МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ **СП 378.1325800.2017**

МОРСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ

Правила проектирования и строительства

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о своде правил

1 ИСПОЛНИТЕЛЬ — Акционерное общество «Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству, эксплуатации трубопроводов и объектов ТЭК — Инжиниринговая нефтегазовая компания» (АО ВНИИСТ)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 ПОДГОТОВЛЕН к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)

4 УТВЕРЖДЕН Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 ноября 2017 г. № 1583/пр и введен в действие с 26 мая 2018 г.

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

6 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в установленном порядке. Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте разработчика (Минстрой России) в сети Интернет

© Минстрой России, 2017
© Стандартинформ, оформление, 2018

Настоящий свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Минстроя России

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Обозначения и сокращения . . . 3
5 Общие положения . . . 3
6 Проектирование . . . 6
6.1 Требования к выбору трассы морских трубопроводов . . . 6
6.2 Требования к конструкции морских трубопроводов . . . 8
6.3 Требования к сварным соединениям морских трубопроводов . . . 9
6.4 Требования к защите морских трубопроводов от коррозии . . . 12
6.5 Требования к балластировке морских трубопроводов . . . 14
6.6 Требования к заглублению морских трубопроводов . . . 15
6.7 Нагрузки и воздействия на морские трубопроводы . . . 18
6.8 Расчеты на прочность и устойчивость . . . 18
7 Строительство . . . 21
7.1 Общие требования по организации строительства . . . 21
7.2 Общие требования по выбору технологии и строительной техники . . . 22
7.3 Сварка труб и методы контроля сварных соединений . . . 23
7.4 Защита морских трубопроводов от коррозии . . . 26
7.5 Требования по укладке морских трубопроводов . . . 26
7.6 Контроль качества строительства . . . 28
8 Испытание на прочность и проверка на герметичность . . . 30
9 Общие требования к охране окружающей среды . . . 31
10 Приемка и сдача в эксплуатацию . . . 32
Библиография . . . 34

Введение

Настоящий свод правил разработан с учетом требований федеральных законов от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Свод правил выполнен авторским коллективом АО ВНИИСТ (руководитель разработки — канд. техн. наук *А.О. Иванцов*; исполнители: инж. *О.Н. Головкина*, инж. *Е.А. Фомина*).

С В О Д П Р А В И Л

МОРСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ

Правила проектирования и строительства

The offshore pipelines. Design and construction

Дата введения — 2018—05—26

1 Область применения

Настоящий свод правил устанавливает правила проектирования и строительства морских стальных трубопроводов (далее — морские трубопроводы) для транспортирования углеводородов во внутренних и территориальных морях, а также на континентальном шельфе.

Свод правил распространяется на подводные участки морских магистральных газонефтепродуктопроводов условным диаметром до 1200 мм включительно с внутренним давлением транспортируемого продукта при выходе на береговой участок до 10 МПа включительно, связывающие морские стационарные платформы, хранилища и терминалы отгрузки с береговой запорной арматурой.

2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 8.010—2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения

ГОСТ 9.602—2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 12.1.007—76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 17.5.3.04—83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель

ГОСТ 17.5.3.06—85 Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ

ГОСТ 2405—88 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия

ГОСТ 6996—66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7512—82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ Р 8.563—2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 51164—98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р 51858—2002 Нефть. Общие технические условия

ГОСТ Р 55724—2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

СП 14.13330.2014 «СНиП II-7—81* Строительство в сейсмических районах» (с изменением № 1)

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07—85* Нагрузки и воздействия»

СП 38.13330.2012 «СНиП 2.06.04—82* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»

СП 45.13330.2017 «СНиП 3.02.01—87 Земляные сооружения, основания и фундаменты»

Издание официальное

СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02—96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»

СП 115.13330.2011 «СНиП 22-01—95 Геофизика опасных природных воздействий»

Примечание — При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **величина заглубления:** Разница между уровнями расположения верхней образующей трубопровода и естественным уровнем грунта морского дна.

3.2 **всплеск давления:** Резкое изменение давления, вызываемое сбоем установившегося режима потока в трубопроводной системе.

3.3 **давление избыточное:** Разность двух абсолютных давлений, наружного гидростатического и внутреннего.

3.4 **давление рабочее (нормативное):** Величина давления в трубопроводе, устанавливаемая в проектной документации.

3.5 **давление расчетное:** Максимальное избыточное давление, на которое производится расчет на прочность при обосновании основных параметров, обеспечивающих надежную эксплуатацию морского трубопровода в течение расчетного ресурса.

3.6 **длина провисающего участка трубопровода:** Длина трубопровода, не соприкасающегося с морским дном или опорными устройствами.

3.7 **допускаемые напряжения:** Максимальные суммарные напряжения в трубопроводе (продольные, кольцевые и тангенциальные), допускаемые нормами.

3.8 **захлест:** Кольцевое стыковое сварное соединение, соединяющее протяженные участки морского трубопровода.

3.9 **испытательное давление:** Нормированное давление, при котором производится испытание трубопровода перед сдачей его в эксплуатацию.

3.10 **испытание на герметичность:** Гидравлическое испытание давлением, устанавливающее отсутствие утечки транспортируемого продукта.

3.11 **испытание на прочность:** Испытание трубопровода и его составляющих статическим внутренним давлением, превышающим установленное проектом рабочее давление, с целью подтверждения возможности эксплуатации объекта при рабочем давлении.

3.12 **морской трубопровод:** Трубопровод, пролегающий в море от запорной арматуры на берегу до запорной арматуры на приеме у платформы и включающий устройства и оборудование, обеспечивающие транспортирование продукции при заданном технологическом режиме.

3.13 **минимальный предел текучести:** Минимальный предел текучести, указанный в сертификате или стандарте, по которому поставляются трубы.

3.14 **надежность морского трубопровода:** Способность трубопровода непрерывно транспортировать продукт в соответствии с установленными проектом параметрами (давление, расход и другие) в течение заданного срока эксплуатации при установленном режиме контроля и технического обслуживания.

3.15 **номинальный диаметр** *DN*: Внутренний диаметр трубопровода в соответствии с принятой системой стандартизации.

3.16 **отрицательная плавучесть трубопровода:** Весовой показатель, обеспечивающий погружение трубопровода на морское дно.

3.17 **охранная зона морского трубопровода:** Полоса морской акватории на расстояние не менее 500 м от оси трубопровода в каждую сторону.

3.18 **прокладка морского трубопровода:** Комплекс технологических процессов по изготовлению, укладке и возможному заглублению морского трубопровода.

3.19 **трубные элементы:** Детали в конструкции трубопровода, такие как фланцы, тройники, колена, переходники и запорная арматура.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем своде правил применены следующие обозначения:

D — номинальный диаметр трубопровода, мм;

δ — номинальная толщина стенки трубопровода, мм;

$\sigma_т$ — минимальное значение предела текучести металла труб, Н/мм^2;

σ_y — суммарные кольцевые напряжения, Н/мм^2;

P — расчетное внутреннее давление в трубопроводе, Н/мм^2;

P_0 — наружное гидростатическое давление, Н/мм^2;

P_x — сила лобового сопротивления, Н/м;

P_z — подъемная сила, Н/м;

$P_и$ — инерционная сила, Н/м;

G — вес трубопровода в воде (отрицательная плавучесть), Н/м;

m — коэффициент надежности, принимаемый равным 1,1;

f — коэффициент трения;

P_c — расчетное наружное гидростатическое давление на трубопровод с учетом овальности трубы, Н/мм^2;

P_{cr} — критическое наружное давление, при котором труба (оболочка) теряет устойчивость, Н/мм^2;

P_y — наружное давление на трубопровод, вызывающее текучесть материала труб, Н/мм^2;

P_p — наружное гидростатическое давление, при котором произойдет распространение смятия трубы, Н/мм^2;

ν — коэффициент Пуассона;

E — модуль Юнга для материала труб, Н/мм^2;

H — критическая глубина воды, м;

g — ускорение силы тяжести, м/с^2;

ρ — плотность морской воды, кг/м^3;

U — овальность трубопровода;

R — допустимый радиус кривизны трубопровода при укладке на шельфе моря, м;

F — площадь поперечного сечения трубы, мм^2.

5 Общие положения

5.1 Проектирование и строительство морских трубопроводов должны осуществляться в соответствии с [7] и настоящим сводом правил.

5.2 Строительство морских трубопроводов во внутренних морских водах, территориальном море и принадлежащей зоне Российской Федерации должно регулироваться требованиями [1, статья 16, пункт 4], а определение статуса континентального шельфа Российской Федерации — [2].

5.3 Оценка опасности природных, в том числе геофизических воздействий на морской трубопровод должна соответствовать требованиям СП 115.13330 и входить в исходные данные для разработки проектной (рабочей) документации.

Показатели оценки степени опасности природного процесса должны включать: категорию опасности, территориальную протяженность, продолжительность, скорость и повторяемость воздействия.

По результатам оценки следует определять требования к выбору трассы, конструктивным и технологическим решениям, компенсирующим опасные воздействия.

5.4 Морские трубопроводы должны удовлетворять требованиям надежности, промышленной и экологической безопасности в соответствии с законодательной и нормативно-правовой системой Российской Федерации с учетом особых условий их строительства и эксплуатации.

Трасса и технические решения по прокладке морского трубопровода должны быть согласованы с органами Росприроднадзора, Ростехнадзора, Росрыболовства и муниципальными органами.

5.5 В проектной (рабочей) документации должно быть указано местоположение близлежащих населенных пунктов и гаваней, курсов следования кораблей, а также других видов сооружений, способных оказать влияние на строительство и эксплуатацию морского трубопровода.

5.6 Размещение площадочных сооружений морского трубопровода должно осуществляться по возможности вдоль запроектированной трассы и обеспечивать: производство строительно-монтажных работ с использованием грузоподъемной и специальной техники, наличие обустроенных мест стоянки техники, складирования оборудования и материалов.

5.7 Оборудование и технические средства для строительства морских трубопроводов, изготовленные по зарубежным стандартам, следует применять при наличии технической документации изготовителя, заключения экспертизы промышленной безопасности или сертификата соответствия требованиям правил и технических регламентов, действующих в Российской Федерации.

5.8 Все детали и узлы трубопровода должны иметь технические паспорта.

Применение материалов и изделий, на которые отсутствуют сертификаты, технические свидетельства, паспорта и другие документы, подтверждающие их качество, не допускается.

5.9 Технические условия и спецификации должны включать: технологию производства изделия, химический состав, термическую обработку, механические свойства, контроль качества, сопроводительную документацию и маркировку.

5.10 Средства измерения, используемые при строительстве морского трубопровода на всех стадиях работ, должны быть поверены в соответствии с требованиями [3].

5.11 На всех этапах строительства морского трубопровода необходимо осуществлять входной контроль конструкций, изделий, материалов, оборудования и технических средств, а также строительный контроль выполнения работ и технологических операций.

5.12 При проектировании морского трубопровода должна быть предусмотрена защита трубопровода от коррозионного воздействия на металл, сварные соединения труб и арматуру.

Защита морского трубопровода от коррозии должна обеспечивать безаварийную работу его в течение проектного срока эксплуатации с учетом усталости применяемых материалов и осуществляться комплексно: защитным наружным и внутренним (при транспортировании агрессивных сред) покрытием и средствами катодной защиты.

5.13 Проектирование морского подводного трубопровода следует выполнять на основании задания на проектирование заказчика, в котором указывают: данные о физическом и химическом составе, плотности, коррозионной активности, температуре транспортируемого продукта, диаметр, рабочее давление, производительность, протяженность, начальную и конечную точки морского трубопровода.

Для морских нефтепроводов, кроме годового объема транспортируемой нефти, должны быть указаны количество и характеристики каждого сорта, включая их температуру застывания, вязкость, упругость паров и плотность.

Расчетные показатели вязкости и плотности нефти следует принимать по минимальной температуре нефти с учетом тепловыделения, а также теплообмена «труба — грунт» при минимальной температуре грунта на глубине оси трубопровода.

5.14 Морские трубопроводы должны быть отнесены к высшей категории В, требования к которым в зависимости от условий работы и транспортируемого продукта следует определять как к объектам повышенного уровня ответственности.

5.15 Срок службы морского трубопровода должен определяться заказчиком проекта.

5.16 Прокладку морского трубопровода допускается осуществлять одиночно или параллельно другим проектируемым или действующим трубопроводам.

Расстояние между параллельными нитками морских трубопроводов следует принимать из условий обеспечения надежности в процессе их эксплуатации, сохранности действующего трубопровода, возможности ремонта, а также безопасности при проведении строительно-монтажных работ, как правило, на прибрежном участке — 10 м, на морском участке — 30 м.

5.17 При строительстве морского трубопровода участок отвода земли во временное пользование следует назначать, исходя из нужд и характеристик трубоукладочного флота, и представлять собой полосу шириной не менее 1000 м (по 500 м с обеих сторон трубопровода).

При эксплуатации полоса отвода земли в постоянное пользование в соответствии с [8] должна быть не менее 25 м с обеих сторон трубопровода или от крайних ниток параллельных трубопроводов.

5.18 Запорную арматуру на берегу следует устанавливать вне зоны размыва берегов в течение всего срока службы трубопровода и не ближе 100 м максимального подхода уреза воды или ледового воздействия в течение не менее 100 лет при поднятии уровня морской воды в период приливов.

Запорная арматура должна быть оснащена автоматикой аварийного закрытия.

5.19 Разработку проектной (рабочей) документации следует проводить на основе данных инженерных изысканий на морском участке и участке выхода на берег в районе прохождения трассы трубопровода и условий строительства, основными из которых являются:

- уровни воды и амплитуда их колебаний при приливно-отливных и нагонных явлениях;
- штормовые условия;
- направление, скорость и повторяемость ветра;
- направление и повторяемость волн и их параметры (разгон, высота, длина);
- направление и скорость поверхностных и донных течений;
- инженерно-геологические условия;
- рельеф морского берега;
- температура воздуха и воды;
- литодинамические процессы морского дна;
- ледовые условия;
- сейсмическая и вулканическая обстановка;
- сведения о судоходстве или рыболовстве;
- данные о промысловых и охраняемых видах морской флоры и фауны.

5.20 При проектировании морского трубопровода должны быть выполнены все необходимые расчеты, включая анализ:

- прочности морского трубопровода при монтаже, испытании на прочность и герметичность, эксплуатации;
- устойчивости положения трубопровода на дне моря;
- усталостного и хрупкого разрушения трубопровода;
- устойчивости стенки трубы на смятие;
- вибрации (при необходимости);
- стабильности основания морского дна;
- нарушений технологического режима транспортирования продукта;
- прочности морского трубопровода от воздействия на ударные нагрузки от падающих объектов, тралов, рыболовных снастей;
- выбора параметров катодной защиты («жертвенные аноды»).

