

К производству работ по сварке и контролю за ее проведением допускаются аттестованные сварщики и специалисты сварочного производства, прошедшие специальную подготовку и аттестацию с проверкой теоретических и практических навыков и имеющие удостоверение установленной формы. Желательно, чтобы срок действия их квалификационных удостоверений перекрывал планируемый срок выполнения работ. Сведения о сварщиках и выполняемых ими работах должны ежедневно фиксироваться в журнале сварочных работ. Журнал сварочных работ является основным первичным производственным документом, отражающим технологическую последовательность, сроки, качество выполнения сварочных работ.

Сварка встык. Порядок выполнения операций

Работы по стыковой сварке должны производиться при температуре воздуха от минус 10 до + 30 °С. На приведенные температурные интервалы, как правило, рассчитаны стандартные технологические режимы сварки.

При более широком интервале температур сварочные работы следует выполнять в помещениях (укрытиях), обеспечивающих соблюдение заданного температурного интервала.

Производство сварочных работ заключается в подготовительных операциях и собственно сварке труб.

Подготовительные операции включают:

- подготовку и проверку работоспособности сварочного оборудования;
- подготовку места сварки и размещение сварочного оборудования;
- выбор необходимых параметров сварки;
- закрепление и центровку труб и деталей в зажимах центратора сварочной машины;
- механическую обработку торцов свариваемых поверхностей труб и деталей

При подготовке сварочного оборудования подбираются зажимы и вкладыши, соответствующие диаметру свариваемых труб. Вкладыши зажимов должны быть чистыми, без сколов и заусенцев, которые могли бы повредить поверхность труб. Трущиеся поверхности металлических деталей покрываются смазками по рекомендациям изготовителя. Рабочие поверхности нагревателя и инструмента для обработки полимерных труб очищаются от пыли и остатков полимера при помощи чистых и сухих хлопчатобумажных или льняных тканей (или деревянных лопаточек), а при необходимости протираются растворителями.

Очистку нагревателя от остатков налипшего полимера производят в горячем состоянии. Электрические кабели полностью разматывают и присоединяют к автономным источникам питания или электрической сети.

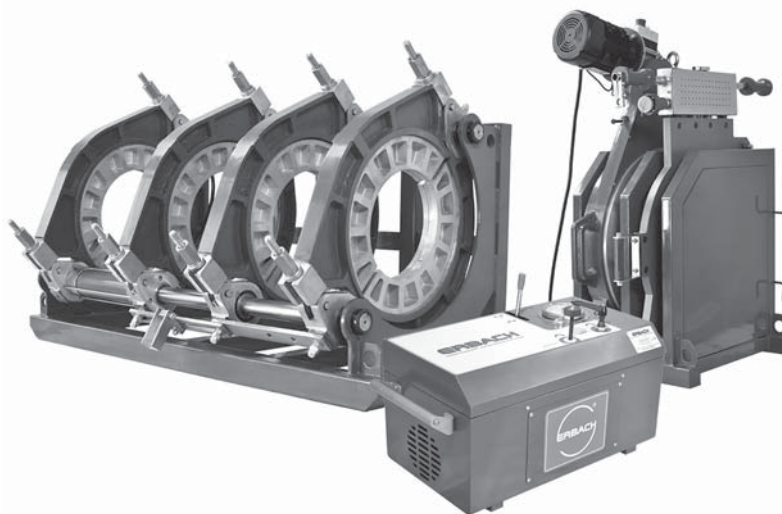


Рис. 5.5. Сварочный аппарат для сварки встык

Работоспособность оборудования определяется при визуальной проверке комплектующих узлов сварочных машин, аппаратов, приспособлений и их контрольном включении. У сварочных машин стыковой сварки проверяют плавность перемещения подвижного зажима центратора и работу торцевателя. Особое внимание уделяется визуальной проверке изоляции электрических кабелей и заземлителей. Электроагрегаты автономного электропитания должны быть заправлены топливом и проверены на исправность контрольным запуском.

Размещение сварочного оборудования должно производиться на заранее расчищенной и спланированной площадке или трассе после складирования на ней термостойких полимерных труб. При необходимости место сварки защищают от атмосферных осадков, пыли и песка при помощи тентов или палаток. В сырую и дождливую погоду можно рекомендовать устанавливать сварочное оборудование на деревянные щиты. При сварке встык свободный конец трубы или плети закрывают инвентарными заглушками для предотвращения сквозняков внутри свариваемых труб.

Основными параметрами при сварке нагретым инструментом встык являются температура нагретого инструмента, величины давления и времени.

Для машин с ручным управлением технологический параметр t_d (время нарастания давления осадки) может не нормироваться из-за сложности его реализации. Значение параметров принимается в соответствии с рекомендациями завода изготовителя сварочного оборудования. Для автоматизированных машин значения параметров, как правило, занесены в блок памяти управляющего устройства или считываются при помощи фотооптического карандаша с пластиковой карточки. Как правило, в этом случае изменение параметров или невозможно, или может производиться только после считывания блоком автоматики кода со специальной управляющей карточки («мастер-карты»).

Настройка температуры нагревателя производится с помощью поворотной кнопки на панели управления регулятора температуры. О температуре на поверхности зеркала нагревателя судят по индикаторным светодиодам, имеющим, как правило, красный и зелёный цвета. Постоянное свечение красного светодиода и мигание зеленого обозначают, что фактическая температура ниже установленной. Достижение необходимой температуры индицируется постоянным свечением зеленого светодиода. Отключение зеленого светодиода обозначает перегрев рабочих поверхностей. Прочность шва снижается как при понижении, так и при повышении температуры расплава, поэтому большинство опасных дефектов возникает именно при перегреве или недогреве торцов свариваемых труб.

Значения температуры нагрева, указанные на панели управления регулятора температуры, имеют информационный характер. Поэтому перед началом сварочных работ рекомендуется проконтролировать достигнутую температуру на поверхности зеркала нагревателя при помощи контактного цифрового термометра. При невозможности

постоянного контроля температуры зеркала нагревателя с помощью контактного цифрового термометра необходимо проводить такой контроль периодически (не реже одного раза в неделю).