5.21 Расчетные значения нагрузок и воздействий следует определять в соответствии с СП 38.13330.

5.22 Проектная (рабочая) документация должна содержать материалы оценки предельно допустимых значений провисания морского трубопровода в период строительства и эксплуатации.

Допустимым свободным пролетом следует считать пролет, свободная длина которого отвечает требованиям к прочности и устойчивости в процессе монтажа, испытания на прочность и герметичность, а также всего срока эксплуатации. Если одно из вышеперечисленных требований нарушается, данный свободный пролет необходимо считать недопустимым.

5.23 Морской трубопровод следует прокладывать с заглублением в морское дно или по дну моря.

Выбор метода прокладки морского участка морского трубопровода должен основываться на батиметрии морского дна, опасных участков и зон с частой человеческой деятельностью, требованиях к охране морской среды и экономической целесообразности.

5.24 Размеры и профили траншей следует определять, исходя из наружного диаметра конструкции морского трубопровода с защитным и балластным покрытием, категорий разрабатываемого грунта и запаса на заносимость траншеи донными наносами, а также с учетом запасов на допускаемые отклонения по ширине траншеи в процессе ее разработки и при укладке трубопровода.

Ширину подводных траншей на мелководных морских участках следует принимать с учетом ширины и осадки грунторазрабатывающего судна, возможных колебаний уровня воды, необходимой глубины в границах рабочих перемещений судна и обслуживающих его средств.

Разработку грунта способом гидромеханизации следует определять в соответствии с СП 45.13330. Требования к разработке грунтов данным способом приведены в [10].

5.25 Очистку полости уложенного трубопровода следует выполнять промывкой с пропуском очистных поршней. При этом объем воды для промывки должен составлять 10—15 % объема полости очищаемого трубопровода.

Испытания морского участка трубопровода на прочность и герметичность следует выполнять гидравлическим или пневматическим способом.

Выбор способа испытания необходимо принимать в каждом конкретном случае индивидуально.

5.26 При проектировании и строительстве подземного морского трубопровода все виды земляных работ должны учитывать требования охраны окружающей среды и производиться с пооперационным контролем.

5.27 Трасса морского трубопровода должна быть указана на лоцманских картах с указанием охранной зоны шириной не менее 500 м от оси трубопровода, где запрещается сброс якорей и рыболовецких тралов во избежание повреждения трубопровода.

6 Проектирование

6.1 Требования к выбору трассы морских трубопроводов

6.1.1 Выбор трассы должен осуществляться в соответствии с требованиями настоящего свода правил.

6.1.2 Выбор трассы и размещение объектов морского трубопровода следует проводить на основе анализа природно-климатических, геологических и рельефных особенностей морского дна и участка выхода на берег, условий судоходства, наличия близко расположенных населенных пунктов и производственных объектов, транспортных путей, коммуникаций с учетом их негативного влияния на безопасность трубопровода.

6.1.3 Выбор трассы морского трубопровода должен производиться на основе вариантной оценки экономической целесообразности и экологической допустимости строительства.

6.1.4 В качестве критериев оптимальности следует принимать стоимостные показатели при сооружении морского трубопровода, его технического обслуживания и ремонта при эксплуатации, включая затраты на мероприятия по обеспечению сохранности окружающей среды, а также металлоемкость, конструктивные схемы прокладки, безопасность, заданное время строительства, наличие дорог для доставки техники, оборудования и материалов.

6.1.5 Нормы экологической допустимости воздействий при строительстве и эксплуатации морского трубопровода должны способствовать сохранению морской экосистемы и основываться на экологических ограничениях района строительства по использованию водных ресурсов, рыбных запасов, развитию хозяйственной деятельности.

6.1.6 Инженерная оценка района строительства морского трубопровода должна осуществляться по общей трассе магистрального трубопровода на основе анализа имеющихся литературных данных и фондовых картографических материалов, топографических планов, аэрофотоснимков, инженерно-геологических, навигационных карт и других данных.

Окончательный выбор трассы морского трубопровода должен осуществляться после проведения всего комплекса инженерных изысканий.

6.1.7 Инженерные изыскания при строительстве морских трубопроводов следует выполнять в соответствии с СП 47.13330. Требования к инженерным изысканиям приведены в [11]—[15].

В состав изысканий входят инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические, инженерно-экологические изыскания и литодинамические исследования.

6.1.8 Материалы инженерных изысканий должны обеспечивать комплексное изучение природных и экологических условий района строительства, являться основой для выбора трассы морского трубопровода и разработки технически обоснованных проектных и технологических решений для его строительства.

6.1.9 Для проектирования и строительства морских трубопроводов следует использовать планы масштабов 1:1000, 1:2000, 1:5000 и карты масштаба 1:10000—1:25000.

6.1.10 При определении батиметрических данных трассы морского трубопровода средние погрешности, включающие погрешности измерений и приведения глубин в Балтийскую систему высот, при определении высотных отметок морского дна не должны превышать:

- 0,2 м — на глубине до 5 м;
- 0,3 м — на глубине от 5 до 30 м;
- более 30 м — в соответствии с точностью измеряемого прибора, но не более 1 %.

6.1.11 Высота сечения рельефа горизонталями и изобатами на глубинах моря до 40 м должна быть от 0,5 м — при уклонах до 2 град и 1,0 м при уклонах более 2 град для масштабов до 1:5000.

На топографических картах континентального шельфа должны быть отображены:

- триангуляционная геодезическая основа, постоянные уровенные посты;
- штатные зрительные и гидроакустические средства навигационного оборудования морей и навигационные ориентиры;
- берега и границы осушки;
- граница регулярных ветровых нагонов воды, если ширина полосы побережья, подверженная этому явлению, превосходит 10 мм в масштабе плана или карты (в масштабе 1:25000 и мельче — 5 мм);
- инженерно-технические сооружения и коммуникации;
- морские каналы, створные и рекомендованные фарватеры и пути;
- донная растительность (фитобентос) и растительность береговой зоны;
- по жизненным формам, а также характерные представители неподвижных и малоподвижных донных животных (зообентос);
- границы и особые районы на воде;
- места выхода нефти и газа, остатки затонувших кораблей, различные подводные препятствия.

6.1.12 Инженерные изыскания должны выполнять изыскательские (проектно-изыскательские) организации, имеющие свидетельство саморегулируемой организации (СРО) на выполнение данных работ при строительстве объектов на морском шельфе.

6.1.13 При выборе трассы морского трубопровода следует учитывать:

- судоходство в районе прохождения трубопровода;
- инженерно-геологические условия;
- топографию морского берега и дна;
- рыболовную деятельность;
- наличие гидротехнических сооружений;
- наличие ранее построенных трубопроводов и коммуникаций;
- места хозяйственной деятельности других морепользователей и захоронения отходов, включая интересы военно-морского флота;
- районы сброса грунта;
- акватории с повышенным экологическим риском.

6.1.14 При выборе трассы морского трубопровода следует учитывать технические возможности буровой, землеройной и трубоукладочной техники, а также особенности траншейного или бестраншейного способа прокладки трубопровода.

6.1.15 При выборе трассы морского трубопровода следует учитывать прогноз изменений природных условий в процессе его строительства и эксплуатации.

6.1.16 При выборе трассы морского трубопровода допускается пересечение с существующими трубопроводами и инженерными коммуникациями под углом, близким к 90 град, но не менее 60 град. Обоснование пересечения и меры безопасности должны определяться в проектной (рабочей) документации.

6.1.17 При выборе трассы морского трубопровода следует руководствоваться следующими основными требованиями: меньшая категория сложности инженерно-геологических условий, наименьшая протяженность морского трубопровода, наличие подходящей территории на берегу для размещения строительно-монтажных площадок, с учетом при необходимости изготовления плетей трубопроводов и спуска их на воду.

6.1.18 При выборе трассы морского трубопровода необходимо пересекать береговую зону под прямым углом или под углом, обеспечивающим благоприятные инженерно-геологические условия и сокращение длины трубопровода.

6.1.19 Трассу морского трубопровода следует выбирать на участке с устойчивым дном и берегом, наименее подверженными воздействию волн, предпочтительно на прямолинейных участках, где отсутствуют острова и протоки.

При выборе трассы следует избегать сложных участков:

- сложенных скальными грунтами;
- интенсивного разрушения береговых участков в результате эрозионной активности;
- заболоченного или очень крутого обрывистого берега, предпочтительно выбирая участок берега, имеющий в плане плавное очертание, без резких колебаний и глубоких впадин дна по трассе сооружения;
- развития оползневых явлений и активного карстообразования;
- интенсивного воздействия волн, а также в зонах действия разбитой волны и волны, отраженной от оградительных сооружений, располагаемых ближе 200 м от трубопровода.

6.1.20 Выбор трассы морского трубопровода на сложных участках должен быть обоснован в проектной (рабочей) документации с указанием дополнительных проектных решений по обеспечению безопасной эксплуатации трубопровода.

6.1.21 На береговом участке морского трубопровода должны быть установлены опознавательные знаки высотой 1,5—2,0 м от поверхности земли с указанием номера пикета, размеров охранной зоны, адреса, номера телефона эксплуатирующей организации и т. д.

6.2 Требования к конструкции морских трубопроводов

6.2.1 Диаметр морского трубопровода и величина внутреннего рабочего давления должны определяться, исходя из требуемого объема транспортируемого продукта, в соответствии с нормами технологического проектирования.

6.2.2 Толщину стенки морского трубопровода следует принимать на основании расчета на прочность и устойчивость от нагрузок и воздействий, действующих на трубопровод в период строительства и всего срока эксплуатации.

Исходя из условий транспортирования продукта, допускается проектировать морской трубопровод из труб со стенкой различной толщины в зависимости от падения рабочего давления по длине трубопровода и условий эксплуатации.

6.2.3 К основным критериям характеристики конструкции морского трубопровода относятся:

- свойства исходных материалов для строительства трубопровода (труб, соединительных деталей, арматуры, изоляционных покрытий, балластирующих устройств и др.), которые определяются их соответствием требованиям сертификатов или стандартов на эти изделия;
- прочность трубопровода при заданных условиях эксплуатации по давлению и температуре, которая определяется соответствием принятых конструктивных решений трубопровода (толщина стенки труб, глубина заложения, радиусы изгиба, изоляционное покрытие и т. д.) требованиям действующих нормативных документов и настоящего свода правил;
- качество строительства, которое определяется соответствием результатов строительного контроля при сооружении трубопровода требованиям действующих нормативных документов;
- стабильность проектного положения трубопровода в течение всего срока его эксплуатации;
- сохранность необходимого уровня коррозионной защиты трубопровода в течение всего срока его эксплуатации.

6.2.4 Допустимые радиусы упругого изгиба морского трубопровода в горизонтальной и вертикальной плоскостях следует определять расчетом из условия прочности, местной устойчивости стенок труб и устойчивого положения трубопровода под воздействием статических, динамических и температурных нагрузок.

Наименьший радиус кривизны должен быть не менее допустимого предельного радиуса изгиба трубопровода.

6.2.5 На морском трубопроводе должны быть предусмотрены камеры пуска-приема очистных устройств и снарядов-дефектоскопов, их расположение и конструкция определяются в проектной (рабочей) документации.

Конструкция трубопровода должна иметь постоянный внутренний диаметр, равнопроходную линейную арматуру и радиус изгиба не менее пяти диаметров трубопровода.

6.2.6 Конструктивное исполнение морского трубопровода (толщина стенки, изоляционное покрытие, теплоизоляция, катодная защита, способы балластировки) следует определять из условий прохождения трассы, избыточного давления, температуры, волнового и ледового режимов, охраны окружающей среды и требований безопасности.

6.2.7 Трубы, соединительные детали и сварочные материалы должны быть сертифицированы в Российской Федерации.

6.2.8 Для строительства морских трубопроводов следует применять бесшовные горячекатаные и прямошовные электросварные трубы из малоуглеродистых и низколегированных сталей.

6.2.9 Каждая партия труб должна иметь сертификат завода-изготовителя, а также данные по прочностным характеристикам металла, усталостной прочности, трещиностойкости, коррозионной стойкости, отсутствию дефектов и соответствовать техническим условиям на трубы.

6.2.10 Заводской допуск на овальность труб в любом сечении трубы не должен превышать +0,5 %.

6.2.11 Сварка морских труб должна выполняться с учетом требований настоящего свода правил.

6.2.12 Для обеспечения устойчивости проектного положения (смещение оси и всплытие) от воздействия волн и течений морские трубопроводы следует балластировать сплошным утяжеляющим покрытием (как правило, бетонным).

6.2.13 На прибрежных и мелководных участках морского трубопровода с интенсивными переформированиями дна и значительным гидродинамическим воздействием от волн и течений для обеспечения эксплуатационной надежности допускается проектировать морской трубопровод конструкции типа «труба в трубе» с заполнением межтрубного пространства цементным или цементно-песчаным раствором.

6.2.14 Для транспортирования подогретой нефти на участке выхода на берег трубопровод следует защищать теплоизоляционным покрытием, конструкция и толщина которого должны определяться в проектной (рабочей) документации на основании теплотехнических расчетов.

6.2.15 В проектной (рабочей) документации должны быть разработаны мероприятия по защите морского газопровода с момента его монтажа до конца срока эксплуатации.

6.2.16 В случае перекачки по морскому трубопроводу продукта с высоким содержанием серы морской трубопровод должен быть защищен от сероводородного растрескивания.

6.2.17 В сейсмически активном районе при необходимости жесткого соединения трубопровода с другими сооружениями или оборудованием следует предусматривать устройство криволинейных вставок или компенсирующих устройств, размеры и компенсационная способность которых следует устанавливать расчетом.

При прохождении участка трассы с грунтами, резко отличающимися друг от друга сейсмическими свойствами, следует предусматривать возможность свободного перемещения и деформирования трубопровода.

6.2.18 В зависимости от назначения морского трубопровода, его конструкции и местных условий в проектной (рабочей) документации должны быть определены места установки запорной арматуры, их количество, а также конструктивное решение обустройства мест расположения с учетом возможности проведения ремонтных работ.

Установка запорной арматуры на границе грунтов с сильно отличающимися физико-механическими характеристиками не допускается.