Сборку свариваемых труб и деталей, включающую установку, центровку и закрепление свариваемых концов, производят в зажимах центратора сварочной машины. Рекомендуемый вылет концов труб из центратора при стыковой сварке составляет 30—50 мм (деталей с короткими хвостовиками — не менее 5 мм). Зажимы стягивают так, чтобы предотвратить проскальзывание труб при приложении к ним усилия сварки и устранить (насколько это возможно) овальность на торцах. Под свободные концы труб устанавливают опоры, чтобы выровнять их в горизонтальной плоскости. Опоры должны быть устойчивыми и предусматривать возможность необходимого перемещения трубы в горизонтальной плоскости.

Сварка труб нагретым инструментом встык ведется в следующей последовательности:

- замеряют давление (или усилие), необходимое на перемещение подвижного зажима с установленной в нем трубой (P_x);
- устанавливают между торцами труб нагретый инструмент (нагреватель), имеющий заданную температуру;
- проводят процесс оплавления, для чего прижимают торцы труб к нагревателю и создают требуемое давление $P_{оп}$ с учетом давления холостого хода ($P_{оп} + P_x$);
- выдерживают $P_{оп}$ в течение времени $t_{оп}$, необходимого для появления по всему периметру оплавляемых торцов первичного грата высотой от 0,5 до 2,0 мм;
- после появления первичного грата снижают давление до величины, соответствующей P_n с учетом давления холостого хода ($P_n + P_x$), и выдерживают его в течение времени, необходимого для прогрева торцов труб (t_n);
- По окончании процесса прогрева отводят подвижный зажим центратора на 5–6 см назад и удаляют нагреватель из зоны сварки ($t_{тп}$);
- сводят торцы труб до соприкосновения и создают требуемое давление при осадке $P_{ос}$ с учетом давления холостого хода ($P_{ос} + P_x$);
- выдерживают давление осадки в течение времени $t_{охл}$, необходимого для остывания стыка, и визуально контролируют полученное сварное соединение по размерам и конфигурации грата;
- извлекают трубы из зажимов центратора и проставляют на сварном соединении его порядковый номер краской или маркерным карандашом.

Контроль давления при сварке ведут при помощи манометра гидравлического насоса (насосной станции), контроль за временем — по секундомеру. Изменение величины давления в процессе сварки производят по циклограмме.

Время нагрева и охлаждения, а в некоторых случаях и температуру нагревателя, корректируют в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Технологическая пауза на удаление нагревателя не должна затягиваться. Если задержка все-таки возникла и температура свариваемых поверхностей упала ниже допустимой (особенно в случае неблагоприятных погодных условий), то качественная сварка станет невозможной. В этом случае необходимо повторно произвести механическую обработку и сварку.

У каждого сварного соединения должно быть нанесено обозначение (номер, клеймо) сварщика, выполнившего это соединение. Нанесение необходимой маркировки производится на сварочный грат через 20—40 секунд после начала операции осадки, когда полученное соединение находится в зажимах центратора сварочной машины. Маркировка (шифр или номер) ставится сварщиком клеймом на горячем расплаве грата в двух диаметральных точках. В случае остывшего сварочного грата возможна маркировка стыков горячим клеймом. Клеймо с определенным цифровым или буквенным шифром присваивается каждому сварщику и регистрируется в журнале производства работ.

При использовании машин с высокой и средней степенями автоматизации указанный порядок выполнения технологических операций, кроме установки (иногда выемки) нагревателя и извлечения труб из зажимов, производится автоматически по командам системы управления сварочной машины. В этом случае в задачи оператора входит ввод необходимой информации, который обычно производится при помощи фотооптического карандаша и карточки штрихового кода, и визуальный контроль за выполнением сварочных операций. Распечатка параметров сварки должна сопровождать каждый сваренный стык.

Сварка деталями с закладными нагревателями. Порядок выполнения операций

Сваркой деталями с закладными нагревателями (ЗН) соединяются трубы диаметром от 20 мм и выше, независимо от толщины стенки. При этом способе сварки работы должны производиться при температуре воздуха от минус 10 до + 30 °С. На приведенные температурные интервалы, как правило, рассчитаны стандартные технологические режимы сварки. При более широком интервале температур сварочные работы следует выполнять в помещениях (укрытиях), обеспечивающих соблюдение заданного температурного интервала.

Производство сварочных работ заключается в подготовительных операциях и собственно сварке труб и соединительных деталей. Подготовительные операции для сварки деталями с ЗН включают:

- подготовку и проверку работоспособности сварочного оборудования;
- подготовку места сварки и размещение сварочного оборудования;
- выбор необходимых параметров сварки;
- удаление оксидного слоя;
- закрепление и центровку труб и деталей в зажимах позиционера;
- протирку свариваемых поверхностей деталей с ЗН и труб.

Основными параметрами при сварке труб деталями с закладными электронагревателями являются напряжение, подаваемое на спираль детали (U_n), и временные параметры ($t_{св}$ — время сварки, в течение которого происходит разогрев ЗН и расплавление полиэтилена и $t_{охл}$ — время охлаждения полученного соединения, в течении которого происходит застывание расплава и образование сварного соединения). Значения технологических параметров зависят от вида, сортамента и изготовителя детали с ЗН и внесены в паспорт, сопровождающий деталь, выбиты на корпусе детали или записаны в виде штрих кода на этикетке, приклеенной к ее наружной поверхности.

Перед сборкой и сваркой концы труб и присоединительные части соединительных деталей тщательно очищают и протирают внутри и снаружи от всех загрязнений. Очистку производят сухими или увлажненными полотенцами (ветошью) с дальнейшей протиркой насухо. Если концы труб или деталей загрязнены смазкой, маслом или какими-либо другими жирами, их обезжиривают с помощью спирта, уайт-спирита, ацетона.

Детали с закладными электронагревателями извлекают из упаковки таким образом, чтобы пыль и грязь с упаковки не попала внутрь детали. Концы труб, подготавливаемых под сварку деталями с ЗН, проверяют, чтобы они были обрезаны ровно. Разрез трубы не под прямым углом к продольной оси может привести к тому, что нагревательный элемент частично не будет соприкасаться с трубой.

Концы труб, деформированные или имеющие глубокие (более 4–5 мм) забоины, обрезают. После отрезки концов труб производится их механическая обработка (зачистка) при помощи зачистных оправок или скребков на длину, зависящую от глубины посадки детали с целью удаления наружного слоя с загрязнениями и окисной пленки. Толщина снимаемого слоя зависит от допуска по диаметру трубы и не должна приводить к появлению недопустимых зазоров между трубой и деталью. Как правило, снимается стружка на глубину 0,1–0,2 мм. Сами детали с закладными нагревателями механической обработке не подвергаются из-за возможности повредить спираль.

При сварке труб большого диаметра так же необходимо обеспечить ненапряженное положение сопрягаемых деталей, т.е. концы труб, входящие в муфту не должны находиться под воздействием изгибающих напряжений и под действием усилий от собственного веса. При необходимости применять подставки, упоры или подходящие удерживающие приспособления. Следует соблюдать ненапряженную фиксацию сварных соединений до истечения времени остывания стыка. Напряженное положение вставленных в муфту концов труб может привести к некачественному соединению.

Центрация (ликвидация овальности) труб при сварке муфтами с ЗН производится до величины, позволяющей без чрезмерного усилия надеть муфту на конец трубы. Монтаж может осуществляться посредством равномерных по периметру торцевой части ударов пластиковым молотком. При надевании муфты на трубу с чрезмерным усилием возможно замыкание или обрыв витков спирали.

На качество сварки труб оказывает влияние и их овальность, которая может появиться от длительного хранения труб в штабелях или при их поставке в бухтах. Максимально допустимый просвет между трубой и муфтой по всему диаметру не должен превышать 3 мм. Если из-за овальности трубы зазор между отцентрованной трубой и муфтой

составляет более 3мм (разница в диаметрах > 6мм), то таким трубам в пределах зоны сварки необходимо придать круглую форму. Калибровка (устранение овальности) концов труб осуществляется сжатием труб в зажимах центра-тора или позиционера. Если используемые позиционеры не могут обеспечить выправление концов труб за счет их обжатия, используются специальные скругляющие (калибрующие) зажимы, устанавливаемые на расстоянии 15–30 мм от торцов деталей или меток на трубе. Для предварительного выправления труб особенно эффективны ручные гидравлические выравнивающие машины.

Непосредственно перед сваркой (предварительным прогревом и сваркой) труб и деталей подвергают протирке свариваемые наружные поверхности труб и внутренние поверхности деталей растворителями (спиртом или ацетоном) с целью удаления жировых пятен и поверхностных загрязнений, появившихся за период их крепления. Для обезжиривания используют бесцветные одноразовые впитывающие и бумажные салфетки без ворса. Обезжиривающая жидкость перед началом сварки должна полностью испариться.

Несмотря на возможные стесненные условия, необходимо обеспечить полную защиту сварного соединения от попадания влаги, песка и пр. Для этого после сборки соединения зазор между муфтой и трубой закрывают с помощью клейкой ленты. Перекрытие зазора во время сварки (предварительного прогрева) необходимо, так же, во избежание тепловых потерь. Для предотвращения потерь тепла заглушаются и открытые концы свариваемых труб.

Технологический процесс сварки труб с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями ведется в следующей последовательности:

- обработанные концы труб вводят внутрь соединительной детали до упора;
- закрепляют трубы вместе с соединительной деталью в специальном центрирующем и фиксирующем приспособлении (позиционере);
- подсоединяют аппарат к электрической сети или автономному электрогенератору, обеспечивающему необходимое напряжение и мощность;
- присоединяют сварочный кабель к выводам закладного нагревателя детали;
- вводят в память аппарата требуемый режим сварки (предпрогрева) и контролируют по его дисплею заданное напряжение и время;
- запускают процесс сварки (предпрогрева) нажатием кнопки «пуск» (после запуска цикла весь необходимый технологический процесс проходит в автоматическом режиме);
- контролируют визуально прохождение процесса сварки (по дисплею аппарата) и образование сварного соединения (по выдвигению индикаторов сварки);
- после окончания сварки и естественного остывания полученного соединения извлекают трубы из зажимов позиционера и проставляют на сварном соединении его порядковый номер краской или маркерным карандашом. Аналогичным способом сварное соединение маркируют, проставляя на нем номер клейма сварщика.

Параметры режимов сварки вводят в память сварочного аппарата в соответствии с принятыми для используемого типа детали принципами и возможностями самого сварочного аппарата (штриховой код, система обратной связи или ручной ввод).

Основным способом ввода информации является штриховой код, информация с которого с помощью фотооптического карандаша вводится в систему управления сварочного аппарата. Считывание производят с главного штрихового кода, расположенного в верхней части этикетки-наклейки детали с ЗН. После считывания штрих кода данные детали с ЗН должны соответствовать данным, появившимся на дисплее аппарата. Штриховой код, находящийся под главным штрих-кодом, содержит данные для обратного отслеживания изделий и при сварке изделий не используется. Штрих-код сварки нанесен на этикетке белого цвета, штрих-код предпрогрева (для муфт, имеющих этот режим) на этикетке желтого цвета.

В случае ввода параметров сварки вручную необходимо пользоваться прилагаемой к деталям с ЗН информационной карточкой, содержащей информацию о величине корректировки времени сварки в зависимости от окружающей температуры.

Информация о процессе сварки регистрируется в памяти аппарата. Распечатка протокола сварки может производиться как по окончании сварки каждого стыка, так и через определенные промежутки времени, в зависимости от объема памяти аппарата. Нагружать сваренный трубопровод внутренним давлением можно через 10–30 мин после охлаждения соединения.

Как было уже отмечено, сдавливание контактирующих поверхностей трубы и детали обеспечивается за счет теплового расширения трубы. Поэтому, подготавливая трубы к сварке, важно не только обеспечить качественную зачистку

конца трубы для удаления поверхностного окисленного и загрязненного слоя, но и обеспечить минимальный зазор между наружной поверхностью трубы и внутренней поверхностью детали. Иначе, из-за отсутствия сдавливания и необходимого течения расплава, получение качественного сварного соединения будет невозможным. Неточность подгонки свариваемых поверхностей приводит к появлению зазоров и, как следствие, к снижению прочностных характеристик соединения. На величину зазора влияет характер механической обработки (зачистки) труб, их овальность, изгиб образующей трубы и другие аналогичные факторы.

В силу этих причин, точности подгонки свариваемых изделий должно уделяться не меньше внимания, чем контролю за соблюдением параметров сварки.

Контроль качества сварки труб и соединительных деталей

К качеству сварных соединений предъявляются особые требования, целью которых является получение эксплуатационной надежности соединений, не уступающим надежности самих термостойких полимерных труб.