6.2.19 Запорная арматура, устанавливаемая на морском трубопроводе, должна быть оборудована устройствами, обеспечивающими дистанционное управление, сигнализацию в случае утечки транспортируемого продукта и аварийного отключения трубопровода.

6.2.20 Для защиты морского нефтепровода от повышения в нем давления, вызванного гидравлическим ударом, следует предусматривать установку автоматических регуляторов давления и сброс нефти в специальные резервуары многоцелевого назначения.

Запорная арматура также должна автоматически срабатывать при расхождении показаний количества транспортируемой нефти в узлах учета трубопровода.

6.3 Требования к сварным соединениям морских трубопроводов

6.3.1 Кольцевые сварные соединения морских трубопроводов, выполняемые дуговыми методами сварки, должны быть многослойными с обеспечением сплавления между слоями (валиками) и по кромкам свариваемых элементов и без конструктивного непровара.

6.3.2 Внешний вид и геометрические параметры сварных швов должны соответствовать требованиям настоящего свода правил. Корневой (первый) слой шва не должен иметь недопустимые по размерам наружные дефекты (непровары, утяжины, провисы, несплавления); усиление обратного валика в соединениях с толщиной стенки менее или равной 15 мм должно быть менее $0{,}2\delta$, в соединениях с толщиной стенки более 15 мм — не более 3,0 мм.

6.3.3 Подварочный слой шва (в случае необходимости его выполнения) должен иметь плавный переход к основному металлу без образования подрезов по кромкам, усиление от 1,0 до 3,0 мм и ширину от 8,0 до 10,0 мм.

6.3.4 Внутренний слой шва, выполненный автоматической двухсторонней сваркой в защитных газах, должен иметь плавный переход к основному металлу без образования подрезов по кромкам, усиление от 0,5 до 3,0 мм и ширину от 4,0 до 10,0 мм.

6.3.5 Внутренний слой шва, выполненный автоматической двухсторонней сваркой под флюсом, должен иметь плавный переход к основному металлу без образования подрезов по кромкам, усиление от 1,0 до 3,0 мм и ширину в соответствии с требованиями таблицы 6.1.

Таблица 6.1 — Геометрические параметры внутреннего слоя шва соединений труб, выполненного автоматической двухсторонней сваркой под флюсом

Нормативная толщина стенки трубы δ, мм	Глубина проплавления внутреннего слоя шва, h_B, мм	Ширина внутреннего слоя B_B, мм, при сварке под агломерированным флюсом
От 12,0 до 14,0 включ.	$h_B \le 1/2\ S_H + 1$	16 ± 2
Св. 14,0 до 16,0	$h_B \le 1/2\ S_H + 1,5$	17 ± 2
Св. 16,0 до 21,0		18 ± 3
Св. 22,0		20 ± 3

6.3.6 Каждый заполняющий, облицовочный слой шва следует выполнять за один или несколько проходов.

6.3.7 Облицовочный слой шва должен быть выполнен с плавным переходом к основному металлу без образования подрезов по кромкам и перекрывать основной металл в каждую сторону на расстояние:

- от 1,0 до 2,0 мм — при автоматической сварке проволокой сплошного сечения в защитных газах;
- от 1,0 до 2,5 мм — при автоматической односторонней сварке порошковой проволокой в защитных газах;
- от 1,5 до 2,5 мм — при ручной сварке покрытыми электродами;
- не более 6 мм — при автоматической односторонней сварке под флюсом.

6.3.8 Ширину облицовочного слоя шва сварных соединений, выполненных автоматической двухсторонней сваркой под флюсом, следует принимать по таблице 6.2.

Таблица 6.2 — Ширина облицовочного слоя шва соединений труб, выполненных автоматической двухсторонней сваркой под агломерированным флюсом

Нормативная толщина стенки трубы δ, мм	Ширина облицовочного слоя шва, мм
От 12,0 до 17,5 включ.	16 ± 3
Св. 17,5 до 21,5	18 ± 3
Св. 21,5 до 24,0	19 ± 3
Св. 24,0	21 ± 3

6.3.9 Облицовочный слой шва должен иметь усиление менее 0,2δ, но не более 3,0 мм.

6.3.10 Наружная поверхность сварных швов должна быть зачищена до полного удаления шлака шлифмашинками с набором дисковых проволочных щеток, при этом прилегающие участки околошовной зоны должны быть зачищены до полного удаления брызг наплавленного металла шлифмашинками с набором дисковых проволочных щеток, молотком или зубилом.

6.3.11 Механические свойства кольцевых стыковых сварных соединений морских газопроводов должны отвечать требованиям таблиц 6.3—6.6 и пунктов 6.3.13—6.3.18.

Таблица 6.3 — Требования к прочностным и пластическим свойствам металла шва, определяемым при испытаниях цилиндрических образцов, вырезанных из металла шва в продольном направлении на статическое растяжение

Характеристики основного металла			Предел текучести металла кольцевого сварного шва (YS), МПа	Относительное удлинение металла кольцевого шва, %
Группа прочности основного металла	Нормативный предел текучести основного металла (SMYS), МПа	Нормативный предел прочности основного металла (SMTS), МПа		
К38	245	370	325—445	≥ 22
К42	290	415	370—490	≥ 21
К46	360	460	440—560	≥ 20

Окончание таблицы 6.3

Характеристики основного металла			Предел текучести металла кольцевого сварного шва (YS), МПа	Относительное удлинение металла кольцевого шва, %
Группа прочности основного металла	Нормативный предел текучести основного металла (SMYS), МПа	Нормативный предел прочности основного металла (SMTS), МПа		
К52	415	520	495—615	≥ 18
К54	450	535	530—650	≥ 18
К60	485	570	565—685	≥ 18
К65	556	588	615—730	≥ 16
Примечание — Диапазоны значений предела текучести (YS) установлены, исходя из требований превышения предела текучести металла шва на 80—200 МПа над нормативным пределом текучести (SMYS) основного металла.				

6.3.12 Применение других групп прочности основного металла должно быть обосновано в проектной документации на основе технико-экономических показателей с учетом характеристик марок сталей, наиболее применяемых при строительстве морских трубопроводов.

Таблица 6.4 — Требования к прочностным свойствам сварного соединения, определяемым при испытаниях плоских поперечных образцов на статическое растяжение

Группа прочности основного металла	Временное сопротивление разрыву (предел прочности) сварного соединения, МПа
К38	≥ 370
К42	≥ 415
К46	≥ 460
К52	≥ 520
К54	≥ 535
К60	≥ 570
К65	≥ 588

Таблица 6.5 — Требования к ударной вязкости металла шва и зоны термического влияния кольцевых сварных соединений

Группа прочности основного металла	Энергия удара на образцах Шарпи (KV), Дж		Ударная вязкость на образцах Шарпи (KCV), Дж/см^2	
	Среднее значение (для трех образцов)	Минимальное одиночное значение (для одного образца)	Среднее значение (для трех образцов)	Минимальное значение (для одного образца)
К38	27	22	33,8	27,5
К42	30	24	37,5	30,0
К46	36	30	45,0	37,5
К52	42	35	52,5	43,8
К54	45	38	56,3	47,5
К60	50	40	62,5	50,0
К65	55	43	63,2	54,3

Окончание таблицы 6.5

Примечания

1 Требования установлены для стандартных образцов размером поперечного сечения 10 × 10 мм. В случае применения образцов толщиной менее 10 мм для оценки результатов испытаний должен быть выполнен расчет энергии удара KV по формуле

$$KV = 8 \cdot 10 \cdot KV_{ИЗМ} / S_{ОБР},$$

где $KV_{ИЗМ}$ — измеренная при испытаниях энергия удара, Дж;

$S_{ОБР}$ — площадь поперечного сечения испытанного образца под надрезом, мм^2.

2 При испытании сварных соединений труб с толщиной стенки 20 мм и более следует вырезать два комплекта образцов — ближе к внутренней и ближе к наружной поверхностям труб. Расстояние образца от необработанной поверхности — не более 2 мм.

Таблица 6.6 — Требования к твердости металла сварного шва и зоны термического влияния и углу загиба кольцевых сварных соединений

Группа прочности основного металла	Угол загиба, град	Твердость металла шва и зона термического влияния (ЗТВ) по Виккерсу HV10, не более
К38	180	250
К42	180	250
К46	180	250
К52	180	270
К54	180	270
К60	180	300
К65	180	340

6.3.13 При испытаниях на статическое растяжение плоских поперечных образцов со снятым усилением сварного шва по ГОСТ 6996 временное сопротивление разрыву должно быть не ниже нормативного значения временного сопротивления разрыву основного металла труб (SMTS), указанного в таблице 6.4. При испытании сварных соединений из сталей разных групп прочности должно быть обеспечено требование таблицы 6.4, установленное для стали с меньшей прочностью.

6.3.14 Температура испытаний на ударный изгиб должна соответствовать температуре стенки трубопровода, указанной в проекте (для газопроводов минус 20 °С). Проектом в зависимости от условий эксплуатации конкретных участков трубопроводов могут устанавливаться другие температуры стенки труб.

6.3.15 При испытаниях на статический изгиб образцов со снятым усилением сварного шва угол загиба должен составлять 180 град (таблица 6.6), при этом не допускаются дефекты (трещины, надрывы и др.), размеры которых в любом направлении превышают 3 мм.

6.3.16 Кольцевые сварные соединения должны быть подвергнуты исследованию макроструктуры на поперечных макрошлифах с увеличением от пяти- до 10-кратного. Макрошлиф должен быть представлен на фотографии. Макросечение должно демонстрировать качественный сварной шов, плавно переходящий в основной металл без дефектов сварки в соответствии с критериями визуального, измерительного и других регламентированных методов контроля.

6.3.17 Механические свойства сварных соединений должны быть подтверждены при производственной аттестации технологий сварки.

6.3.18 Дополнительные требования к механическим свойствам сварных соединений морских газопроводов следует устанавливать в проектной (рабочей) документации с соответствующим обоснованием.

6.4 Требования к защите морских трубопроводов от коррозии

6.4.1 Проектирование комплексной защиты наружной поверхности трубопровода от коррозии следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51164 и настоящего свода правил.

6.4.2 Противокоррозионная защита морского трубопровода должна включать защиту наружной и внутренней (при транспортировании агрессивных сред) поверхностей труб в сочетании с электрохимической защитой (ЭХЗ).

6.4.3 Для противокоррозионной защиты морского трубопровода от коррозии следует использовать трехслойное полимерное покрытие усиленного типа заводского нанесения.

Изоляционные материалы, используемые для нанесения покрытия, технологическое оборудование линий наружной изоляции труб должны обеспечивать получение защитных покрытий с показателями свойств, отвечающими требованиям ГОСТ Р 51164.

6.4.4 Изоляционное покрытие труб должно быть рассчитано на весь срок эксплуатации морского трубопровода.

6.4.5 Для защиты фитингов, фланцев и задвижек следует использовать покрытия, по своим защитным свойствам соответствующие основному покрытию трубопровода.

6.4.6 Изоляция участков сварных стыков морского трубопровода по основным показателям свойств должна соответствовать основному покрытию трубопровода и осуществляться термоусаживающимися манжетами (лентами), наносимыми по жидкому эпоксидному праймеру.

6.4.7 Характеристика транспортируемых сред по осложняющим факторам эксплуатации должна приниматься по ГОСТ Р 51858.

При выборе защитного покрытия внутренней поверхности трубных изделий магистральных морских трубопроводов при эксплуатации следует учитывать следующие факторы:

- характеристика транспортируемого продукта;
- содержание воды в транспортируемой среде;
- рабочее давление и температура;
- водородный показатель транспортируемой среды;
- количество сероводорода, углекислого газа, кислорода, ионов хлора, других галогенов, ионов металлов в транспортируемой среде;
- скорость потока, режимы перекачки, количество песка и других механических примесей.

6.4.8 Для защиты от коррозии внутренней поверхности труб следует применять жидкие с высоким сухим остатком и порошковые лакокрасочные материалы на основе эпоксидных и полиуретановых смол заводского изготовления в соответствии с техническими условиями на покрытие.

6.4.9 Электрохимическая защита должна обеспечивать в течение всего срока эксплуатации непрерывную по времени катодную поляризацию трубопровода на всем его протяжении.

Минимальный и максимальный потенциалы следует определять, исходя из расчетной максимальной температуры стенки трубы при эксплуатации каждого конкретного объекта.

6.4.10 Катодная поляризация для морского трубопровода должна обеспечиваться протекторной защитой. Протекторы должны быть изготовлены из материалов на основе сплавов алюминия, цинка, магния и пр. Типы протекторов — браслетные, полосовые.

6.4.11 При защите трубопровода от почвенной коррозии береговых участков морского трубопровода следует применять:

- установки катодной защиты (в тех местах, где имеются или будут построены источники сетевого электроснабжения или установлены автономные источники тока);
- протекторы — при отсутствии этих источников или для временной защиты во время строительства;
- установки катодной защиты и протекторы, которые выполняют роль усиления защиты при недостаточном защитном потенциале в высокоагрессивных грунтах.

В зоне блуждающих токов источников постоянного тока следует применять:

- установки катодной защиты, автоматически поддерживающие заданный защитный потенциал, при дренажных токах не более 50 А;
- установки дренажной защиты (поляризованные электрические дренажи, в том числе автоматические поляризованные дренажи с управлением сопротивлением дренажной цепи по значению дренированного тока) — при силе тока более 50 А.

В зоне блуждающих токов источников переменного тока при их опасном влиянии следует применять протекторы в соответствии с ГОСТ 9.602.

6.4.12 Электрохимическая защита берегового участка морского трубопровода должна удовлетворять следующим требованиям:

а) исключать потери металла на внешней стороне стенки трубы, вызываемые грунтовой коррозией или коррозией блуждающими токами источников постоянного или переменного тока;

б) учитывать перспективное (до пяти лет) строительство подземных металлических сооружений около трассы проектируемого трубопровода;

в) на участках высокой коррозионной опасности (высокая коррозионная агрессивность грунтов, вероятная скорость коррозии более 0,5 мм/год, возможность микробиологической коррозии и коррозионного растрескивания под напряжением) предусматривать 100%-ное резервирование в цепях электроснабжения, катодного преобразования и нагрузки с обеспечением автоматического перевода на резервные элементы при отказе основных. В случае применения групповых протекторов необходимо резервирование дренажной линии;

г) исключать вредное влияние проектируемой ЭХЗ на подземные металлические сооружения в соответствии с ГОСТ 9.602;

д) определять на начальный и конечный (не менее 15 лет) периоды эксплуатации следующие параметры:

- силы защитного тока и напряжения на выходе катодных станций (преобразователей), а также сопротивления анодных заземлений — для установок катодной защиты;
- силы защитного тока и сопротивления протекторов — для протекторных установок;
- силы тока дренажа и сопротивления дренажной цепи — для установок дренажной защиты.

е) соответствовать требованиям ГОСТ Р 51164 по срокам ввода в действие средства ЭХЗ трубопроводов. В том случае, когда основные средства ЭХЗ не могут быть включены в работу в установленные сроки, следует предусмотреть временную ЭХЗ, которая должна быть включена в установленные стандартом сроки.

6.4.13 В установках катодной защиты для береговых участков морского трубопровода используются сосредоточенные, распределенные, глубинные и протяженные анодные заземления.

6.4.14 Электроды анодных заземлений должны иметь подземно расположенные узлы контакта с соединительными проводами из термодинамически совместимых материалов с одинаковыми границами температурных линейных деформаций.

Контактный узел электродов анодного заземления и токоотводящий провод должны иметь изоляцию с удельным электрическим сопротивлением не менее 100 Ом·м и выдерживающую испытание на пробой напряжением не менее 5 кВ на 1 мм толщины изоляцию.

6.4.15 При наличии на глубине предполагаемой установки анодного заземления грунтов высокого удельного электрического сопротивления (более 100 Ом·м) следует рассматривать варианты применения протяженного и глубинного анодного заземления.

При среднем удельном электрическом сопротивлении грунта на глубине укладки трубопровода более 300 Ом·м следует рассматривать применение протяженного заземления, если сопротивление грунта более 1000 Ом·м, то целесообразно рассматривать прокладку протяженного заземления с двух сторон трубопровода.

Если подстилающие пласты земли имеют сопротивление меньшее по сравнению с верхними пластами более чем в три раза, то рекомендуется использовать глубинное анодное заземление.

6.4.16 Для защиты от коррозии подземных береговых участков морских трубопроводов следует применять протекторы из сплавов на основе магния, имеющие коэффициент полезного действия не ниже 60 % и электродный потенциал на весь период эксплуатации не более минус 1,5 В. Данные протекторы должны быть заводского изготовления, упакованные вместе с активатором.

6.4.17 Сосредоточенные протекторы для береговых участков морских трубопроводов следует применять в грунтах с удельным электрическим сопротивлением не более 50 Ом·м. Допускается использовать искусственное снижение удельного электрического сопротивления грунта раствором хлорида натрия в местах установки протекторов при исключении вредного воздействия на окружающую среду.

Протяженные протекторы следует использовать в грунтах с удельным электрическим сопротивлением не выше 500 Ом·м.

6.5 Требования к балластировке морских трубопроводов

6.5.1 Для балластировки трубопровода и защиты от механических повреждений следует применять утяжеляющие покрытия, удовлетворяющие следующим требованиям:

- иметь достаточную плотность и толщину для обеспечения необходимой отрицательной плавучести трубопровода;
- обеспечивать устойчивость незаглубленного подводного трубопровода против всплытия и перемещения по дну при воздействии волн и течений;

- иметь достаточную механическую прочность, чтобы противостоять повреждениям при транспортировании труб и трубных плетей и укладке трубопровода и обеспечить способность выдерживать ударные нагрузки от якорей и тралов;
- обеспечивать защиту труб и антикоррозийного покрытия от вредного воздействия морских организмов;
- иметь необходимую долговечность;
- иметь химическую и механическую стойкость по отношению к морской воде.

6.5.2 При проектировании бетонных утяжеляющих покрытий следует учитывать:
- механические свойства, размеры и вес бетонного покрытия, допуски на изготовление;
- материалы, включая арматуру;
- прочность соединения с трубой;
- метод наложения покрытия;
- метод защиты покрытия;
- метод монтажа протекторов катодной защиты;
- поглощение воды;
- методы контроля и испытания;
- методы хранения и транспортирования труб с покрытием.

6.5.3 Класс и марка бетона, его плотность, толщина бетонного покрытия, масса обетонированной трубы должны определяться в проектной (рабочей) документации.

6.5.4 Утяжеляющее покрытие труб следует назначать из армированного стальной сеткой бетона, наносимого в заводских условиях на отдельные изолированные трубы.

6.5.5 Стальная арматура не должна образовывать электрического контакта с трубой или анодами, а также не должна выходить на наружную поверхность покрытия.

6.5.6 Между утяжеляющим покрытием и трубой должно быть обеспечено достаточное сцепление, исключающее проскальзывание при усилиях, возникающих в процессе укладки и эксплуатации трубопровода.

6.5.7 Тип арматуры для утяжеляющего покрытия следует выбирать в зависимости от нагрузок на трубопровод и условий его эксплуатации.

6.5.8 Минимальную толщину слоя бетона при сплошном обетонировании трубопровода следует определять расчетом.

Полученная по расчету толщина слоя бетона должна быть округлена в большую сторону с точностью до 5 мм.

6.5.9 Необходимость увеличения толщины слоя бетонного покрытия на прибрежных участках морского трубопровода для защиты от воздействия гидродинамических нагрузок, вызываемых морским волнением и придонными течениями воды, следует подтверждать расчетом.

6.6 Требования к заглублению морских трубопроводов

6.6.1 На участке выхода морского трубопровода на берег и в пределах зоны опрокидывания и разрушения волн морской трубопровод должен быть заглублен.

На участках с глубинами, большими критической глубины, допускается укладка трубопровода без заглубления в грунт при соответствующем обосновании в проектной (рабочей) документации.

6.6.2 Проектную величину заглубления морского трубопровода следует устанавливать на основании инженерных изысканий и определять с учетом конкретных условий прохождения трассы:
- морфологической характеристики береговых склонов (высота, крутизна, форма, изрезанность);
- геологического строения (литологический состав, условия залегания, трещинноватость пород);
- физико-механических свойств грунтов морского дна и выхода на берег (сопротивляемость размыву);
- гидрогеологических условий (режим подземных вод, колебания отметок дна при волнении в прибойной зоне);
- современных геологических процессов (оползни, эрозия, прогнозируемые переформирования участка выхода на берег и прибрежной зоны);
- воздействия волн, течений;
- геокриологических условий;
- глубины пропахивания дна ледовыми образованиями или якорями судов и рыболовных тралов.

6.6.3 Проектную отметку верхней образующей подводного трубопровода следует назначать на 1 м ниже предельной границы деформации морского дна и участка выхода на берег или глубины пропахивания дна льдом.

6.6.4 Заглубление трубопровода в приурезной части в условиях северных морей следует определять с учетом глубины промерзания грунта, а также характера образования и перемещения крупноторосистых льдов.

Величину заглубления трубопроводов для защиты от ледового пропахивания, воздействия стамух и литодинамических факторов следует определять по конечным результатам ледовых и инженерных изысканий.

Для защиты трубопровода от механических повреждений следует использовать бетонные маты, увеличение заглубления, отсыпку подводной насыпи и др.

Подводная насыпь отсыпается из крупнообломочного материала и должна обеспечивать проектное положение трубопровода в период всего срока его эксплуатации. От верхней образующей трубопровода до поверхности насыпи должно быть не менее 1,5 м.

6.6.5 Способ заглубления морского трубопровода следует принимать в зависимости от грунтовых условий, глубины моря, рельефа берега.

6.6.6 Заглубление трубопровода на участке выхода на берег и прибрежных мелководных участках следует выполнять открытым способом с разработкой траншеи традиционными техническими средствами.

При соответствующем технико-экономическом обосновании в проектной (рабочей) документации допускается применение способов наклонно-направленного бурения или микротоннелирования.

6.6.7 При открытом способе заглубления для предотвращения разжижения грунта и всплытия морского трубопровода на участке пересечения береговой линии в зоне воздействия волн обратную засыпку трубопровода следует выполнять гравием (щебнем) крупной фракции на 0,2 м выше верха бетонного защитного покрытия. Допускается обратную засыпку до верха траншеи выполнять ранее разработанным грунтом.

В грунтах несущей способностью менее 0,025 МПа дно траншеи следует усиливать путем втрамбовывания в него щебня или гравия либо путем других мероприятий, при этом подсыпку трубопровода следует осуществлять легким или песчаным грунтом.

На глубинах моря более 30 м трубопровод после укладки при необходимости следует заглублять в грунт с применением плужного трубозаглубителя.

6.6.8 Для предотвращения размыва грунта на продольных береговых уклонах (свыше 15 град) в траншеях должны быть предусмотрены грунтовые перемычки.

6.6.9 При прокладке трубопровода в зоне залегания вечномерзлых грунтов необходимо учитывать:

- характеристики грунтов (состав, тип залегания, температуру при естественных условиях и т. д.);
- температурный режим эксплуатации трубопровода;
- состояние вечномерзлых грунтов после оттаивания;
- наличие подземных льдов, термокарстов, криопегов;
- наличие наледей и их режим;
- климатические условия района;
- продолжительность строительного периода.

6.6.10 При заглублении трубопровода в мерзлых грунтах на участках выхода на берег и прибрежного мелководья следует предусматривать теплоизоляцию.

При наличии по трассе трубопровода глубоких криопегов их следует засыпать путем рефулирования для снижения интенсивности коррозии теплоизолированного трубопровода.

6.6.11 В отдельных случаях, когда дно на приурезных участках сложено скальными породами и запрещается проведение взрывных работ для разработки подводных траншей, допускается прокладка без заглубления в дно.

При этом следует предусматривать конструкцию трубопровода (типа «труба в трубе» и др.) или мероприятия по защите трубопровода от воздействия волн, течений, льда и якорей судов.

6.6.12 Размеры и профиль траншеи следует устанавливать в зависимости от диаметра трубопровода, глубины его заложения, вида и состояния грунта, гидрометеорологических условий, способов и технических средств разработки траншеи.

Размеры и профиль траншеи на приурезном участке и участке выхода морского трубопровода на берег должны предусматривать возможность подхода трубоукладочной баржи или баржи с лебедкой для протаскивания труб.

6.6.13 Для исключения заносимости траншеи в период строительства следует рассмотреть возможность применения шпунтовых ограждений. Сваи для шпунтового ограждения следует забивать, начиная с береговой линии и до глубины воды не более 5 м.

6.6.14 Места складирования разрабатываемого грунта следует выбирать с учетом минимального загрязнения окружающей среды.

6.6.15 Места отвалов грунта следует определять с учетом технологии разработки траншеи, способов транспортирования грунта и использования его в дальнейшем в качестве материала обратной засыпки, условий судоходства.

Объемы временных отвалов грунта должны быть сведены к минимуму.

6.6.16 При засыпке подводных траншей должны быть разработаны технологические мероприятия, обеспечивающие локализацию зон взмучивания и снижающие потери (унос) грунта за границы траншеи.

6.6.17 Способ транспортирования грунта (в береговые карты намывкой или в подводные отвалы) следует определять типом земснаряда:

- землесосные снаряды — рефулирование или отгрузка в шаланды;
- многочерпаковые снаряды — отгрузка в шаланды;
- одночерпаковые — отгрузка в шаланды или в отвал.

6.6.18 Разработка траншеи, укладка трубопровода в траншею и его засыпка грунтом должны быть максимально совмещены во времени с определением заносимости траншеи и переформирования ее поперечного профиля.

6.6.19 Расчеты заносимости траншеи в период строительства следует выполнять на основании измерений параметров потока (уровень, глубина, скорость течения) непосредственно перед началом или в период разработки траншеи. В отдельных случаях допускается расчет этих параметров на основании краткосрочного гидрологического прогноза, охватывающего период работы на подводном трубопроводе.

6.6.20 Заносимость подводных траншей следует учитывать лишь при скоростях, превышающих неразмывающие значения для конкретной крупности донных наносов.

6.6.21 При разработке подводной траншеи и укладке трубопровода в условиях неблагоприятных гидрологических условий и интенсивного движения донных наносов следует предусматривать увеличение ширины траншеи на значение расчетного запаса на заносимость.

Значение расчетного запаса на заносимость следует определять для наиболее неблагоприятного участка траншеи, на котором расход наносов имеет максимальное, а глубина траншеи — минимальное значение. Требования к запасу на заносимость траншеи приведены в [16].

6.6.22 Засыпку подводных траншей следует проводить по технологической схеме, обеспечивающей снижение потери грунта за границами траншеи.

6.6.23 Процесс засыпки трубопровода должен быть по возможности равномерным и однородным. Операции обратной засыпки траншей должны продолжаться до тех пор, пока не будет сформирован покрывающий слой заданной толщины.

6.6.24 Засыпку подводной траншеи допускается проводить путем:

- рефулирования грунта земснарядами по пульпопроводу;
- транспортирования грунта и засыпки траншей саморазгружающимися шаландами;
- транспортирования грунта баржами с выгрузкой его грейфером в траншею или отвалы;
- сброса грунта с баржи-площадки бульдозером;
- перекачивания грунта из барж грунтососами;
- сброса грунта с береговых отвалов бульдозером;
- сброса грунта в воду самосвалами зимой со льда, обладающего достаточной несущей способностью.

6.6.25 При глубинах моря менее 1,5 м следует рассматривать возможность отсыпки дамбы с выходом на глубины, доступные для работы земснарядов. Наличие дамбы позволяет подготовить траншею с помощью сухопутной техники и провести последующую присыпку уложенного трубопровода и засыпку траншей до черных отметок.

6.6.26 При разработке траншеи для выхода трубопровода на сушу следует оценить возможность применения технологической схемы, при которой морскими земснарядами разрабатывается траншея для продвижения самого земснаряда к береговой зоне.

6.6.27 Параметры подводной траншеи на участках, глубины которых с учетом сгонно-нагонных и приливно-отливных колебаний уровня воды (значения указанных колебаний следует принимать на основе не менее чем трехгодичных наблюдений) менее осадки землеройной техники, следует принимать в соответствии с нормами эксплуатации морских судов и обеспечения безопасных глубин в границах рабочих перемещений землеройной техники и обслуживающих ее судов.

6.6.28 Если в проектной (рабочей) документации предусмотрено использование для засыпки траншеи местного грунта, то при строительстве многониточной трубопроводной системы допускается траншею с уложенным морским трубопроводом засыпать грунтом, отрываемым из траншеи параллельной нитки.

6.6.29 При разработке скальных грунтов применение взрывчатых веществ должно быть согласовано с Росрыболовством России и местными органами рыбнадзора.

6.7 Нагрузки и воздействия на морские трубопроводы

6.7.1 Нормативные расчетные нагрузки, воздействия и возможные их сочетания следует принимать в соответствии с требованиями СП 20.13330, СП 38.13330 и настоящего свода правил.