По своему расположению дефекты подразделяются на внешние и внутренние.

Технические требования к контролю качества и методы испытаний различаются в зависимости от способа получения выполненных сварных соединений: одни — для сварки нагретым инструментом встык и другие — для сварки при помощи деталей с закладными электронагревателями.

В зависимости от воздействия на материал сварного соединения, используемые для оценки качества сварных соединений методы контроля подразделяются на разрушающие и неразрушающие. Кроме этого, методы контроля подразделяются на обязательные (экспресс-методы), проводимые при строительстве лабораториями строительно-монтажных организаций и специальные, которые рекомендуются к использованию отраслевыми испытательными центрами в случае необходимости подтверждения результатов экспресс методов, проведения углубленных исследований и других целей. Перечень обязательных и специальных методов контроля для различных способов сварки приведен в таблице 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1

Перечень обязательных методов испытаний (экспресс-методов)

Методы испытаний	Способ сварки	
	Нагретым инструментом встык	Детальями с ЗН
1. Визуальный контроль	+	+
2. Испытание на осевое растяжение (максимальное удлинение при разрыве)	+	
3. Ультразвуковой контроль	+	
4. Испытание на сплющивание		+
5. Испытание на отрыв		+

Таблица 5.2

Перечень специальных методов испытаний

Методы испытаний	Способ сварки	
	Нагретым инструментом встык	Детальями с ЗН
1. Испытание на статический изгиб	+	-
2. Испытание на длительное растяжение	+	
3. Испытание на стойкость к удару	-	+

В условиях строительного производства используются только экспресс-методы, которые могут быть технически легко реализованы с использованием широко распространенного испытательного оборудования (разрывных машин, приборов УЗК и пр.). Для оценки швов экспресс-методами необходимы относительно небольшие промежутки времени (от нескольких минут до нескольких часов), в отличие от специальных методов, которые направлены в основном на определение длительной прочности образцов сварных соединений и на проведение которых требуются десятки, а иногда и сотни часов.

Требования и особенности применения экспресс-методов контроля сварных соединений включают:

- визуальный контроль, которому подвергаются соединения, выполненные любым способом сварки и проводимые путем поиска внешних признаков дефектов. Виды дефектов, выявляемых визуальным контролем приведены ниже в данном разделе;
- испытание на осевое растяжение (относительное удлинение при разрыве), используемое для соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом встык, и характеризующее качество шва по типу разрушения;
- ультразвуковой контроль (УЗК) стыковых соединений, позволяющий выявлять внутренние скрытые дефекты типа газовых пор, несплошностей и посторонних включений;
- испытание на сплющивание, применяемое для соединений, полученных при помощи деталей муфтового типа с закладными нагревателями, при котором определяется процент декогезии (отрыва) сварного шва;
- испытание на отрыв, которому подвергают сварные соединения труб и седловых отводов с закладными нагревателями и при котором определяется характер разрушения.

Для предупреждения и выявления дефектов при сооружении трубопроводов реализуется системный подход к проведению контроля качества сварных соединений с использованием методов, включенных в перечень обязательных методик контроля. В процессе строительства осуществляют входной, операционный и приемочный производственный контроль, а также контроль и приемку выполненных работ и законченных строительством объектов заказчиком.

Входной контроль заключается в оценке поступающих на объект строительства материалов: труб, соединительных деталей и других изделий. При входном контроле материалов следует проверить внешним осмотром соответствие их требованиям стандартов или других нормативных сопроводительных документов.

Операционный контроль проводится при сборке и сварке трубопроводов. Операционный контроль должен осуществляться в ходе выполнения производственных операций и обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению.

Под операционным понимается контроль, осуществляемый на этапе строительства трубопровода непосредственными исполнителями работ (сварщиком и мастером, ведущим журнал производственных работ) в процессе выполнения всей цепочки технологических операций, предусмотренной технологией получения сварного соединения. При операционном контроле, в частности, проводят проверку качества подготовки труб под сборку и сварку, контроль технологического режима сварки. Качество сварных соединений при операционном контроле контролируется внешним осмотром и измерениями производителем работ (мастером) с участием, при необходимости, строительной лаборатории.

При операционном контроле проводится также изготовление и испытание пробных (допускных) стыков, являющееся важнейшей мерой по предупреждению появления дефектов. Эти испытания (иногда называемые предупредительным контролем) проводятся на стадии подготовки к строительству. Качество пробных стыков оценивается визуальным контролем и механическими испытаниями с привлечением строительной лаборатории. Этот тип операционного контроля рекомендуется к регулярному применению Заказчиком и обеспечивает, как минимум, максимальную ответственность Подрядчика при выполнении им комплекса работ по сварке. Сварку пробных стыков осуществляют в условиях, приближенных к условиям строительной площадки. Пробные стыки изготавливаются из отрезков термостойких полимерных труб длиной не менее 300 мм, сваренных между собой при помощи нагретого инструмента встык или муфт с закладными нагревателями.

Для пробных стыков, сваренных между собой муфтами с закладными нагревателями, рекомендуется использовать трубы из одной группы. Количество пробных стыков рекомендуется до 3 шт.



Рис. 5.6. Испытания стыковых сварных соединений в лаборатории ИКАПЛАСТ

Приемочный производственный контроль—ключительный этап комплекса мероприятий по обеспечению качества сооружаемых трубопроводов. Он заключается в проверке качества выполненных строительно-монтажных работ, а также ответственных конструкций. Для термостойких полимерных труб приемочный контроль кроме проверки соответствия трубопровода требованиям проекта, предусматривает проведение неразрушающего контроля сварных соединений.

Визуальный контроль стыковых соединений

Визуальный контроль сварных соединений и измерительный контроль геометрических параметров должны производиться на всех сварных соединениях.