При расчетах морского трубопровода следует рассматривать следующие сочетания нагрузок:

- постоянно действующие нагрузки;
- постоянно действующие нагрузки совместно с нагрузками окружающей среды;
- постоянно действующие нагрузки в комбинации с особыми (случайными) нагрузками.

6.7.2 К постоянно действующим нагрузкам на морской трубопровод в процессе его строительства и последующей эксплуатации относятся:

- вес конструкции трубопровода, включая утяжеляющее покрытие, морское обрастание и прочее;
- наружное гидростатическое давление морской воды;
- выталкивающая сила водной среды;
- внутреннее давление транспортируемого продукта;
- температурные воздействия;
- давление грунта засыпки.

6.7.3 К воздействиями окружающей среды на морской трубопровод относятся следующие нагрузки:

- вызванные подводными течениями;
- вызванные морским волнением.

6.7.4 К случайным нагрузкам относятся: сейсмическая активность, деформация грунтов морского дна, оползневые процессы, воздействия от тралов, якорей и падающих предметов.

6.7.5 При расчетах морского трубопровода на период строительства следует учитывать нагрузки от строительных механизмов и нагрузки, возникающие в процессе гидравлических испытаний.

6.7.6 Нагрузки и воздействия, вызываемые резким нарушением процесса эксплуатации, временной неисправностью и поломкой оборудования, должны устанавливаться в проектной (рабочей) документации в зависимости от особенностей технологического режима эксплуатации трубопровода.

Нагрузки и воздействия от неравномерной деформации грунта (осадок, оползней и т. д.) следует определять на основании анализа грунтовых условий и их возможного изменения в процессе эксплуатации трубопровода.

6.7.7 Нормативное значение воздействия от предварительного напряжения трубопровода (упругий изгиб по заданному профилю) следует определять по принятому конструктивному решению трубопровода.

Нормативное значение давления транспортируемой среды должно быть определено в проектной (рабочей) документации.

6.7.8 Нормативный температурный перепад в трубопроводе следует принимать равным разнице между максимально и минимально возможной температурой стенок трубопровода в процессе его эксплуатации и наименьшей (наибольшей) температурой, при которой фиксируется расчетная схема трубопровода.

6.7.9 В проектной (рабочей) документации морского трубопровода следует предусматривать мероприятия, ограничивающие резкое повышение давления в трубопроводе при аварийном закрытии запорной арматуры (гидравлический удар). Максимальное давление в трубопроводе с учетом повышения давления в результате гидравлического удара не должно превышать расчетное давление.

Расчет толщины стенки труб и выбор запорно-регулирующей и предохранительной арматуры следует проводить с учетом всех возможных видов нагрузок и воздействий, в том числе сейсмических и гидравлического удара.

6.7.10 Сейсмические воздействия на подземные морские трубопроводы следует принимать согласно СП 14.13330.

6.8 Расчеты на прочность и устойчивость

6.8.1 По согласованию с заказчиком допускается использовать методы расчета по допускаемым напряжениям при условии обеспечения надежности морского трубопровода в соответствии с требованиями настоящего свода правил.

6.8.2 Расчеты морского трубопровода следует проводить на статические и динамические нагрузки и воздействия в соответствии с требованиями строительной механики, прочности материалов и механики грунтов, а также требованиями настоящего свода правил.

6.8.3 Расчет морского трубопровода на прочность и устойчивость должен включать определение толщины стенок труб и соединительных деталей, проведение проверочного расчета принятого конструктивного решения на наиболее неблагоприятные сочетания нагрузок и воздействий реально ожидаемых нагрузок с оценкой устойчивости его положения против всплытия.

6.8.4 Расчеты морского трубопровода следует выполнять отдельно на нагрузки и воздействия, возникающие при его строительстве, включая гидравлические испытания, и на нагрузки и воздействия, возникающие при эксплуатации.

6.8.5 При расчете трубопровода на прочность, устойчивость и деформативность коэффициент условий работы трубопровода следует принимать равным 0,660, а значение коэффициента надежности по назначению трубопровода — равным не менее 1,1.

6.8.6 При расчетах на прочность и деформативность основные физические характеристики стали следует принимать по техническим условиям на материал труб.

6.8.7 При выполнении расчетов на прочность следует оценивать запас прочности в наиболее нагруженных сечения трубопровода при различных сочетаниях нагрузок, исходя из двухосного напряженного состояния.

6.8.8 При расчетах следует принимать, что при минимальном пределе текучести суммарное удлинение не превышает 0,2 %.

Остаточная деформация в морском трубопроводе должна быть не более 0,2 % (0,002).

6.8.9 Трубопроводы следует проверять на устойчивость сечения трубы от воздействия внешних нагрузок. В этом случае внутреннее давление в трубопроводе принимают равным 0,1 МПа.

6.8.10 Овальность труб U вычисляют по формуле

$$U = \frac{D_{max} - D_{min}}{D}. \quad (1)$$

Допустимая суммарная овальность, включая начальную овальность труб (заводские допуски), не должна превышать 1,0 % (0,01).

6.8.11 На участках возможных просадок морского трубопровода необходимо проводить расчет прогнозируемого искривления оси трубопровода от собственного веса с учетом внешних нагрузок.

6.8.12 На участках провисания трубопровода длину допустимого пролета следует определять с учетом изменения сечения трубы, вызванного овализацией.

6.8.13 В проекте следует учитывать гидродинамические воздействия на трубопровод, колебания рабочего давления и температуры, а также другие нагрузки и воздействия.

6.8.14 Расчет усталостных явлений следует выполнять на основе анализа всех возможных изменений напряжений в трубопроводе по интенсивности и частоте, вызывающих усталостные разрушения в процессе строительства или при эксплуатации морского трубопровода.

При этом следует использовать методики, основанные на механике разрушений при испытании труб на малоцикловую усталость.

6.8.15 Минимальную толщину стенки морского трубопровода δ вычисляют по формуле

$$\delta = \frac{(P - P_0) \cdot D}{2 \cdot F \cdot \sigma_y}. \quad (2)$$

6.8.16 Номинальную толщину стенки труб следует устанавливать по минимальной толщине, полученной по формуле (3), с округлением до ближайшего большего значения, предусмотренного национальными стандартами или техническими условиями.

6.8.17 Толщина стенки трубопровода должна быть достаточной с учетом нагрузок, возникающих при монтаже, укладке, гидравлических испытаниях трубопровода и при его эксплуатации.

6.8.18 При необходимости следует добавлять к расчетной номинальной толщине стенки трубопровода допуски на внутреннюю коррозию.

Если предусматривается программа мониторинга коррозии или закачки ингибиторов, добавление допусков на коррозию не требуется.

6.8.19 При укладке трубопровода радиус кривизны его оси R должен удовлетворять условию

$$R \geq 450 \cdot D \cdot 10^{-3}. \quad (3)$$

6.8.20 При выборе толщины стенки трубопровода необходимо обеспечить достаточную прочность и устойчивость трубы на смятие с учетом ее овальности, напряжений изгиба и внешних нагрузок.

Для приближенного расчета давления смятия могут использоваться следующие уравнения:

$$P_c = \frac{P_y \cdot P_{cr}}{(P_y^2 + P_{cr}^2)^{0,5}}; \quad (4)$$

$$P_{cr} = \frac{2E}{(1-\nu^2)}\left(\frac{\delta}{D}\right)^3; \quad (5)$$

$$P_y = 2\sigma_T \frac{\delta}{D}. \quad (6)$$

Давление смятия, установленное по формулам (4)—(6), должно быть сопоставлено с гидростатическим давлением, обусловленным глубиной моря.

Коэффициент запаса прочности против смятия должен быть не менее 1,5.

6.8.21 Наружное гидростатическое давление на трубу при фактической глубине воды P_0 вычисляют по формуле

$$P_0 = H \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-6}. \quad (7)$$

6.8.22 Следует также учитывать, что при давлении, превышающем критическое значение, местное поперечное смятие трубы может развиться вдоль продольной оси трубопровода.

Наружное гидростатическое давление, при котором может произойти распространение возникшего ранее смятия P_p, вычисляют по формуле

$$P_P = 24 \cdot \sigma_T \left(\frac{\delta}{D}\right)^{2,4}. \quad (8)$$

6.8.23 Расчеты трубопровода следует проводить для проверки устойчивости положения трубопровода на дне моря при воздействии гидродинамических нагрузок в процессе его строительства и эксплуатации.

Если трубопровод заглублен в непрочном грунте, а его плотность менее плотности окружающего грунта, следует установить, что сопротивление грунта срезающим усилиям достаточно для предотвращения всплытия трубопровода на поверхность.

6.8.24 Относительная плотность трубопровода с утяжеляющим покрытием должна быть более плотности морской воды с учетом наличия в ней взвешенных частиц грунта и растворенных солей.

6.8.25 Величина отрицательной плавучести трубопровода из условия устойчивости его положения на дне моря должна удовлетворять следующему условию

$$f \cdot (G - P_z) \geq m \cdot (P_x + P_и). \quad (9)$$

6.8.26 Максимальную горизонтальную ($P_x + P_и$) и соответствующую ей вертикальную P_z проекции линейной нагрузки от волн и морских течений, действующих на трубопровод, следует определять по СП 38.13330.

6.8.27 При определении устойчивости морских трубопроводов на дне моря под воздействием гидродинамических нагрузок расчетные характеристики ветра, уровня воды и элементов волн следует принимать в соответствии с требованиями СП 38.13330.

6.8.28 Расчеты значений скоростей придонных течений и волновых нагрузок следует проводить для случаев:

- повторяемостью один раз в 100 лет — при расчетах на период эксплуатации морского трубопровода;
- повторяемостью один раз в год — при расчетах на период строительства морского трубопровода.

6.8.29 Сейсмостойкость трубопровода должна обеспечиваться дополнительным запасом прочности, принимаемым при расчете прочности и устойчивости трубопроводов, а также при необходимости антисейсмическими мероприятиями.

Расчет прочности и устойчивости сечений трубопровода следует проводить на нагрузки от возможных неравномерных перемещений грунта в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Значения максимальных ускорений, скоростей и перемещений частиц грунта следует принимать по данным сейсмометрических изысканий. Допускается использование данных сейсмометрических записей на аналогичных геотектонических участках.

6.8.30 Нормативные сопротивления при расчете труб на прочность и деформативность следует принимать равными минимальным значениям соответственно временного сопротивления и предела текучести материала труб и соединительных деталей по национальным стандартам и техническим условиям на трубы и соединительные детали.

Расчетные сопротивления сварных швов, соединяющих между собой трубы и соединительные детали, выполненных любым видом сварки и прошедших контроль качества неразрушающими методами, должны быть не ниже расчетных сопротивлений основного металла труб.

6.8.31 Проверочный расчет трубопровода на прочность следует проводить после выбора его основных размеров с учетом всех расчетных нагрузок и воздействий для всех расчетных случаев, возникающих при сооружении, испытании и эксплуатации трубопровода.

6.8.32 Определение усилий от расчетных нагрузок и воздействий, возникающих в отдельных элементах трубопровода, необходимо проводить методами строительной механики.

Методика и точность выполнения расчета согласовываются с заказчиком.

7 Строительство

7.1 Общие требования по организации строительства

7.1.1 В проектной (рабочей) документации должны быть приведены схемы монтажа трубопровода, последовательного наращивания и протаскивания в траншею.

Все технологические операции необходимо выполнять строго в соответствии с проектной (рабочей) документацией и проектом производства работ.

7.1.2 Минимальный размер площадки на берегу должен быть достаточным для размещения лебедок, генераторов, вспомогательного оборудования и устройств, места хранения труб, размещения готовых плетей и удерживающих лебедок.

7.1.3 Для обеспечения плавного перехода от конца траншеи до площадки должно быть выполнено ее профилирование, в том числе с учетом использования спусковых дорожек для протаскивания плетей трубопровода.

7.1.4 Трубоукладочное судно до начала производства строительных работ должно пройти проверку, включая испытания сварочного оборудования и неразрушающих методов контроля, оборудования для ремонта и изоляции сварных стыков труб, натяжных устройств, лебедок, приборов контроля и систем управления, обеспечивающих перемещение судна по трассе трубопровода и укладку трубопровода на проектные отметки. Проверка производится по техническим условиям, разрабатываемым в составе проектной документации для конкретного объекта строительства морского трубопровода, прокладываемого с помощью трубоукладочного судна.

7.1.5 Трубоукладочное судно должно обеспечивать укладку трубопровода в подводную траншею с отклонениями от оси в пределах допусков, определяемых техническими характеристиками систем ориентации и позиционирования. Для контроля положения судна относительно траншеи следует использовать сканирующие эхолоты и гидролокаторы кругового обзора.

7.1.6 Перед началом протаскивания трубопровода по дну моря следует выполнить подчистку подводной траншеи (при необходимости), провести контрольные промеры с построением продольного профиля траншеи, выполнить расчеты тяговых усилий и напряженного состояния трубопровода.

7.1.7 Тяговые средства следует выбирать по максимальному расчетному тяговому усилию в зависимости от длины протаскиваемого трубопровода, коэффициента трения и отрицательной плавучести трубопровода.

Значения коэффициентов трения скольжения следует назначать по данным инженерных изысканий с учетом возможности зарывания трубопровода в грунт, несущей способности грунта и отрицательной плавучести трубопровода.

7.1.8 При расчете тягового усилия следует учитывать, что отрицательная плавучесть обетонированного трубопровода возрастает за счет водопоглощения бетонного покрытия. При полном водопоглощении бетона вес покрытия может увеличиться на 4 %.

7.1.9 Для уменьшения тяговых усилий при протаскивании трубопровода следует использовать понтоны, уменьшающие отрицательную плавучесть трубопровода на время укладки, и спусковые дорожки.

Понтоны должны быть проверены на прочность от воздействия гидростатического давления и иметь устройства для механической отстроповки.

7.1.10 Перед укладкой трубопровода на глубоководном участке должны быть выполнены расчеты напряженно-деформированного состояния трубопровода для следующих основных технологических процессов:

- начало укладки;
- непрерывная укладка трубопровода с изгибом по S- или J-образным кривым;
- спуск трубопровода на морское дно при неблагоприятных условиях проведения работ и его подъем;
- окончание укладочных работ.

7.1.11 Технологические процессы разработки траншеи и засыпки уложенного трубопровода должны быть по возможности максимально совмещены во времени.

При относительной устойчивости траншеи технологический задел по ее разработке допускается выполнять в навигационный период предшествующего года.

7.1.12 При заглублении трубопровода открытым способом в зоне выхода его на берег должно быть предусмотрено берегоукрепление.

При производстве берегозащитных работ следует применять проверенные опытом экологически чистые конструкции и технологические процессы.

Крепление откосов берегов должно предусматриваться до отметки, возвышающейся не менее чем на 0,5 м над расчетным горизонтом высоких вод повторяемостью один раз в 50 лет.

Ширину укрепляемой полосы берега следует определять проектом в зависимости от геологических и гидрологических условий, но не менее ширины раскрытия траншеи в урезе с запасом по 10 м в каждую сторону от оси.

7.2 Общие требования по выбору технологии и строительной техники

7.2.1 Требования к выбору технологии и строительной техники для производства земляных и укладочных работ при строительстве морского трубопровода следует определять условиями строительства (глубина, течения, расход донных наносов, гидрогеологические характеристики и т. д.), погодными условиями, технической оснащенностью землеройной и трубоукладочной техники, ее техническими характеристиками.

7.2.2 Тип землеройной техники следует выбирать в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемых грунтов, объема выемки, гидрологического режима, глубины производства работ, условий судоходства, периода (времени года) производства работ.

7.2.3 Плавучие грунторазрабатывающие снаряды следует выбирать с учетом продолжительности навигационного периода и времени буксировки снаряда на объект.

7.2.4 Для производства земляных работ на приурезных мелководных участках и участке выхода на берег следует применять традиционные типы техники:

- бульдозеры, экскаваторы (плавающие и на понтоне) — при глубине моря до 2 м;
- канатно-скреперные установки;
- землесосные снаряды типа «плавучий грунтосос», в том числе с механическим рыхлителем.

7.2.5 Для производства земляных работ на подводных участках следует применять специальные плавучие механизмы:

- землечерпательные ковшовые снаряды;
- землесосные рефулерные снаряды;
- гидромониторно-эжекторные снаряды;
- канатно-скреперные установки;
- взрывной способ.

7.2.6 Требования к производству работ буровзрывным способом приведены в [17] и [18].

7.2.7 Выбор трубоукладочного судна должен основываться на весовых характеристиках морского трубопровода, длине, радиусе, типе и угле наклона стингера, необходимых усилиях натяжения трубопровода, а также на расчетах процесса укладки с изгибом по S- и J-образной кривым.

7.2.8 Трубоукладочное судно должно быть оборудовано определенным типом стингера: прямолинейным жестким или криволинейным шарнирным.

7.2.9 Основные показатели выбора трубоукладочного судна:

- диаметр и весовые характеристики трубопровода, усилия натяжения;
- максимальные глубина работ, волнение, скорость волн и ветра;
- характеристики стингера: длина, радиус, угол наклона;
- классификация судна («река — море», «океанический», «арктический») с учетом мореходности судна в районе производства работ и типа корпуса;
- габаритные размеры судна для размещения оборудования и материалов для монтажа трубопровода;
- водоизмещение, осадка при пустом трюме и при загрузке;
- характеристики якорной системы, систем позиционирования, навигации и сигнализации;
- производительность укладки;
- наличие механизмов необходимой грузоподъемности;
- самодвижущееся или нет.

7.2.10 Для укладки трубопровода на малых глубинах следует использовать небольшие трубоукладочные суда, на больших глубинах моря — трубоукладочные суда полупогружного типа класса «река — море» или большие суда «океанического» («арктического») класса.

7.2.11 Стыковку длинномерных плетей морского трубопровода на плаву следует выполнять на трубоукладочном судне, на плавучей стыковочной платформе при помощи самоподъемной технологической платформы, оборудованной закольными сваями, а также на плавучей стыковочной платформе с плавкраном.

7.3 Сварка труб и методы контроля сварных соединений

7.3.1 Сварка труб и контроль сварных соединений морского трубопровода должны соответствовать требованиям настоящего свода правил.

7.3.2 Соединения труб при строительстве морских трубопроводов следует выполнять с использованием следующих схем:

- с предварительной сваркой двух-, трех-, четырехтрубных секций с последующей сваркой в непрерывную нитку;
- сваркой отдельных труб в непрерывную нитку.

7.3.3 При подготовке и проведении сварочных работ с целью обеспечения требуемого уровня качества сварки и обеспечения требуемых свойств сварных соединений следует:

- определять технологию сварки, разрабатывать операционно-технологические карты и согласовывать их с заказчиком;
- проводить независимую аттестацию технологии сварки, требования к которым приведены в [19];
- осуществлять контроль сварочных материалов, труб и трубных заготовок, запорной арматуры (входной контроль) на соответствие требованиям проектной документации;
- использовать аттестованное сварочное оборудование;
- осуществлять допуск к сварочным работам аттестованных сварщиков и специалистов сварочного производства;
- осуществлять постоянный контроль за соблюдением утвержденной технологии сварки;
- осуществлять постоянный операционный (строительный) контроль в процессе сборки и сварки с оформлением исполнительной документации;
- своевременно предоставлять заказчику документацию по законченным этапам выполняемых работ.

7.3.4 Аттестацию следует проводить в условиях, приближенных к условиям строительства, на строительно-монтажной площадке или на трубоукладочном судне в присутствии представителей заказчика.

7.3.5 Сварку морского трубопровода следует выполнять одним из следующих способов:

- автоматическая или полуавтоматическая сварка в среде защитного газа;
- автоматическая или полуавтоматическая сварка самозащитной проволокой;
- ручная сварка электродами с покрытием основного типа или с целлюлозным покрытием;

электроконтактная сварка непрерывным оплавлением с послесварочной термической обработкой и автоматическим ультразвуковым контролем качества сварных соединений.

7.3.6 Допускается применение других способов сварки при условии положительных результатов производственной аттестации технологии сварки, наличия опыта их применения при сварке морских трубопроводов.

7.3.7 Сварку труб протяженных участков морских трубопроводов следует выполнять автоматическими способами сварки и их комбинациями. В качестве вспомогательного процесса допускается ручная дуговая сварка заполняющих и облицовочного слоев шва электродами с основным видом покрытия методом «на спуск».

7.3.8 Ручную дуговую сварку электродами с основным видом покрытия на подъем следует применять в случаях технической невозможности применения автоматических и механизированных способов сварки, а также при выполнении специальных сварных соединений — захлестов (замыкающих стыков), прямых вставок (катушек), разнотолщинных стыковых соединений и при ремонте сварных соединений.

7.3.9 При производстве сварочных работ при отрицательных температурах воздуха в проектной (рабочей) документации должны быть предусмотрены мероприятия, устраняющие влияние низкой температуры на материалы и сварочное оборудование.

7.3.10 При строительстве глубоководных участков морского трубопровода сварочные работы целесообразно выполнять на специально оборудованных палубах трубоукладочных судов (барж).

Технологическая линия для проведения сварочных работ на судне должна обеспечивать последовательное выполнение операций приемки и входного контроля труб, в том числе проверку намагниченности торцов, подготовку специальной разделки кромок под сварку (при необходимости), предварительный подогрев, сборку кольцевого стыка и сварку корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва с последующим неразрушающим контролем. Подачу труб и их перемещение по технологической линии следует производить с помощью подъемных кранов или рольгангов.

7.3.11 Изготовление 2—4-трубных секций допускается на строительно-монтажной площадке на берегу или непосредственно на трубоукладочном судне. Базовой технологией при изготовлении трубных секций является автоматическая сварка под флюсом в нижнем положении с вращением труб.

7.3.12 На технологической линии судна, выполняющего укладку трубопровода S-методом, для обеспечения оптимальной производительности сварки должно быть оборудовано несколько сварочных постов (в зависимости от толщины стенки труб) по поточно-расчлененному методу.

7.3.13 На технологической линии судна, выполняющего укладку трубопровода J-методом, сварка кольцевых стыков проводится в горизонтальном положении стыка, при этом базовым методом является автоматическая сварка в среде защитных газов на одном посту двумя или несколькими сварочными головками (в зависимости от диаметра трубы). Допускается применение иных способов сварки, если это технически обосновано и подтверждено результатами производственной аттестации технологии сварки.

7.3.14 Переточку кромок труб под сварку (при необходимости) следует проводить специализированными станками, обеспечивающими необходимую точность обработки (по операционно-технологической карте).

7.3.15 Для поддержания необходимой межслойной температуры стыка в процессе сварки технологическая линия должна быть оснащена электрическими или газовыми подогревателями.

7.3.16 Для предотвращения остановок технологической линии из-за поломок оборудования должно быть предусмотрено наличие запасных единиц сборочного, сварочного и вспомогательного оборудования, включая оборудование для ремонта и вырезки сварных швов.

7.3.17 Сварочные посты на трубоукладочном судне должны быть защищены от сквозняков и попадания атмосферных осадков и оснащены системой вентиляции.

7.3.18 При укладке с трубоукладочного судна необетонированного трубопровода методом сматывания с барабана сварочные работы следует проводить в базовых условиях на береговой строительно-монтажной площадке. Намотку трубопровода на барабан следует проводить по мере готовности длинномерных плетей, которые в зависимости от диаметра и толщины стенки могут изготавливаться с применением поточно-групповых или поточно-расчлененных схем организации работ. Для ускорения работ может быть организована поворотная сварка двух-, трехтрубных секций на дополнительной линии, при этом помимо комбинированных технологий с автоматической сваркой под флюсом может быть использована также автоматическая сварка поворотных стыков в среде защитных газов.

7.3.19 Береговая строительно-монтажная площадка для изготовления плетей трубопровода должна включать участок приемки и складирования труб, участок обработки кромок (при необходимости переточки заводских фасок), сборочно-сварочную линию с постами: предварительного подогрева стыков, сборки стыков и сварки корневого слоя шва, сварки заполняющих и облицовочного слоев шва

(в зависимости от типоразмера труб и требуемой производительности сварки), неразрушающего контроля, ремонта сварных швов. Для повышения производительности сварочных работ по изготовлению длинномерных плетей может быть организована дополнительная линия по сварке 2—4-трубных секций.

7.3.20 Для размещения труб и их перемещения в процессе сборочно-сварочных операций на береговой площадке должны быть предусмотрены роликовые опоры и рольганги.

7.3.21 Сварочные работы на береговой строительно-монтажной площадке следует проводить в укрытиях, обеспечивающих защиту от атмосферных осадков и ветра. В случае применения способов сварки в среде защитных газов следует применять укрытия (герметичные вентилируемые палатки), обеспечивающие защиту зоны сварки от сквозняков.

7.3.22 Сварку замыкающего стыка морского трубопровода целесообразно выполнять на плаву на специально оборудованном понтоне или трубоукладочном судне.

7.3.23 Трубы, свариваемые при выполнении замыкающего стыка, должны быть одного класса прочности, иметь одинаковый диаметр и толщину стенки.

7.3.24 Для производства работ соединяемые концы морского трубопровода должны быть подняты на поверхность и размещены на сборочной линии понтона или судна с обеспечением горизонтального положения оси трубопровода в зоне замыкающего стыка.

7.3.25 Удаление заглушек (днищ) на торцах следует проводить механизированной газовой резкой, обработку кромок труб под сварку — специализированными станками для обеспечения необходимой точности геометрических параметров разделки.

7.3.26 Сборку стыка следует выполнять с использованием наружного центратора и системы зажимов. Мощность системы зажимов следует определять в зависимости от веса и диаметра свариваемых труб.

7.3.27 Сварку замыкающего стыка следует проводить ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия. Для стыков труб диаметром свыше 300 мм с толщиной стенки 12 мм и более допускается применение комбинированных технологий сварки.

7.3.28 Подготовку, сборку и сварку замыкающего стыка следует выполнять преимущественно в светлое время суток без длительных перерывов от начала до полного завершения.

7.3.29 При соответствующем обосновании разрешается проводить соединение плетей трубопровода или ремонтные работы на дне моря, с применением стыковочных устройств и сварки в гипербарической камере. Процесс подводной сварки должен быть квалифицирован соответствующими испытаниями.

7.3.30 В процессе приемки сварочных работ все сварные швы подлежат проверке неразрушающими методами контроля, т. е. в дополнение к визуальному контролю сварные швы должны быть проверены автоматическим ультразвуковым методом. Рентгеновский метод контроля допускается применять при сварке плетей на береговой базе.

7.3.31 Радиографический контроль следует выполнять в соответствии с ГОСТ 7512, ультразвуковой — в соответствии с ГОСТ Р 55724.

7.3.32 Кольцевые сварные швы считают принятыми после их приемки представителем заказчика на основе записей результатов ультразвукового контроля. Документация с записями результатов процесса сварки (сварочный журнал или электронная регистрация режимов сварки) и контроля сварных стыков труб должна храниться на протяжении всего срока службы морского трубопровода.

7.3.33 Внешний вид и геометрические параметры сварных швов должны соответствовать требованиям 6.3.

7.3.34 Для выполнения сварочно-монтажных работ при строительстве морских трубопроводов следует привлекать организации, аттестованные на выполнение таких работ.

7.3.35 Аттестацию способов сварки, сварочного оборудования и материалов следует проводить в условиях, приближенных к условиям строительства (на сварочной базе или трубоукладочном судне) в присутствии представителя заказчика.

Операторы автоматических сварочных установок должны быть аттестованы с учетом дополнительных требований, учитывающих условия сварки на конкретном трубоукладочном судне.

Сварщики, выполняющие сварку под водой, дополнительно должны пройти соответствующее обучение, а затем специальную аттестацию в камере под давлением с имитацией натурных условий работы на дне моря.

7.3.36 Требования к аттестации специалистов сварочного производства приведены в [20], [21], [22, НГДО, п. 6].

7.3.37 Руководитель сварочных работ подрядчика должен быть аттестованным специалистом сварочного производства уровня III или IV профессиональной подготовки [20].

7.4 Защита морских трубопроводов от коррозии

7.4.1 Подготовку поверхности зоны сварного стыка труб и прилегающих участков заводского покрытия (очистка, нагрев), нанесение эпоксидного праймера, установку и усадку термоусаживающихся манжет следует осуществлять в соответствии с проектной (рабочей) документацией (инструкция по изоляции сварных стыков труб термоусаживающимися полимерными лентами) и операционными технологическими картами.

7.4.2 Изоляция на отремонтированных участках по показателям свойств (диэлектрическая сплошность, толщина, адгезия, электрическое сопротивление) должна соответствовать основному заводскому покрытию труб.