Таблица 5.3

Параметры наружного грата

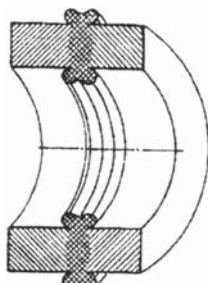
Фактическая толщина стенки трубы, мм	Высота грата V, мм		Ширина грата B, мм	
	мин.	макс.	мин.	макс.
до 5	1,5	2,5	3	6
5—7	1,5	3,5	4	7,5
7—10	2	4,5	5,5	10
10—13	2,5	5	6,5	13
13—16	3	5,5	9	16,5
16—20	3,5	6,5	11	21
20—25	4,5	8	14	25
25—30	5	10	17	28
30—35	5,5	11	18	30
35—40	6	12	19	32
40—50	6,5	13	20	34
50—60	7	14	21	36
60—70	8	15	22	37
70—85	8,5	16	23	38

Внешний вид сварных соединений, выполненных сваркой нагретым инструментом встык, должен отвечать следующим требованиям:

- размеры валиков наружного грата швов в зависимости от толщины стенки свариваемых труб (деталей) должны соответствовать таблице 5.3;
- валики сварного шва должны быть симметрично и равномерно распределены по окружности сваренных труб;
- смещение наружных кромок свариваемых заготовок не должно превышать 10% от толщины стенки трубы (детали);
- впадина между валиками грата (А — линия сплавления наружных поверхностей валиков грата) не должна находиться ниже наружной поверхности труб (деталей);
- симметричность шва (отношение ширины наружных валиков грата к общей ширине грата) должна быть в пределах 0,3–0,7 в любой точке шва. При сварке труб с соединительными деталями это отношение допускается в пределах 0,2–0,8;
- цвет валиков должен быть одного цвета с трубой и не иметь трещин, пор и инородных включений;
- угол излома сваренных труб не должен превышать величины в 5°.

Таблица 5.3

Критерии оценки сварных стыковых соединений внешним осмотром

Краткое описание	Возможная причина возникновения
<p>1. Хороший шов с гладкими и симметричными валиками грата округлой формы</p> <p>Критерии оценки: Размеры наружного грата и внешний вид шва соответствуют требованиям таблицы 5.3</p>	<p>Соблюдение всех технологических параметров сварки в пределах нормы</p> 

Визуальный контроль соединений, выполненных при помощи деталей с ЗН

Для соединений, выполненных при помощи деталей (фитингов) с закладными электронагревателями, к экспресс-методам контроля относят визуальный контроль, которым подвергаются все соединения.

Внешний вид соединений должен отвечать следующим требованиям:

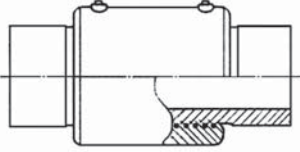
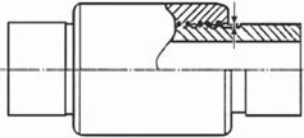
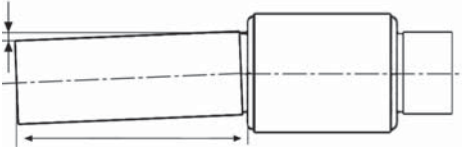
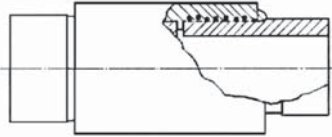
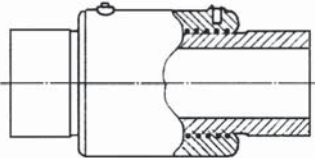
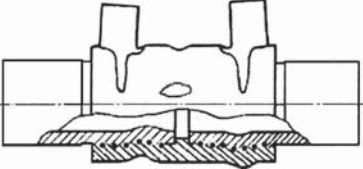
- трубы за пределами соединительной детали должны иметь следы механической обработки (зачистки);
- индикаторы сварки деталей должны находиться в выдвинутом положении;
- угол излома сваренных труб или трубы и соединительной детали не должен превышать 5°.

Визуальный контроль соединений, выполненный деталями с закладными нагревателями, часто дает информацию о том: был проведен процесс сварки или нет. Об этом судят по положению индикаторов сварки. Поскольку поверхность контакта скрыта от глаз наблюдателя поверхностью детали, судить по внешним признакам о том, как протекали процессы формирования сварного соединения, достаточно сложно. Поэтому внешний вид поверхности детали лишь в редких случаях является достаточным признаком для отбраковки сварного шва. Характеристиками наличия дефекта может стать деформированная поверхность детали или видимое появление расплава в зоне соприкосновения.

Критерии оценки внешнего вида соединений, выполненных при помощи деталей с закладными нагревателями, приведены в таблице 5.5. Результаты внешнего осмотра считают положительными, если соединения отвечают всем требованиям, предъявляемым к внешнему виду и критериям оценки дефектов.

Таблица 5.4

Критерии оценки деталей муфтового типа внешним осмотром

Краткое описание	Возможная причина возникновения
<p>1. Хорошее соединение, деталь плотно охватывает концы свариваемых труб, индикаторы сварки выступают над поверхностью детали</p> <p>Критерии оценки: Гладкая поверхность детали без видимых зазоров</p>	<p>Соблюдение технологических операций и параметров сварки в пределах нормы</p> 
<p>2. Брак. Зазор между обхватываемой частью детали и трубой</p> <p>Критерии оценки: Более 0,5 мм</p>	<p>Чрезмерная обработка поверхности трубы или овальность трубы</p> 
<p>3. Брак. Непараллельность (искривление осей трубы и детали)</p> <p>Критерии оценки: Более 2,0 мм на длине $L=3d$</p>	<p>Недостаточное заглабление концов труб вовнутрь детали или деформация соединения до его остывания</p> 
<p>4. Брак. Частичное появление расплава полимера по торцам детали</p> <p>Критерии оценки: Не допускается</p>	<p>Сдвиг трубы в процессе сварки или смещения спирали</p> 
<p>5. Брак. Индикаторы сварки в исходном положении</p> <p>Критерии оценки: Не допускается</p>	<p>Недостаточное время сварки или недостаточное напряжение, подаваемое на спираль детали</p> 
<p>6. Брак. Местное расплавление поверхности детали</p> <p>Критерии оценки: Не допускается</p>	<p>Чрезмерное время нагрева или напряжение питания</p> 

Соединительные колодцы и колодцы транспозиции экранов

При строительстве кабельных линий классов номинального напряжения от 6 до 500 кВ, выполненных однофазными кабелями, в ряде случаев приходится обустройства транспозицию экранов. Транспозиция экранов кабельной линии, проложенной в грунте, выполняется в коробках транспозиции, размещаемых в колодцах транспозиции.

Колодцы транспозиции должны обладать следующими важными свойствами:

- механическая прочность в условиях давления грунта и транспорта;
- герметичность (защита от проникновения дождевой и грунтовой воды);
- электробезопасность для персонала и сторонних лиц;
- стойкость к воздействию агрессивной среды, дорожных реагентов;
- горючесть ПВ-0 по ГОСТ Р 28157-89;
- сохранение всех свойств на протяжении срока службы кабельной линии.

В наибольшей степени указанным требованиям удовлетворяют полимерные кабельные колодцы транспозиции полной заводской готовности, которые по всем параметрам превосходят традиционные железобетонные колодцы, в том числе по герметичности и долговечности.

Применение полимерных колодцев позволяет повысить электробезопасность людей при их нахождении вблизи колодца или внутри. В настоящее время для железобетонного колодца требуется сопротивление заземления 0,5 Ом, которое так и остается на бумаге, а на объекте монтажникам удастся достичь лишь 4–6 Ом, чего не всегда достаточно для защиты людей от поражения шаговым напряжением или напряжением прикосновения.

Для полимерного колодца будет достаточно иметь легко достигаемое сопротивление заземления 10–20 Ом.

ИКАПЛАСТ производит колодцы из ротоформированных элементов с диаметром шахты 1000 и 1500 мм. Также ИКАПЛАСТ производит сварные колодцы диаметром до 2500 мм.

Типовая конструкция колодцев ИКАПЛАСТ с диаметром шахты 1500 мм представлена на рисунке 5.5 и состоит из следующих элементов:

- Телескопический удлинитель
- Уплотнительная манжета
- Конус d1000 мм
- Конус-переход d1500 мм
- Шахта d1500
- Усиленное дно

Преимущества колодцев ИКАПЛАСТ:

- низкий вес по сравнению с колодцами из железобетона, снижение расходов на логистику и монтаж;
- 100% герметичность, отсутствие инфильтрации;
- система не зарастает, снижение расходов на эксплуатацию;
- простота и скорость подключения труб к полимерному колодцу;
- срок службы не менее 50 лет;
- поставляется в виде готового изделия;
- не требует дополнительных расходов на монтаж;
- возможность поставки в виде разъемных изделий по требованию заказчика.

1. Колодец кабельный полимерный
2. Соединительный патрубок колодца из труб термостойких полимерных
3. Муфта соединительная с закладными электронагревателями
4. Труба термостойкая полимерная

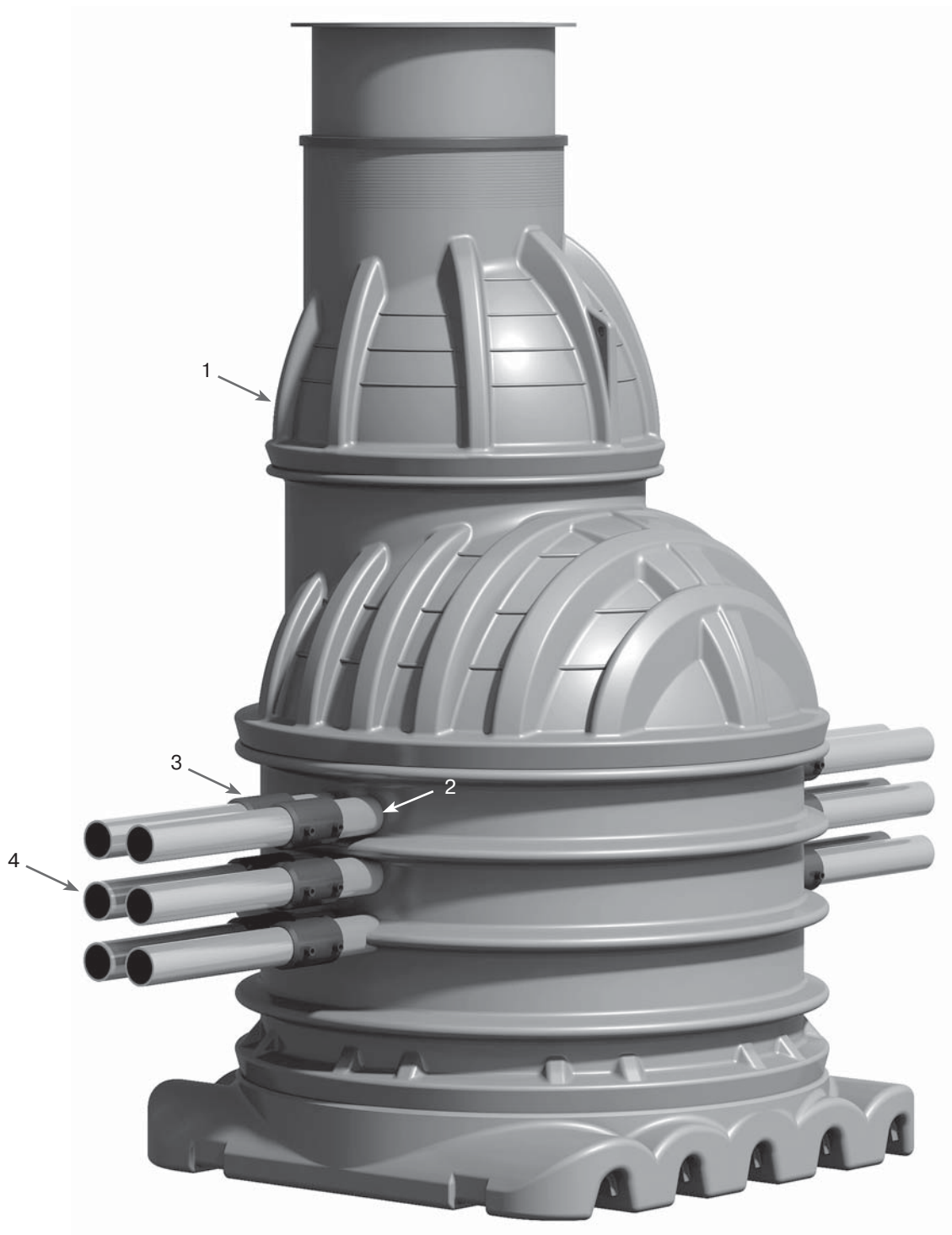


Рис. 5.5. Присоединение термостойких полимерных труб к полимерному кабельному колодцу с помощью муфт с ЗН