7.4.3 Система ЭХЗ от коррозии всего объекта в целом должна быть построена и включена в работу до сдачи трубопровода в эксплуатацию. Все средства ЭХЗ, включая анодные заземления, должны пройти индивидуальное опробование.

7.4.4 При подключении других трубопроводов или отводов к проектируемому морскому трубопроводу следует руководствоваться требованиями ГОСТ Р 51164.

Перерыв в действии каждой установки систем электрохимической защиты (независимо от источника электроснабжения: сеть или автономный) допускается не более одного раза в квартал (до 80 ч) для проведения регламентных и ремонтных работ. Длительность одноразового отказа (перерыва) установки ЭХЗ не должна превышать 24 ч.

7.4.5 Катодные преобразователи (катодные станции) и электрические дренажи должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 51164.

7.4.6 Групповые протекторные установки, единичные и протяженные протекторы, устанавливаемые на береговом участке трубопровода, должны быть подключены к защищаемому трубопроводу через контрольно-измерительные пункты.

7.4.7 Установку контрольно-измерительных пунктов следует совмещать с местами установок задвижек.

7.4.8 Выбор типа анодного заземления следует производить, исходя из удельного электрического сопротивления грунта, наличия свободной площади и с учетом их вредного влияния на посторонние соседние подземные трубопроводы и сооружения при сдаче-приемке законченных строительством запроектированных защитных установок.

7.4.9 Монтаж оборудования ЭХЗ должны выполнять аттестованные специалисты по операционным и технологическим картам и с соблюдением требований [9].

7.4.10 Средства ЭХЗ должны иметь повышенную надежность (не менее 30 000 ч наработки на отказ) и быть оборудованы дистанционным контролем силы тока защиты, напряжения на выходе катодных станций и защитного потенциала в точке дренажа.

7.4.11 Средства ЭХЗ, предусмотренные проектом, следует включать в работу не позднее одного месяца после укладки трубопровода, засыпки его грунтом и испытания.

7.4.12 Контрольно-измерительные пункты должны быть оборудованы неполяризующимися электродами сравнения длительного действия с датчиками электрохимического потенциала, обеспечивающими измерение поляризационных потенциалов на трубопроводе.

7.4.13 В узле подсоединения морского трубопровода к магистрали должно быть установлено изолирующее фланцевое соединение.

7.4.14 Для электрохимической защиты следует применять двухжильные бронированные силовые кабели с пластмассовыми оболочками сечением не менее 35 мм^2.

7.5 Требования по укладке морских трубопроводов

7.5.1 Выбор метода укладки морского трубопровода необходимо осуществлять на основе его технологической выполнимости, экономической эффективности и безопасности для окружающей среды.

Укладку морского трубопровода методом протаскивания по дну следует выполнять на мелководных и прибрежных участках с глубинами, недоступными для подхода трубоукладочного судна, и осуществлять следующими способами:

- траншейным:
  - протаскивание с судна на берег — лебедкой на берегу,
  - протаскиванием с берега в море — лебедкой на судне.

- бестраншейным:
  - протаскиванием с судна на берег — буровой установкой или лебедкой на берегу,
  - протаскиванием с берега в море — установкой или лебедкой на судне.

7.5.2 Укладка морских трубопроводов методом буксировки плетей трубопровода в подводном или надводном положении с последующим опусканием на дно моря рекомендуется при укладке трубопроводов на мелководных участках или на участках трассы со скальными грунтами, которые не держат якоря судов.

7.5.3 При укладке трубопровода с применением буксирных судов работы следует выполнять в следующей последовательности:

- на береговой строительно-монтажной площадке монтируют отдельные плети трубопровода расчетной длины;
- плети оснащают понтонами и поочередно выводят на плаву в море;
- с помощью буксирных судов плети транспортируют в створ подводного перехода;
- плети соединяют между собой в нитку и погружают на дно моря путем отстропки понтонов или заполнения внутренней полости трубопровода водой.

7.5.4 При укладке трубопровода с применением буксирных судов следует выполнять следующие расчеты:

- тягового усилия при выводе плети трубопровода с берега в море;
- буксировочного сопротивления при транспортировании плетей;
- напряженно-деформированного состояния трубопровода при укладке;
- напряжения в трубопроводе при аварийном спуске на дно во время шторма и его подъеме.

7.5.5 При соответствующем обосновании разрешается проводить соединение плетей трубопровода после их укладки на дно моря с применением стыковочных устройств и гипербарической сварки.

7.5.6 К торцу трубопровода перед протаскиванием должны быть приварены заглушка (днище) и оголовок для крепления тягового троса. При буксировке на понтонах заглушки приваривают на обоих торцах плети трубопровода.

Тяговый трос должен передавать трубопроводу только осевую нагрузку. Для предотвращения возникновения скручивающих усилий, возможных при скрутке троса в месте его присоединения к оголовку трубопровода, следует предусматривать установку вертлюжного устройства.

7.5.7 При укладке трубопровода с трубоукладочного судна на мелководных участках работы следует выполнять в следующей последовательности:

- установка трубоукладочного судна по створу подводного трубопровода;
- установка на берегу тяговой лебедки и закрепление ее анкерами;
- подача тягового троса от лебедки к судну и закрепление троса к оголовку первой секции трубопровода;
- последовательная приварка труб (наращивание) на судне с вытягиванием лебедкой конца трубопровода на берег.

7.5.8 На больших глубинах моря следует использовать методы укладки трубопровода по S- и J-образным кривым с использованием трубоукладочного судна (баржи).

В процессе укладки следует непрерывно контролировать: кривизну трубопровода, напряжения, возникающие в трубопроводе на верхнем выпуклом и нижнем вогнутом провисающем участках, поддерживаемых стингером, натяжное усилие. Значения этих параметров следует определять на основе расчетов нагрузок и деформаций до начала укладки трубопровода.

Положение трубы на стингере трубоукладочного судна следует контролировать с помощью акустической или магнитной систем.

7.5.9 Опускание трубопровода на дно при неблагоприятных погодных условиях должно включать следующие операции:

- определение места окончания укладки путем измерения трассы и определением местоположения;
- монтаж заглушки на последнюю трубную секцию трубопровода, присоединение троса;
- подготовку лебедки для временного спуска и подъема и передачу силы натяжения на эту лебедку;
- движение трубоукладочного судна вперед, спуск конца трубопровода в воду, натяжение, удерживаемое лебедкой;
- постепенное снижение натяжения, медленный спуск трубопровода на дно;
- отсоединение троса от заглушки трубопровода водолазами и присоединение маркерного буя.

7.5.10 При ухудшении погодных условий во время укладки трубопровода в траншею трубоукладочное судно должно занять наиболее благоприятное положение по отношению к ветру вблизи опущенного на дно моря конца трубопровода и удерживать этот конец на тросе до тех пор, пока не улучшаться погодные условия и трубопровод можно будет поднять на борт.

7.5.11 Допускается укладку промыслового необетонированного трубопровода диаметром до 500 мм осуществлять с трубоукладочного судна, оснащенного барабаном, методом сматывания с барабана.

7.6 Контроль качества строительства

7.6.1 Контроль качества строительства морского трубопровода должен осуществляться представителями строительного контроля подрядчика и заказчика.

7.6.2 Строительный контроль, осуществляемый заказчиком, должен включать проведение следующих контрольных мероприятий:

- проверку полноты и соблюдения установленных сроков выполнения подрядчиком входного контроля и достоверности документирования его результатов;
- проверку выполнения подрядчиком контрольных мероприятий по соблюдению правил складирования и хранения применяемой продукции и достоверности документирования его результатов;
- проверку полноты и соблюдения установленных сроков выполнения подрядчиком контроля последовательности и состава технологических операций по осуществлению строительства объектов капитального строительства и достоверности документирования его результатов;
- совместно с подрядчиком освидетельствование скрытых работ;
- проверку совместно с подрядчиком соответствия законченного строительством объекта требованиям проектной (рабочей) документации, результатам инженерных изысканий, требованиям технических регламентов;
- иные мероприятия в целях осуществления строительного контроля, предусмотренные законодательством Российской Федерации.

7.6.3 Для достижения необходимого качества строительных работ подрядчик должен обеспечить строительный контроль выполнения всех технологических операций по изготовлению и монтажу трубопровода:

- процесс доставки труб от завода-изготовителя до монтажной площадки должен гарантировать отсутствие механических повреждений на трубах;
- контроль качества обетонированных труб должен осуществляться в соответствии с техническими требованиями на поставку обетонированных труб;
- поступающие трубы, сварочные материалы (электроды, флюс, проволока) должны иметь сертификаты, соответствующие требованиям технических условий на их поставку;
- при сварке труб следует осуществлять систематический пооперационный контроль за процессом сварки, визуальный осмотр, обмер сварных соединений и проверку всех кольцевых сварных швов неразрушающими методами контроля;
- изоляционные материалы, предназначенные для монтажных стыков труб, не должны иметь механических повреждений. Контроль качества изоляционных покрытий должен предусматривать проверку сплошности покрытия с применением дефектоскопов.

7.6.4 Контроль качества земляных работ должен включать:

- входной контроль материалов (песок, щебень и т. п.) с определением физико-механических свойств грунта;
- проверку правильности переноса фактической оси траншеи и ее соответствия проектному положению;
- проверку профиля дна траншеи, включая ее глубину и проектные отметки, ширину траншеи по дну;
- проверку откосов траншей в зависимости от структуры грунтов, указанной в проекте производства работ (ППР);
- проверку толщины слоя подсыпки на дне траншеи и толщины слоя присыпки трубопровода мягким грунтом и ее структуры;
- контроль толщины слоя засыпки грунтом;
- проверку отметок верха насыпи, ее ширины и крутизны откосов;
- измерение фактических радиусов кривизны и ширины траншеи на участках поворота.

7.6.5 Морская землеройная техника, трубоукладочные и вспомогательные обслуживающие суда должны быть оснащены автоматической системой ориентации, предназначенной для постоянного контроля планового положения этих технических средств в процессе производства работ.

7.6.6 Контроль глубины залегания трубопровода в грунте следует выполнять с помощью методов телеметрии, ультразвуковых профилографов или водолазных обследований после укладки трубопровода в траншею.

7.6.7 В процессе укладки трубопровода необходимо проводить контроль основных технологических параметров (положение стингера, натяжение трубопровода, скорость перемещения трубоукладочного судна и др.) на предмет их соответствия проектным данным.

7.6.8 Для контроля за состоянием морского дна и положением трубопровода необходимо периодически, в том числе с помощью водолазов или подводных аппаратов, проводить обследование, которое позволит определить фактическое расположение трубопровода (размывы, провисы), а также возможные деформации дна вдоль трубопровода, вызванные волнением или подводными течениями в этой зоне.

7.6.9 Геодезическая разбивочная основа для строительства трубопровода должна иметь привязку к геодезической основе территории строительства, соответствовать технической документации и быть подтверждена актом приемки трассы.

7.6.10 К производству сварочно-монтажных работ на трассе должны допускаться сварщики, сварочное оборудование и материалы, соответствующие требованиям 6.3.

7.6.11 Требования к приборам и инструментам, условия выполнения, а также порядок выполнения визуального и измерительного контроля приведены в [23].

7.6.12 Требования к объемам контроля сварных соединений магистрального трубопровода неразрушающими методами определяются [24] с учетом ГОСТ 7512 и ГОСТ Р 55724.

7.6.13 Контроль адгезии и сплошности изоляционных покрытий следует проводить по ГОСТ Р 51164.

7.6.14 Последовательность проведения работ по контролю состояния изоляционного покрытия трубопровода должна соответствовать ГОСТ Р 51164. Состояние изоляционного покрытия следует оценивать по значению электрического сопротивления в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51164.

7.6.15 Контроль качества защитного покрытия труб, в том числе зоны сварных стыков, а также качества ремонта повреждений заводского покрытия должен осуществляться на всех стадиях производства работ: очистка поверхности трубы, нанесение эпоксидного праймера, нанесение и монтаж термоусаживающихся манжет, в соответствии с требованиями операционно-технологических карт и технических условий на покрытие.

7.6.16 При приемке изолированных сварных стыков должен производиться контроль сплошности изоляции электроискровыми дефектоскопами на всех стыках. Адгезия изоляции должна проверяться на 2 % изолированных сварных стыков не менее чем в четырех точках по окружности трубы, а также на тех стыках, качество изоляции которых вызывает сомнение.

7.6.17 Контроль качества изоляционного покрытия зоны сварного стыка труб с заводским покрытием должен осуществляться пооперационно:

- степень пескоструйной очистки трубы;
- толщина наносимого на зону сварного стыка эпоксидного праймера электромагнитным толщиномером;
- температура предварительного нагрева зоны сварного стыка и отверждения эпоксидного праймера контактным термометром;
- адгезия установленной термоусаживающейся манжеты адгезиметром.

7.6.18 При выявлении заводских дефектов покрытия, не подлежащих ремонту (отслаивание покрытия стальной поверхности труб, воздушные пузыри, пропуски и др.), такие трубы должны выбраковываться в присутствии представителя завода-поставщика изолированных труб и подлежать замене.

При выявлении повреждений изоляции, в том числе в результате транспортирования и укладки труб, дефектные участки покрытия маркируются и подлежат ремонту.

Ремонт несквозных и сквозных мест повреждений заводского покрытия труб должен осуществляться с использованием термоплавких заполнителей, ремонтных материалов и термоусаживающихся полимерных лент в соответствии с требованиями операционно-технологических карт.

7.6.19 Профилеметрия трубопровода внутритрубными профилемерами должна проводиться в процессе очистки внутренней полости.

7.6.20 Каждая обетонированная труба, поступающая на строительную площадку, должна иметь специальную маркировку и соответствовать техническим условиям завода-изготовителя.

7.6.21 Перед укладкой трубопровода в траншею следует проводить проверку соответствия размеров и профиля траншеи проектным.

7.6.22 Рекультивация земель, в том числе в местах размещения временных площадочных сооружений морского трубопровода, и другие меры по охране окружающей среды при выполнении земляных работ должны соответствовать требованиям ГОСТ 17.5.3.04, ГОСТ 17.5.3.06.

8 Испытание на прочность и проверка на герметичность

8.1 Испытания морского трубопровода на прочность и проверку на герметичность следует проводить гидравлическим методом после укладки на морское дно и до пуска его в эксплуатацию.

При испытании газопроводов допускается применение пневматического метода по специальной инструкции, согласованной с заказчиком.

8.2 При применении пневматического метода испытания воздухом (газом) должны учитываться природно-климатические условия региона строительства морского трубопровода (включая температуру воды и грунта на уровне заложения трубопровода и рельеф морского дна).