1. Колодец кабельный
2. Герметизация бетонным раствором
3. Муфта защитная для перехода полимерных труб через стенку бетонного колодца
4. Труба термостойкая полимерная

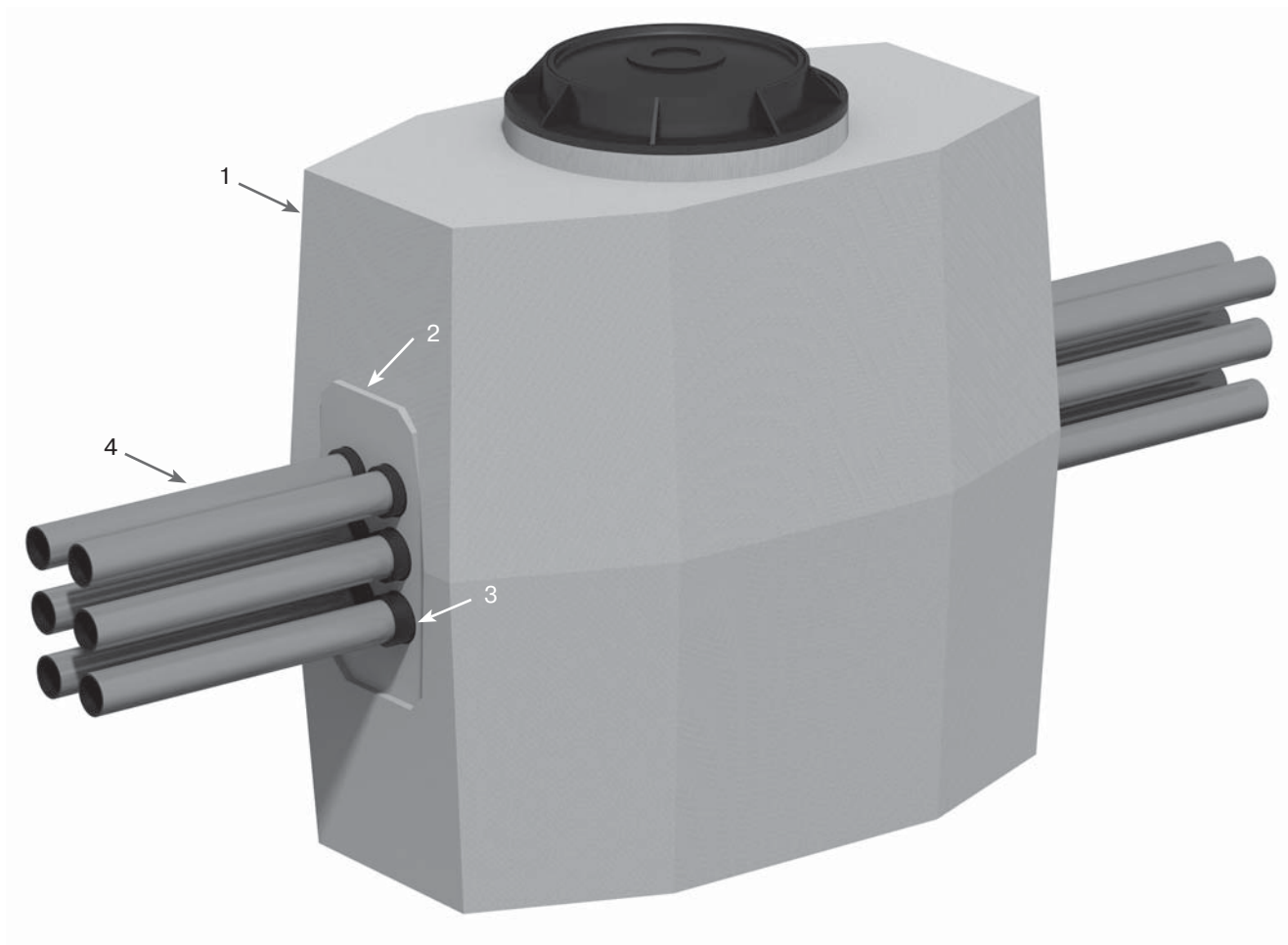


Рис. 5.6. Вариант исполнения узла присоединения термостойких полимерных труб к ж/б колодцу с использованием защитных муфт для прохода полимерных трубопроводов через стенку бетонного колодца

1. Бетонная стена
2. Центрирующее кольцо
3. Кольцевой уплотнитель
4. Труба термостойкая полимерная

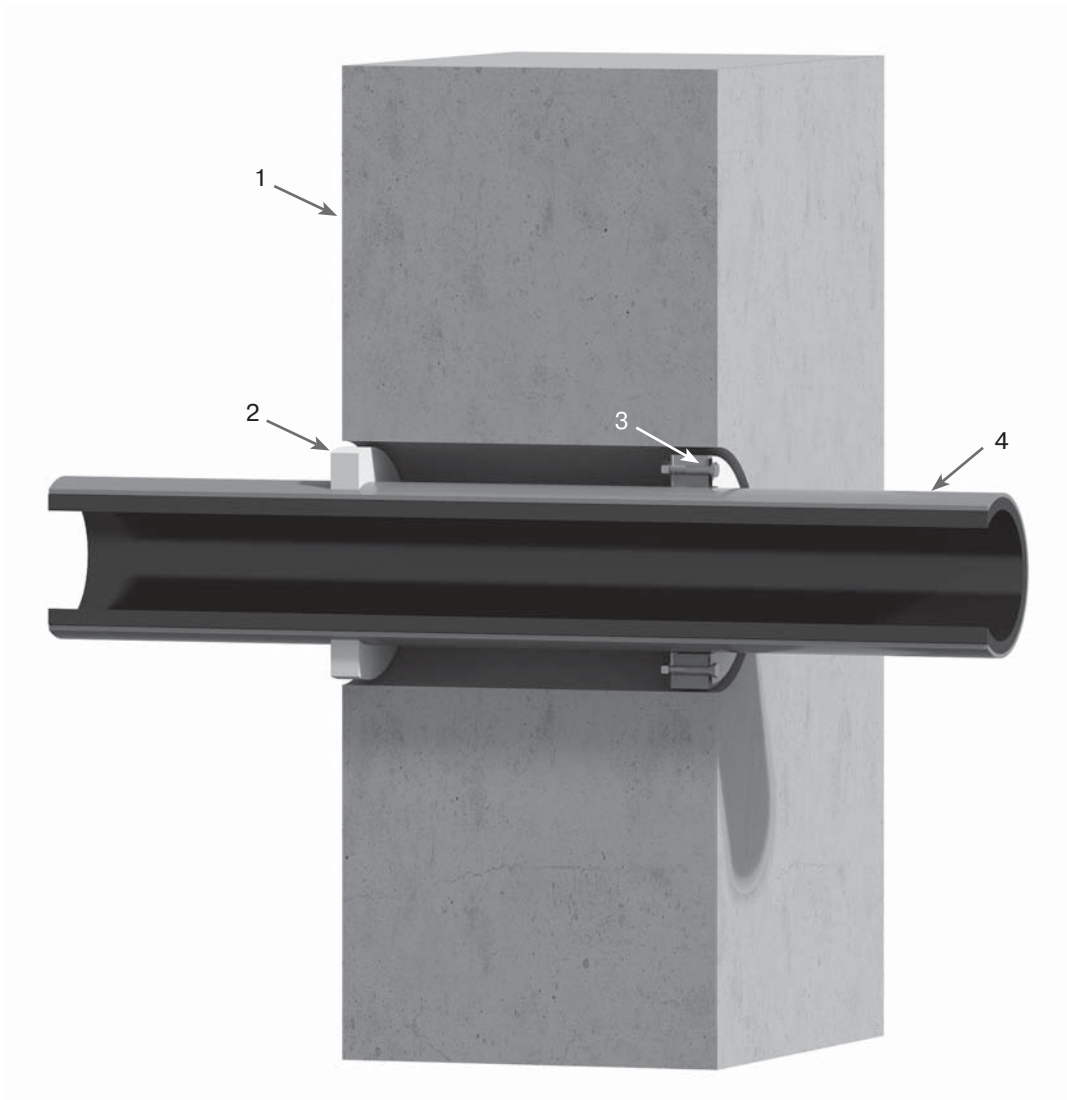
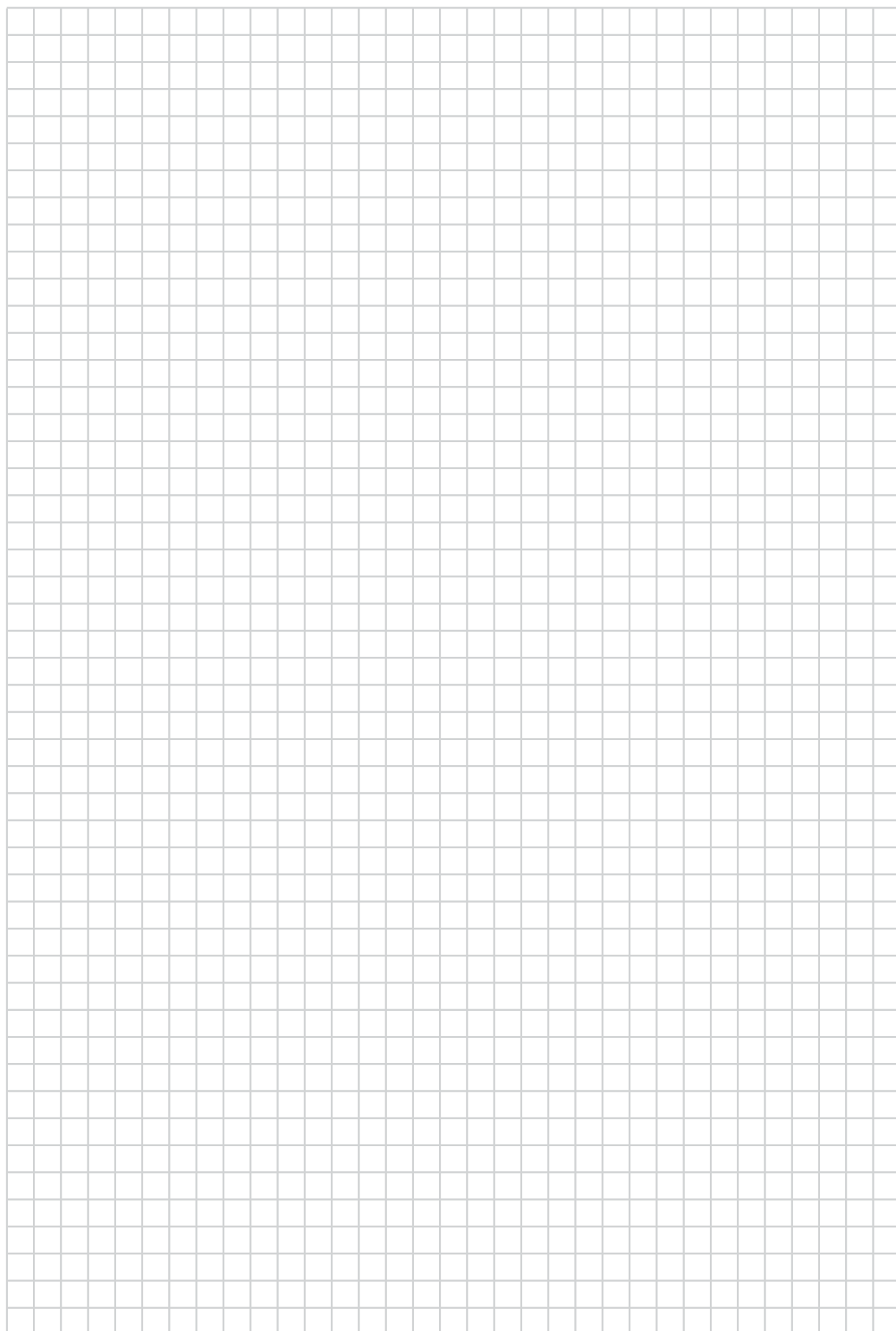


Рис. 5.7. Вариант исполнения узла прохода термостойкой полимерной трубы через бетонную стену со стальной закладной

Для записей





ПРОИЗВОДСТВО И ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС:

ООО «ИКАПЛАСТ»

Адрес:

Россия, Санкт-Петербург, 193079,
Октябрьская набережная, д. 104, корп. 29 лит. Ж

Отдел продаж: (812) 677-21-31

Факс: (812) 677-21-32

www.icaplast.ru

e-mail: icaplast@icaplast.ru