8.3 Для облегчения поиска утечек в трубопроводе в процессе закачки природного газа или воздуха следует добавлять одорант.

8.4 До начала гидравлических испытаний должны быть проведены очистка и контроль внутренней полости трубопровода с применением скребков, оснащенных приборами контроля, а также обследование уложенного трубопровода, проверено наличие участков провисания и их соответствие допустимым расчетным данным.

8.5 Минимальное давление при гидростатических испытаниях на прочность должно быть в 1,25 раза выше расчетного давления.

Допускается повышение испытательного давления до значения, вызывающего кольцевые напряжения в трубе во время испытания на прочность, не более 0,96 предела текучести металла труб.

Время выдержки трубопровода под давлением гидростатического испытания должно составлять не менее 8 ч.

Трубопровод считается выдержавшим опрессовку, если в течение последних четырех часов испытаний не было зарегистрировано падений давления.

8.6 Проверку трубопровода на герметичность следует проводить после испытания на прочность и снижения испытательного давления до расчетного значения в течение времени, необходимого для осмотра трассы трубопровода (не менее 12 ч).

8.7 Трубопровод считается выдержавшим испытание на прочность и проверку на герметичность, если за время испытания трубопровода на прочность труба не разрушилась, а при проверке на герметичность давление остается неизменным, утечки не обнаружены.

8.8 После окончания гидравлического испытания трубопровода должно быть проведено его обследование, включая внутритрубную диагностику. Результаты анализа проведенного обследования состояния металла труб, изоляционного покрытия и других элементов конструкции трубопровода должны быть занесены в паспорт данного объекта и служить контрольными данными для определения изменения состояния трубопровода в процессе его эксплуатации.

8.9 При гидравлическом испытании следует использовать пресную или ингибированную морскую воду.

8.10 Удаление воды из трубопровода следует проводить с пропуском не менее двух (основного и контрольного) поршней-разделителей под давлением сжатого воздуха.

Результаты удаления воды из трубопровода следует считать удовлетворительными, если впереди контрольного поршня-разделителя нет воды, и он вышел из трубопровода неразрушенным. В противном случае пропуск контрольного поршня-разделителя по трубопроводу необходимо повторить.

8.11 Осушку полости газопровода (участка) после гидравлических испытаний следует проводить по специальной инструкции, предусматривающей мероприятия по снижению паровоздушной фазы и предупреждению образования гидратов при эксплуатации газопровода, заполненного продуктом.

8.12 Если в процессе испытаний произойдет разрыв трубопровода или обнаружится утечка в нем, то дефект должен быть устранен, а трубопровод подвергнут повторному испытанию.

8.13 Результаты производства работ по очистке полости и испытанию трубопровода, а также удалению воды из трубопровода должны быть оформлены актами по утвержденной форме.

8.14 В период испытания трубопровода должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие безопасность персонала во время испытаний.

8.15 Проведение измерений параметров при производстве комплекса работ по испытанию трубопровода в соответствии с [3] должно соответствовать системе обеспечения единства измерений и требованиям ГОСТ 8.010, ГОСТ Р 8.563.

8.16 Для измерения давления следует применять поверенные, опломбированные и имеющие паспорт дистанционные приборы или манометры, отвечающие требованиям ГОСТ 2405, класса точности не ниже 1, с предельной шкалой на давление не менее 1,3 от испытательного, устанавливаемые вне охранной зоны.

8.17 Морской трубопровод должен сохранять проектное положение в процессе его заполнения водой при гидравлических испытаниях.

8.18 После каждой остановки морского трубопровода (плановой или внеплановой) он должен быть опрессован.

8.19 Морской трубопровод, не введенный в эксплуатацию после испытания и проверки на герметичность более полугода, подлежит повторному испытанию.

9 Общие требования к охране окружающей среды

9.1 Все виды работ, предусмотренные строительством и эксплуатацией морского трубопровода, должны основываться на тщательном выборе технологических процессов, технических средств и оборудования, обеспечивающих охрану окружающей среды региона строительства. Следует использовать лишь те технологические процессы, которые обеспечат допустимое воздействие на окружающую среду и ее восстановление после завершения строительства морского трубопровода в соответствии с требованиями [4], [5], санитарных норм и настоящего свода правил.

9.2 Проектная (рабочая) документация в соответствии с [6] должна содержать раздел «Охрана окружающей среды» с оценкой воздействия на окружающую среду (ОВОС). Оценку следует проводить для природных компонентов (геологическая среда, вода, воздух, почва, растительность, животный мир) и природных комплексов (ландшафтов) в полосе, равной по ширине зоне влияния трубопровода на природные компоненты и комплексы.

9.3 Оценку следует проводить в объемах, достаточных для определения экологического риска, связанного с возможностью нанесения ущерба жизни и здоровью населения (риск при авариях), редким и исчезающим видам животных и растений (риск утраты генофонда), природным ресурсам.

Основные проектные решения по охране окружающей среды и защите населения должны быть согласованы с представителями общественности населенного пункта (при его наличии), расположенного в непосредственной близости от трассы морского трубопровода.

9.4 При проектировании необходимо предусматривать опережающее сооружение природоохранных объектов, создание сети временных дорог, проездов и мест стоянок строительной техники, а также мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды строительными, бытовыми отходами и топливно-смазочными материалами.

9.5 При сооружении морских трубопроводов на акваториях, имеющих промысловое рыбохозяйственное значение, следует предусматривать мероприятия по сохранению и восстановлению биологических и рыбных ресурсов.

Сроки начала и окончания подводных земляных работ с использованием средств гидромеханизации или взрывных работ устанавливают с учетом рекомендаций органов рыбоохраны, исходя из сроков нереста, нагула, миграции рыбы, а также циклов развития планктона и бентоса в прибрежной зоне.

9.6 При разработке ОВОС необходимо учитывать следующие факторы:

- исходные данные по природным условиям, фоновому экологическому состоянию, биологическим ресурсам акватории, характеризующие естественное состояние региона;
- технологические и конструктивные особенности морского трубопровода;
- сроки, технические решения и технологию выполнения подводно-технических работ, перечень технических средств, используемых для строительства;
- оценку современного и прогнозируемого состояния окружающей среды и экологического риска с указанием источников риска (техногенных воздействий) и вероятных ущербов;
- основные экологические требования, технические и технологические решения по защите окружающей среды при строительстве и эксплуатации морского трубопровода и мероприятия по их реализации на объекте;
- мероприятия по обеспечению контроля за техническим состоянием морского трубопровода и оперативному устранению аварийных ситуаций;
- мониторинг по состоянию окружающей среды в регионе;
- размеры капитальных вложений в природоохранные, социальные и компенсационные мероприятия;
- оценку эффективности намечаемых природоохранных и социально-экономических мер и компенсаций.

9.7 Для морского трубопровода должна быть предусмотрена предохранительная система, которая обеспечит предотвращение или минимизацию последствий превышения давления, утечек и повреждений.

9.8 В процессе эксплуатации морского трубопровода следует прогнозировать возможность разрыва трубопровода и выброса продукта с оценкой ожидаемого ущерба биоте моря и осуществлять реализацию защитных мер, предусмотренных для таких случаев в проектной (рабочей) документации.

9.9 Для защиты и сохранения природной среды на акватории моря и в береговой зоне необходима организация постоянного надзора за соблюдением природоохранных мер в процессе всего периода техногенного воздействия, вызванного производством работ при строительстве и эксплуатации морского трубопровода.

9.10 При сливе воды после гидравлического испытания трубопровода должны соблюдаться требования [5]. При этом сбрасываемые воды должны соответствовать нормам предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ.

9.11 Водозаборное сооружение для забора воды для гидравлических испытаний необходимо ограждать снаружи металлической сеткой с величиной ячеек не более 2 мм. Для очистки воды от механических загрязнений следует использовать фильтры с ячейками 100 мкм.

9.12 Состав и предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ после очистки и испытания трубопроводов следует определять в соответствии с ГОСТ 12.1.007.

10 Приемка и сдача в эксплуатацию

10.1 Приемка морского трубопровода проводится после завершения всех строительных, монтажных, пусконаладочных работ и комплексного опробования магистрального трубопровода.

10.2 Морской трубопровод по завершении строительства должен быть испытан на прочность и герметичность в соответствии с требованиями проектной (рабочей) документации.

10.3 Комплекс работ по гидравлическому испытанию трубопровода перед сдачей в эксплуатацию должен включать:

- подготовку к испытанию;
- заполнение трубопровода водой;
- подъем давления до испытательного;
- испытание на прочность;
- сброс давления до проектного рабочего уровня;
- проверку на герметичность;
- сброс давления до 0,1—0,2 МПа;
- удаление воды.

Подъем давления до испытательного следует проводить сначала с помощью наполнительных, а затем опрессовочных агрегатов.

10.4 На морском трубопроводе, законченном строительством, должна быть выполнена послестроительная дефектоскопия.

Способы, параметры и схемы проведения очистки полости, внутритрубной диагностики и испытания должны определяться в проектной (рабочей) документации (инструкция по очистке полости, испытанию на прочность и проверке на герметичность).

10.5 Сдачу морского трубопровода в эксплуатацию проводят после окончательной очистки и калибровки внутренней полости трубопровода, проведения исходной диагностики и заполнения трубопровода транспортируемым продуктом.

10.6 По окончании операции обратной засыпки траншей должно быть выполнено геодезическое обследование для оценки требуемой толщины покрывающего слоя, правильного распределения грунта, требуемого уровня засыпки уложенного трубопровода. Результаты обследования должны быть представлены заказчику на утверждение.

10.7 После завершения строительства морского трубопровода до сварки его с общей магистралью должна быть проведена проверка методом катодной поляризации электрического сопротивления изоляционного покрытия и его соответствия требованиям, указанным в проектной (рабочей) документации.

Кроме того, должны быть проведены традиционные способы контроля адгезии, сплошности и поиска сквозных дефектов в изоляции искателями повреждений (метод Пирсона) — после укладки и засыпки трубопровода.

10.8 Строительно-монтажные работы на морском трубопроводе следует считать завершенными после того, как их выполнение будет утверждено заказчиком.

10.9 Морские трубопроводы следует представлять к сдаче в эксплуатацию после выполнения полного объема всех работ, предусмотренного проектной (рабочей) документацией.

10.10 Приемку морского трубопровода проводят путем проверки доказательственных материалов, предъявляемых заказчиком приемочной комиссии.

10.11 Проверке подлежат следующие материалы:

- проектная и исполнительная документация;
- заключение государственной экспертизы проектной документации на строительство трубопровода;
- материалы государственной экологической экспертизы, санитарно-эпидемиологической и прочих видов государственных экспертиз в случаях, определенных действующим законодательством;
- разрешение на строительство;
- акт приемки, подписанный подрядчиком и заказчиком;
- акты приемки строительных, монтажных и пусконаладочных работ;
- акты приемки технологического оборудования по результатам комплексного опробования;
- акты установки и проведения испытаний средств для предупреждения аварий;
- техническая документация на материалы и комплектующие, предусмотренная договорами на поставку;
- акты испытаний трубопровода на прочность и герметичность;
- инструкции по эксплуатации трубопровода, инструкции и руководства, определяющие действия персонала при локализации ликвидации аварий;
- документы, подтверждающие обеспечение трубопровода инженерно-техническими средствами охраны;
- декларация промышленной безопасности.

10.12 Требования к документированию строительно-монтажных работ, включая скрытые работы, проведению испытаний, опробованию и наладке системы ЭХЗ приведены в [25].

10.13 Комплексное опробование морского трубопровода должно предусматривать его работу в эксплуатационном режиме продолжительностью не менее 72 ч.

10.14 Должна быть проведена проверка соответствия: проектной (рабочей) документации требованиям [5], построенного объекта требованиям технических решений, иным нормативным правовым актам. Проверка проводится органом государственного строительного надзора после получения извещения заказчика об окончании строительства.

10.15 На время проведения итоговой проверки заказчик должен временно передать исполнительную документацию органу государственного строительного надзора. Исполнительная документация возвращается заказчику после выдачи заключения органом Ростехнадзора России о соответствии объекта требованиям нормативно-технических документов, проектной документации.

10.16 Приемку трубопровода в эксплуатацию следует оформлять актом, в котором указывают:

- данные и акты о соответствии выполненных работ требованиям действующих нормативных документов и проектной (рабочей) документации;
- перечень допущенных отступлений от проекта с указанием причин и документов, разрешающих эти отступления;
- оценку качества выполненных работ.

10.17 Члены комиссий, а также инженерно-технические работники должны быть ознакомлены со специальными рабочими инструкциями, с мероприятиями по промышленной и пожарной безопасности, с порядком действий и обязанностями при возникновении аварийных ситуаций.

Библиография

[1] Федеральный закон от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и принадлежащей зоне Российской Федерации»

[2] Федеральный закон от 30 ноября 1995 г. № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации»

[3] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[4] Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

[5] Федеральный закон от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации»

[6] Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»

[7] Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 6 ноября 2013 г. № 520 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов»

[8] Правила охраны магистральных трубопроводов

[9] Правила устройства электроустановок (ПУЭ)

[10] РД 31.74.09—96 Нормы на морские дноуглубительные работы

[11] СП 11-114—2004 Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений

[12] СП 11-102—97 Инженерно-экологические изыскания для строительства

[13] СП 11-103—97 Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства

[14] СП 11-104—97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства

[15] СП 11-105—97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ

[16] ВСН 163—83 Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов)

[17] ПБ 13-407—01 Единые правила безопасности при взрывных работах

[18] РД 31.84.01—90 Единые правила безопасности труда на водолазных работах. Часть 1. Правила водолазной службы

[19] РД 03-615—03 Порядок применения сварочных технологий при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[20] ПБ 03-273—99 Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

[21] РД 03-495—02 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

[22] Перечень групп технических устройств опасных производственных объектов, сварка (наплавка) которых осуществляется аттестованными сварщиками с применением аттестованных сварочных материалов, сварочного оборудования и технологий сварки (наплавки)

[23] РД 03-613—03 Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов

[24] РД 03-606—03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю

[25] ВСН 012—88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Часть II. Формы документации и правила ее оформления в процессе сдачи-приемки

УДК 622.692.4.07 ОКС 75.200

Ключевые слова: морской трубопровод, сварное соединение, защита от коррозии, протаскивание трубопровода, обетонированные трубы, земснаряд, трубоукладочное судно

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 09.08.2018. Подписано в печать 13.08.2018. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,20.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком свода правил

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
123001 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru