РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

Электронный аналог печатного издания,
утвержденного 30.09.09

РУКОВОДСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НАБЛЮДЕНИЮ ЗА ПОСТРОЙКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

НД N 2-030301-001

Санкт-Петербург
2009

gost.e-ecolog.ru

ЛИСТ УЧЕТА ЦИРКУЛЯРНЫХ ПИСЕМ, ИЗМЕНЯЮЩИХ / ДОПОЛНЯЮЩИХ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

НД N 2-030301-001

Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов, 2009

(номер и название нормативного документа)

№ п/п	Номер циркулярного письма, дата утверждения	Перечень измененных и дополненных пунктов
1.	003-4-482ц от 16.06.2010 г.	табл. 1.6.1, 3.7.5.1, 3.7.5.6, 3.7.5.7, 3.7.5.8, 4.1.3.1.2, табл. 4.1.4.1, 4.1.5.1, 4.1.5.2

Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов утверждено в соответствии с действующим положением и вступает с силу с 1 октября 2009 г.

Настоящее издание Руководства подготовлено на основе Руководства по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов, 2004 г. с учетом изменений и дополнений, подготовленных непосредственно к моменту переиздания Руководства.

С вступлением в силу данного Руководства теряет силу Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов, 2004 г.

ISBN 978-5-89331-106-8

© Российский морской регистр судоходства, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения 4
1.1 Область распространения 4
1.2 Термины, определения и сокращения . . . 4
1.3 Общие положения по техническому наблюдению 5
1.4 Заявки, договоры и соглашения о техническом наблюдении 5
1.5 Техническая документация 5
1.6 Номенклатура объектов технического наблюдения Регистра 6
1.7 Признание предприятий-изготовителей . . . 8
1.8 Признание предприятий-поставщиков услуг 9
1.9 Признание лабораторий 10
1.10 Проверка предприятий 11
1.11 Техническое наблюдение за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов 11
2 Техническое наблюдение за изготовлением материалов и изделий для морских подводных трубопроводов 12
2.1 Общие положения 12
2.2 Стальной прокат для труб морских подводных трубопроводов 13
2.3 Стальные поковки и отливки для морских подводных трубопроводов 15
2.4 Стальные трубы для морских подводных трубопроводов 15
2.5 Арматура. 18
2.6 Гибкие трубы 18
2.7 Материалы для антикоррозионной защиты 23
3 Техническое наблюдение в процессе постройки морских подводных трубопроводов . 24
3.1 Общие положения 24
3.2 Техническая документация 25
3.3 Сварка. Аттестация сварщиков 26
3.4 Материалы для морских подводных трубопроводов. 26
3.5 Трасса подводного трубопровода 26
3.6 Подготовка предприятия (мобилизация трубоукладочного судна или баржи) для постройки морских подводных трубопроводов. 26
3.7 Монтаж, укладка и испытания подводных трубопроводов. 27
4 Техническое наблюдение за морскими подводными трубопроводами в эксплуатации 32
4.1 Освидетельствования морских подводных трубопроводов в эксплуатации 32
4.2 Ремонт морских подводных трубопроводов 36
Приложение 1 38
Приложение 2 38
Приложение 3 39
Приложение 4 39
Приложение 5 39
Приложение 6 40
Приложение 7 40
Приложение 8 41

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

1.1.1 Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов (Руководство МПТ) Российского морского регистра судоходства (далее — Регистр, РС) применяется к трубопроводам, указанным в 1.1.1 Правил классификации и постройки морских подводных трубопроводов (Правила МПТ), к материалам и изделиям для них.

1.1.2 Помимо требований настоящего Руководства при освидетельствованиях подводных трубопроводов, материалов и изделий для них следует руководствоваться Правилами классификации и постройки судов (далее — Правила РС), Правилами технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов (далее — Правила технического наблюдения за постройкой судов), Руководством по техническому наблюдению за промышленной безопасностью опасных производственных объектов и их технических устройств, а также нормами и правилами национальных органов технического надзора, насколько это применимо.

1.1.3 В соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» подводные нефте- и газопроводы относятся к опасным производственным объектам, что влечет за собой выполнение для этих видов морских подводных трубопроводов обязательных процедур согласно требованиям российского законодательства.

1.2 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Термины, определения и сокращения, относящиеся к общей терминологии Регистра, приведены в части I «Классификация» Правил классификации и постройки морских судов и в части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

В настоящем Руководстве применяются следующие термины и определения.

1.2.1 Термины и определения.

Гибкие трубы для морских подводных трубопроводов — полимерно-металлические трубы с концевыми соединительными фитингами, допускающие значительные отклонения от прямолинейности без существенного роста изгибных напряжений.

Дата постройки морского подводного трубопровода — дата фактического окончания освидетельствований Регистра при постройке подводного трубопровода.

Заказчик — предприятие, юридическое лицо, заключившее договор (подавшее заявку в письменной форме) с Регистром на оказание услуг.

Морской подводный трубопровод в эксплуатации — морской подводный трубопровод, находящийся в работе, ремонте, модернизации, консервации с действующим классом Регистра, на который выданы документы Регистра.

Обоснование инвестиций в постройку морского подводного трубопровода — стадия разработки проекта морского подводного трубопровода (в том числе в рамках проекта обустройства нефтегазового месторождения/отгрузочного терминала на морском шельфе) с разработкой технических решений и определением экономических показателей в объеме, достаточном для принятия заказчиком (инвестором) решения о целесообразности дальнейшего инвестирования.

Органы технического надзора — органы исполнительной власти РФ, осуществляющие функции по контролю и надзору в сфере промышленной безопасности.

Подразделение РС — филиал, отделение филиала, региональное управление, отделение регионального управления, дочернее общество, хозяйственное общество, отделение хозяйственного общества, ЗАО, представительство Регистра. Имеет утвержденное в соответствующем порядке Положение, определяющее статус, район/направление деятельности, задачи и функции подразделения, обязанности, права и ответственность руководителя подразделения.

Постройка морского подводного трубопровода — процессы монтажа, укладки и испытаний трубопровода.

Предприятие-изготовитель — предприятие, изготавливающее материалы и/или изделия.

Технико-экономическое обоснование (проект) морского подводного трубопровода — проект постройки морского подводного трубопровода (в том числе в рамках проекта обустройства нефтегазового месторождения/отгрузочного терминала на морском шельфе), разработанный в

соответствии с требованиями нормативных документов РФ в области капитального строительства.

Эксплуатирующая организация — юридическое или физическое лицо, осуществляющее на законных основаниях процесс эксплуатации или консервации морского подводного трубопровода.

1.2.2 Сокращения.

ГПМТ — гибкие полимерно-металлические трубы;

ГУР — главное управление Регистра;

ИКО — иное классификационное общество;

МПТ — морской подводный трубопровод.

1.3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НАБЛЮДЕНИЮ

1.3.1 Техническое наблюдение за МПТ состоит в проверке его соответствия требованиям Регистра при:

рассмотрении и одобрении (согласовании) технической документации;

освидетельствовании объектов наблюдения на этапах изготовления, постройки, эксплуатации, в том числе модернизации и ремонта.

1.3.2 Деятельность Регистра по техническому наблюдению при проектировании, постройке и эксплуатации МПТ осуществляется на основании договоров с заказчиками, заключенными в добровольном порядке.

1.3.3 Техническое наблюдение Регистра при проектировании, постройке и эксплуатации МПТ, как объектов обустройства морских нефтегазовых сооружений на шельфе морей, проводится наряду с процедурами надзора за этими объектами со стороны надзорных органов РФ в соответствии с требованиями законодательства РФ (см. Руководства по техническому наблюдению за промышленной безопасностью опасных производственных объектов и их технических устройств).

1.3.4 Объекты технического наблюдения Регистра и технические требованиям к ним определятся Правилами МПТ и перечисляются в Номенклатуре объектов технического наблюдения Регистра за МПТ (см. табл. 1.6.1).

1.3.5 В соответствии с 1.1.1, 1.1.7 Правил МПТ при техническом наблюдении за проектированием, постройкой и эксплуатацией МПТ Регистр может одобрить использование нормативно-технических документов ИКО, других национальных и международных норм, правил и стандартов.

1.3.6 Постройка МПТ, изготовление материалов и изделий для МПТ должны осуществляться в соответствии с одобренной (согласованной) Регистром технической документации.

1.3.7 Техническое наблюдение за МПТ выполняется в целях его классификации, проверки условий сохранения класса и соответствия МПТ требованиям Регистра в процессе постройки, эксплуатации, модернизации и ремонта.

1.3.8 В остальном общие положения по техническому наблюдению за МПТ должны соответствовать требованиям разд. 2 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.4 ЗАЯВКИ, ДОГОВОРЫ И СОГЛАШЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОМ НАБЛЮДЕНИЕ

1.4.1 Заявки на рассмотрение обоснования инвестиций в строительство МПТ, технического/технико-экономического обоснования (проект) строительства МПТ направляются в ГУР, где производится их рассмотрение и анализ. В заявке должна быть представлена информация в объеме, достаточном для ее анализа и выполнения.

1.4.2 Заявки на рассмотрение рабочей документации (проекта) МПТ, проведения ремонтно-восстановительных работ МПТ и на проведение технического наблюдения за строительством и эксплуатацией МПТ, изготовлением материалов и изделий также направляются в ГУР. При получении заявки руководством ГУР принимается решение о выполнении заявки отделами ГУР, либо даются поручения в подразделения РС.

1.4.3 По результатам анализа заявки и с учетом требований 1.1.2 Правил МПТ между ГУР/подразделением Регистра и заказчиком заключается договор о техническом наблюдении.

1.4.4 В качестве исполнителей работ по техническому наблюдению Регистра в рамках одного договора могут выступать различные подразделения РС, разделение состава работ и стоимость выполнения услуг каждым подразделением Регистра должны быть согласованы между ними на стадии анализа и рассмотрения заявки.

1.5 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

1.5.1 До начала технического наблюдения за МПТ на рассмотрение Регистру должна быть представлена техническая документация, позволяющая удостовериться, что требования Правил МПТ и настоящего Руководства по отношению к данному подводному трубопроводу, материалам и изделиям для него, а также качеству оказываемых услуг выполняются полностью.

1.5.2 Изменения, вносимые в одобренную Регистром техническую документацию и касающиеся элементов и конструкций МПТ, к которым

предъявляются требования в Правилах МПТ, должны быть представлены на одобрение Регистру до их реализации.

1.5.3 Техническая документация может представляться Регистру в одном из следующих вариантов:

обоснование инвестиций или ТЭО (проекта) постройки МПТ, в том числе в составе обустройства месторождения/отгрузочного терминала на морском шельфе;

рабочая документация МПТ, технологическая документация и проект ремонтно-восстановительных работ на МПТ;

нормативно-технические документы, технические условия и регламенты технической эксплуатации МПТ.

1.5.4 Рассмотрение Регистром технической документации, выполненной на стадиях обоснования инвестиций или ТЭО (проекта) постройки МПТ, осуществляется в ГУР.

1.5.5 Рассмотрение рабочей документации МПТ, технологической документации и проекта проведения ремонтно-восстановительных работ МПТ осуществляется в ГУР, либо по его поручению в подразделении РС, в регионе деятельности которого прокладывается подводный трубопровод и в котором имеется квалифицированный персонал, специализирующийся на выполнении подобных работ.

1.5.6 Рассмотрение нормативно-технических документов и технических условий, подлежащих согласованию с Регистром, а также регламентов технической эксплуатации МПТ осуществляется в ГУР, либо по его поручению в подразделениях Регистра.

1.5.7 В остальном, общие положения по рассмотрению Регистром технической документации должны соответствовать требованиям разд. 3 части II «Техническая документация» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.5.8 Объем технической документации для МПТ, подлежащей рассмотрению Регистра, должен соответствовать требованиям главы 1.5 Правил МПТ.

1.6 НОМЕНКЛАТУРА ОБЪЕКТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ РЕГИСТРА

1.6.1 В Номенклатуре объектов технического наблюдения за морскими подводными трубопроводами (см. табл. 1.6.1), разработанной на основе Правил МПТ, перечислены объекты, за которыми Регистр осуществляет техническое наблюдение при их изготовлении на предприятии, монтаже, укладке и испытаниях подводного трубопровода, а также указана необходимость их клеймения.

1.6.2 Материалы и изделия, применяемые при постройке и эксплуатации подводных трубопроводов под техническим наблюдением Регистра, должны поступать на предприятие, осуществляющее постройку МПТ, со свидетельствами или другими документами, подтверждающими их соответствие требованиям Правил Регистра и/или одобренных Регистром стандартов.

1.6.3 Перечень материалов и комплектующих изделий для МПТ, подлежащих обязательному освидетельствованию Регистром, приводится в Номенклатуре объектов технического наблюдения Регистра за морскими подводными трубопроводами. Изменение Номенклатуры объектов технического

Таблица 1.6.1 см.циркуляр

Номенклатура объектов технического наблюдения Регистра за морскими подводными трубопроводами

Номенклатура представлена в форме таблицы, которая состоит из 9 колонок.

В колонке 1 («Код объекта технического наблюдения») указывается идентификационный код материала, изделия, технологического процесса или программного обеспечения, который состоит из восьми знаков.

В колонке 2 («Объект технического наблюдения») указываются наименования материала, изделия, технологического процесса или программного обеспечения.

В колонках 3 — 9 указываются виды технического наблюдения:

техническое наблюдение инспектора (Р), выдаваемый документ (С);

техническое наблюдение, осуществляемое доверенным предприятием и подтверждаемое Регистром, выдаваемый документ (СЗ);

техническое наблюдение, осуществляемое посредством типового одобрения объекта, выдаваемый документ (СТО, СОСМ, СОТПС, СТОП).

В колонке 3 («За головным образцом») указывается необходимость технического наблюдения за головным образцом, осуществляемого непосредственно инспектором (Р).

В колонке 4 («Типовое одобрение/Признание изготовителя») указывается обязательность типового одобрения объекта технического наблюдения, которое подтверждается выдачей СТО, а также о признании изготовителя с выдачей СПИ. В отдельных случаях, по усмотрению Регистра, при разовом одобрении на материал или изделие может быть оформлено Свидетельство (С) без оформления документа о типовом одобрении, а также о признании изготовителя.

В колонке 5 («Выдаваемый документ») указывается документ Регистра, выдаваемый при осуществлении такого вида технического наблюдения, который обеспечивает минимально допустимый для данного материала или изделия контроль выполнения требований Регистра.

В отдельных случаях, по усмотрению Регистра, виды технического наблюдения могут быть изменены Регистром.

В колонке 6 («Клеймение») указывается обязательность клеймения объектов технического наблюдения.

В колонках 7, 8, 9 («Монтаж, применение», «Укладка МПТ», «Испытания давлением») указывается необходимость технического наблюдения при постройке и испытаниях трубопровода, осуществляемого непосредственно инспектором.

Предприятия-изготовители поставляют материалы или изделия согласно колонке 5 с подлинниками выданных Регистром документов (С) и (СЗ) или с копией СТО.

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Техническое наблюдение Регистра						
		За головным образцом	Типовое одобрение/ признание изготовителя	На предприятии-изготовителе при установившемся производстве		При постройке подводного трубопровода		
				Выдаваемый документ	Клеймение	Монтаж, применение	Укладка МПТ	Испытания давлением
1	2	3	4	5	6	7	8	9
23000000	**Трубопроводы:**							
23010000	магистральные	—	—	—	—	Р	Р	Р
23020000	внутрипромысловые	—	—	—	—	Р	Р	Р
23030000	резервные	—	—	—	—	Р	Р	Р
23001000	**Прокат стальной[1]:**							
23001001	листовой/штрипс	Р	СПИ	СЗ	К	—	—	—
23001002	профильный	Р	СПИ	СЗ	К	—	—	—
23001003	сортовой	Р	СПИ	СЗ	К	—	—	—
23001004	трубная заготовка	Р	СПИ	СЗ	К	—	—	—
23002000	**Трубы стальные[1]:**							
23002001	бесшовные	Р	СПИ	СЗ	К	Р	—	—
23002002	сварные	Р	СПИ	СЗ	К	Р	—	—
23003000	**Отводы труб стальные[1]**	Р	СПИ	СЗ	К	Р	—	—
23004000	**Отливки и поковки стальные[1]**	Р	СПИ	СЗ	К	—	—	—
23005000	**Трубы гибкие полимерно-металлические**	Р	СТО	СЗ	—	Р	—	—
23006000	**Арматура:**							
23006001	с ручным управлением	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	Р
23006002	дистанционно-управляемая	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	Р
23006003	клапаны предохранительные	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	Р
23007000	**Детали соединений:**							
23007001	фланцевые соединения	Р	—	СЗ	—	Р	Р	Р
23007002	детали крепежа	Р	—	СЗ	—	Р	—	—
23008000	**Антикоррозионная защита и изоляция:**							
23008001	внутренние покрытия	Р	СТО	СЗ	—	Р	—	—
23008002	внешние покрытия	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	—
23008003	система катодной защиты	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	—
23008004	протекторная защита	Р	СТО	СЗ	К	Р	Р	—
23008005	изоляция	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	—
23008006	манжеты для защиты стыков труб	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	—
23009000	**Балластные конструкции**							
23009010	Одиночные грузы:							
23009011	чугунные	Р	СТО	СТО	—	Р	Р	—
23009012	бетонные	Р	СТО	СТО	—	Р	Р	—
23009013	железобетонные	Р	СТО	СТО	—	Р	Р	—
23009020	Сплошные покрытия:							
23009021	бетонные	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	—
23009022	железобетонные	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	—
23009023	асфальтобетонные	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	—
23010000	**Системы сигнализации и автоматизированного управления:**							
23010001	превышения давления	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	Р
23010002	превышения концентрации углеводородов	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	Р
23010003	контроля утечек и расхода	Р	СТО	СЗ	—	Р	Р	Р

Продолжение табл. 1.6.1

Код объекта технического наблюдения	Объект технического наблюдения	Техническое наблюдение Регистра						
		За головным образцом	Типовое одобрение/ признание изготовителя	На предприятии-изготовителе при установившемся производстве		При постройке подводного трубопровода		
				Выдаваемый документ	Клеймение	Монтаж, применение	Укладка МПТ	Испытания давлением
1	2	3	4	5	6	7	8	9
23011000	**Сварочные материалы:**							
23011001	электроды для «сухой» сварки	Р	СОСМ	СОСМ	—	—	—	—
23011002	электроды для подводной сварки	Р	СОСМ	СОСМ	—	—	—	—
23011003	сварочная проволока/флюс	Р	СОСМ	СОСМ	—	—	—	—
23011004	сварочная проволока/газ	Р	СОСМ	СОСМ	—	—	—	—
23011005	типовые технологические процессы	Р	СОТПС	СОТПС	—	—	—	—
23012000	**Программное обеспечение (программы расчетов) для ЭВМ**	Р	СТОП	СТОП	—	—	—	—

[1]Изготовление проката и труб из других сплавов является предметом специального рассмотрения Регистра.

наблюдения за МПТ может проводиться только по согласованию с Регистром. По заявке заказчика могут быть освидетельствованы материалы и изделия, не входящие в Номенклатуру.

1.6.4 В случае технического наблюдения за постройкой подводных трубопроводов и изготовлением материалов и изделий принципиально новой конструкции Регистр имеет право в одностороннем порядке вносить изменения в Номенклатуру.

1.6.5 В Номенклатуре приняты следующие условные обозначения:

Р — техническое наблюдение, осуществляемое непосредственно инспектором;

К — клеймение объектов наблюдения;

С — Свидетельство о соответствии, заполняемое и подписываемое Регистром (форма 6.5.30);

СЗ — Свидетельство о соответствии, заполняемое и подписываемое должностным лицом предприятия и оформляемое (заверяемое) Регистром (форма 6.5.31);

СТО — Свидетельство о типовом одобрении (форма 6.8.3);

СПИ — свидетельство о признании изготовителя (форма 7.1.4.1);

СОСМ — Свидетельство об одобрении сварочных материалов (форма 6.5.33);

СОТПС — Свидетельство об одобрении технологических процессов сварки (форма 7.1.33);

СТОП — Свидетельство о типовом одобрении программы расчетов для ЭВМ (форма 6.8.5).

1.7 ПРИЗНАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ-ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ

1.7.1 Предприятия, изготавливающие материалы и изделия, которые перечислены в Номенклатуре Регистра по МПТ (см. табл. 1.6.1) и указаны в 1.7.3, должны быть признаны Регистром. Под признанием предприятий - изготовителя понимается подтверждение документом РС его способности производить материалы и изделия в соответствии с требованиями Регистра.

1.7.2 Требования органов технического надзора, предъявляемые к предприятиям - изготовителям материалов и изделий для подводных трубопроводов, должны быть подтверждены соответствующими документами независимо от признания предприятия Регистром.

1.7.3 В соответствии с 4.1.5 Правил МПТ и Номенклатурой Регистра по МПТ (см. табл. 1.6.1) признанию Регистра подлежат предприятия, производящие для подводных трубопроводов:

все виды стального проката (в том числе, трубную заготовку, которая используется на других предприятиях в качестве полупродукта);

все виды стальных труб;

стальные отливки и поковки.

1.7.4 При использовании для морских подводных трубопроводов материалов, отличных от указанных в разд. 4 Правил МПТ, необходимость признания предприятий-изготовителей этих материалов подлежит специальному рассмотрению Регистра.

1.7.5 Признание предприятий — изготовителей материалов и изделий для МПТ должно выполняться

в соответствии с положениями разд. 7 и 10 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов и указаниями настоящего раздела.

1.7.6 Процедура признания предприятия выполняется на основании заявки, которую предприятие направляет в подразделение Регистра. Признание изготовителя Регистром подтверждается оформлением Свидетельства о признании изготовителя (СПИ, форма 7.1.4.1).

1.7.7 Признание предприятия Регистром включает:

рассмотрение документов, подтверждающих соответствие предприятия требованиям Регистра;

освидетельствования предприятия.

1.7.8 Рассмотрение документации предприятия осуществляется в целях определения соответствия документов предприятия требованиям Регистра — предприятие должно иметь действующие нормативные и технические документы, необходимые для осуществления деятельности в заявленной области.

1.7.9 Целью освидетельствования предприятия является непосредственное определение соответствия предприятия требованиям Регистра. В присутствии представителя Регистра предприятием должны быть выполнены контрольные испытания образцов материалов и изделий из заявленной области по одобренной Регистром программе. В процессе испытаний должно подтвердиться соответствие параметров производства и продукции требованиям документации и Правил МПТ, а также установлен надлежащий уровень стабильности качества.

1.7.10 Процедура одобрения типовых материалов, изделий, технологических процессов и программного обеспечения должна соответствовать разд. 6 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.8 ПРИЗНАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ-ПОСТАВЩИКОВ УСЛУГ

1.8.1 Общие требования.

1.8.1.1 Предприятия, выполняющие работы, результаты которых используются Регистром при проведении технического наблюдения или являются его составной частью, до начала таких работ должны быть освидетельствованы Регистром с целью подтверждения того, что они действительно способны выполнять подобные работы.

1.8.1.2 Предприятия, осуществляющие деятельность, перечисленную в табл. 1.8.1.2, должны быть признаны Регистром. Под признанием предприятия понимается подтверждение документом РС способности предприятия оказывать услуги (выполнять работу) в соответствии с требованиями Регистра.

Таблица 1.8.1.2

Виды деятельности предприятий-поставщиков услуг

Код	Наименование вида деятельности
24001000	Подводные освидетельствования трубопроводов под наблюдением инспектора РС:
24001001	замеры толщин стенок труб
24001002	замеры толщин антикоррозионных, изоляционных и балластных покрытий, определение мест повреждений покрытий
24001003	замеры катодного потенциала
24001004	внешнее подводное освидетельствование трубопровода и его трассы
24001005	неразрушающий контроль сварных швов и труб
24002000	Внутритрубная диагностика подводного трубопровода под наблюдением инспектора РС

1.8.1.3 Требования органов технического надзора, предъявляемые к предприятиям-поставщикам услуг, должны быть подтверждены соответствующими документами независимо от признания предприятий Регистром.

1.8.1.4 Процедура признания предприятия-поставщика услуг выполняется на основании заявки, которую предприятие направляет в подразделение Регистра. Признание предприятия Регистром подтверждается оформлением Свидетельства о признании (СП, форма 7.1.4.2), которое выдается с учетом требований 3.4 — 3.7 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.8.1.5 Для признания Регистром предприятие должно соответствовать требованиям разд. 7 и 8 части I Правил технического наблюдения за постройкой судов и требованиям настоящей главы.

1.8.1.6 Признание предприятия-поставщика услуг Регистром включает:

рассмотрение документов, подтверждающих соответствие предприятия требованиям Регистра;

освидетельствования предприятия, в том числе путем выполнения демонстрационных проверок выполнения услуг.

1.8.2 Требования к предприятиям, выполняющим подводные освидетельствования МПТ.

1.8.2.1 Поставщик услуг несет ответственность за квалификацию и безопасность привлекаемых водолазов и исправную работу водолазного оборудования, используемого при подводных освидетельствованиях.

1.8.2.2 Должны быть документированы рабочие процедуры и руководства, подтверждающие знания и профессиональные навыки персонала поставщика услуг в заявляемых областях (для кодов деятельности 24001001 — 24001005):

подводных замеров толщин стенок труб;

подводных замеров толщин антикоррозионных покрытий, изоляционных и балластных покрытий;

определения мест повреждений антикоррозионных покрытий;

подводных замеров защитного катодного потенциала;

внешних подводных визуально-измерительных освидетельствований технического состояния трубопровода и его трассы (в том числе с использованием телеуправляемых подводных аппаратов);

неразрушающего контроля сварных швов и металла труб выбранными физическими методами, которые обеспечивают обнаружение и определение размеров нормируемых дефектов;

подводной видеосъемки (-записи) и фотографирования;

подводной связи и сопровождения водолаза вдоль трассы трубопровода;

использования специального оборудования и инструмента для проведения работ под водой.

1.8.2.3 Квалификация водолазов должна соответствовать требованиям 7.7.3.4 и 7.7.3.5 части I «Общие положения» Правил классификационных освидетельствований судов в эксплуатации. Должны быть разработаны планы подготовки персонала по заявленным направлениям деятельности (для кодов деятельности 24001001 — 24001005).

1.8.2.4 Поставщик услуг должен иметь оборудование, указанное в 7.7.3.6 части I «Общие положения» Правил классификационных освидетельствований судов в эксплуатации.

Дополнительно предприятие должно иметь:

.1 для кода деятельности 24001002 — оборудование для измерения толщин покрытий и определения мест повреждений покрытий;

.2 для кода деятельности 24001003 — оборудование для измерения катодного потенциала;

.3 для кода деятельности 24001004 — оборудование для:

проведения топографической съемки трассы трубопровода с определением пространственного положения трубопровода и значения защитного слоя донного грунта над его верхней образующей (для заглубленных трубопроводов);

выявления мест (в том числе предполагаемых) обнажений и провисаний трубопровода.

1.8.3 Требования к предприятиям, выполняющим внутритрубную диагностику подводного трубопровода.

1.8.3.1 Поставщик услуг несет ответственность за квалификацию персонала, осуществляющего эти работы, и безопасность проведения работ по внутритрубной диагностике.

1.8.3.2 Должны быть документированы рабочие процедуры и руководства, подтверждающие знания и профессиональные навыки персонала поставщика услуг в заявляемой области (код деятельности 24002000):

подготовки трубопровода к внутритрубной диагностике и очистке внутренней полости трубопровода;

внутритрубной диагностики, включая интерпретацию результатов диагностики и установление координат расположения выявленных дефектов.

1.8.3.3 Поставщик услуг должен иметь следующее оборудование:

очистные снаряды-скребки;

профильные снаряды и снаряды-калибры;

диагностические снаряды-дефектоскопы, позволяющие установить наличие, размеры и местоположение нормируемых дефектов сварных швов и стенок труб;

аппаратуру управления и контроля за работой снарядов, записи и обработки данных по дефектоскопии;

аппаратуру для видеосъемки (-записи) внутренней полости трубопровода.

1.9 ПРИЗНАНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ

1.9.1 Испытания объектов технического наблюдения Регистра за морскими подводными трубопроводами должны проводить испытательные лаборатории (ИЛ), признанные РС.

1.9.2 Процедура признания ИЛ выполняется на основании заявки, которую ИЛ направляет в подразделение Регистра.

1.9.3 Требования к ИЛ установлены в разд. 7 и 9 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.9.4 При строительстве МПТ на шельфе РФ признание Регистром ИЛ не освобождает от признания ИЛ в соответствии с требованиями органов технического надзора РФ в области промышленной безопасности.

1.9.5 Признание ИЛ Регистром включает:

рассмотрение документов, подтверждающих соответствие ИЛ требованиям Регистра;

освидетельствования ИЛ, в том числе путем выполнения контрольных испытаний.

1.9.6 Признание ИЛ Регистром подтверждается Свидетельством о признании испытательной лаборатории (СПЛ, форма 7.1.4.3), которое выдается с учетом требований 3.4 — 3.7 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.9.7 В отдельных случаях, по усмотрению Регистра, испытания могут быть проведены в ИЛ, не имеющей признания Регистра. При этом перед проведением испытаний должно проверяться соответствие ИЛ требованиям, перечисленным в 7 и

9.2.1.1, 9.2.2.1, 9.2.2.2, 9.2.4.1, 9.2.4.2, 9.2.5 и 9.2.6 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.10 ПРОВЕРКА ПРЕДПРИЯТИЙ

1.10.1 Предприятия, осуществляющие деятельность, указанную в табл. 1.10.1, в отношении МПТ, которые находятся под техническим наблюдением Регистра, должны быть проверены Регистром на соответствие требованиям разд. 7 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

Таблица 1.10.1

Виды деятельности предприятий

Код	Наименование вида деятельности
24003000	Постройка, модернизация, ремонт и техническое обслуживание МПТ
24004000	Диагностика технического состояния МПТ
24005000	Монтаж, пусконаладочные работы, ремонт и техническое обслуживание систем автоматизации и сигнализации МПТ
24006000	Теоретическая подготовка и практические квалификационные испытания сварщиков МПТ (в аттестационных центрах)
24007000	Проектно-конструкторские работы для МПТ

1.10.2 Дополнительно к требованиям, указанным в 1.10.1, предприятия на добровольной основе могут пройти проверку на соответствие требованиям, перечисленным в главе 11.2 части I Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.10.3 Проверка проектно-конструкторских организаций (код деятельности 24007000), проводится только на добровольной основе. При этом предприятие должно соответствовать общим требованиям, указанным в 11.1.3 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.10.4 Соответствие предприятий требованиям, указанным в 1.10.1 — 1.10.3, подтверждается Свидетельством о соответствии предприятия (ССП, форма 7.1.27), которое выдается и подтверждается в соответствии с требованиями 3.4 — 3.7 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

1.11 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ПОСТРОЙКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

1.11.1 Техническое наблюдение за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов осуществляется Регистром на основании договора о техническом наблюдении, заключенного между Регистром и заказчиком (предприятием, осуществляющим постройку МПТ, владельцем МПТ или эксплуатирующей организацией).

1.11.2 Объем и порядок технического наблюдения Регистра, виды проверок, испытаний и освидетельствований устанавливаются Номенклатурой объектов технического наблюдения Регистра за МПТ (см. табл. 1.6.1), требованиями Правил МПТ и настоящего Руководства.

1.11.3 В договоре о техническом наблюдении между Регистром и заказчиком в дополнение к Правилам МПТ и настоящему Руководству может быть оговорен состав нормативно-технических документов (правил ИКО, международных и национальных стандартов и т.д.), на соответствие которым будет осуществляться техническое наблюдение.

1.11.4 Общий объем работ Регистра по техническому наблюдению за МПТ включает в себя следующие услуги:

рассмотрение и одобрение технической документации;

техническое наблюдение за изготовлением материалов и изделий, предназначенных для постройки и ремонта МПТ в соответствии с требованиями Правил МПТ и/или принятой нормативной базой, с процедурами признания предприятий-изготовителей и поставщиков услуг;

техническое наблюдение за постройкой МПТ с выдачей классификационных документов Регистра;

освидетельствование подводных трубопроводов в процессе эксплуатации (в том числе после ремонта или модернизации) в целях подтверждения класса Регистра.

1.11.5 Изменения, осуществляемые строителями и владельцами, касающиеся материалов и отдельных конструкций (изделий) морского подводного трубопровода, на которые распространяются требования Правил МПТ, должны быть одобрены Регистром до их реализации.

2 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1.1 Положения настоящего раздела применяются при техническом наблюдении за всеми материалами и комплектующими конструктивными элементами, используемыми при изготовлении и ремонте МПТ и перечисленными в Номенклатуре объектов технического наблюдения Регистра за МПТ (см. табл. 1.6.1).

2.1.2 Общие положения о техническом наблюдении за изготовлением материалов и изделий для МПТ должны соответствовать требованиям разд. 1 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» и разд. 1 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

2.1.3 При проведении технического наблюдения за изготовлением материалов и изделий МПТ Регистр выполняет работы, указанные в разд. 3 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов (в части не противоречащей требованиям 1.6 — 1.10 настоящего Руководства).

2.1.4 Помимо требований настоящего раздела материалы и изделия МПТ должны отвечать требованиям соответствующих глав Правил МПТ, а также требованиям одобренной Регистром технической документации, технических условий и других принятых для проекта МПТ и согласованных с Регистром нормативных документов.

2.1.5 Материалы и изделия, не имеющие Свидетельств и других документов, подтверждающих их соответствие требованиям Регистра, не допускаются к применению при постройке и эксплуатации МПТ.

2.1.6 Материалы и изделия МПТ, прокладываемых во внутренних акваториях и на морском шельфе РФ, независимо от подтверждения соответствия требованиям Регистра должны соответствовать требованиям надзорных органов РФ.

2.1.7 Выбор стальных материалов для МПТ должен соответствовать требованиям 4.4 Правил МПТ и осуществляться с учетом:

физико-химических характеристик транспортируемой среды с учетом ее коррозионной и химической активности;

условий эксплуатации МПТ (давления, температуры, течений, волн, наличия ледовых образований и т. п.);

нагрузок и деформаций во время монтажа и укладки МПТ;

последствий возможных аварий в процессе монтажа, эксплуатации и технического обслуживания.

2.1.8 При осуществлении технического наблюдения Регистр может проверить выполнение конструктивных, технологических и производственных нормативов и процессов, не регламентированных Правилами МПТ и настоящим Руководством, но влияющих на выполнение их требований.

2.1.9 Новые или впервые предъявляемые для освидетельствования Регистру материалы, изделия или технологические процессы, подлежащие техническому наблюдению Регистра при изготовлении материалов и изделий, постройке и ремонте МПТ, должны быть одобрены Регистром. Для этого образцы материалов, изделий или новые технологические процессы после рассмотрения Регистром технической документации должны быть подвергнуты испытаниям по программе, согласованной с Регистром.

2.1.10 Материалы и изделия в процессе технического наблюдения за их изготовлением должны подвергаться необходимым освидетельствованиям и испытаниям в установленном Регистром порядке и объеме. Эти материалы и изделия должны иметь установленные Регистром документы, а в необходимых случаях клейма, подтверждающие их освидетельствования, и маркировку, позволяющую установить их соответствие этим документам.

2.1.11 В необходимых случаях Регистр может потребовать проведения на предприятии входного контроля материалов и комплектующих изделий, если установлено, что они не отвечают требованиям Регистра, либо при их применении объекты технического наблюдения не будут отвечать этим требованиям. При неудовлетворительных результатах входного контроля применение таких материалов не допускается независимо от наличия Свидетельства и других документов, удостоверяющих их соответствие требованиям Регистра.

2.1.12 В целях устранения имеющихся сомнений в стабильности качества изготавливаемой продукции Регистр в процессе технического наблюдения на предприятии может предъявлять дополнительные требования, касающиеся изменения объема испытаний по сравнению с требуемыми Правилами Регистра.

2.2 СТАЛЬНОЙ ПРОКАТ ДЛЯ ТРУБ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

2.2.1 Общие положения.

2.2.1.1 Стальной прокат для изготовления сварных труб (штрипс) и трубные заготовки (все далее — прокат) для МПТ, изготавливаемых/подлежащих ремонту или модернизации под техническим наблюдением Регистра, должны отвечать требованиям разд. 4 Правил МПТ и учитывать требуемый для МПТ уровень надежности (см. 4.1.3 Правил МПТ).

2.2.1.2 В соответствии с 1.7 стальной прокат для МПТ должен изготавливаться предприятиями, имеющими Свидетельство Регистра о признании изготовителя (СПИ, форма 7.1.4.1).

2.2.1.3 В отдельных случаях по согласованию с Регистром допускается изготовление проката на предприятии, не имеющим признания Регистра, при условии дополнительного осуществления испытаний в процессе производства в объеме, требуемом для признания производства (см. 4.2.3.5.1 и 4.2.3.5.2 Правил МПТ).

2.2.2 Техническое наблюдение для признания предприятия-изготовителя проката.

2.2.2.1 Процедуры технического наблюдения для признания предприятия-изготовителя проката выполняются в соответствии с требованиями 4.2 Правил МПТ и 2 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов на основании заявок предприятий.

2.2.2.2 Процедура признания предприятия-изготовителя проката должна соответствовать общим требованиям 1.7.

2.2.2.3 Освидетельствование предприятия-изготовителя в целях признания его Регистром должно включать:

рассмотрение и одобрение технической документации, определяющей свойства материалов и условия производства;

освидетельствование производства и существующей на предприятии системы контроля качества;

проведение контрольных испытаний;

оформление результатов освидетельствования (СПИ, форма 7.1.4.1) или подготовка заключения о невозможности оформления упомянутых выше документов Регистра (при отрицательных результатах освидетельствования).

2.2.2.4 В процессе выполнения этих мероприятий должно подтвердиться соответствие параметров производства и продукции требованиям одобренной документации и правил Регистра, а также надлежащий уровень стабильности качества продукции.

2.2.2.5 Требования к контрольным испытаниям в процессе освидетельствования производства проката должны соответствовать 4.2.3.1, 4.2.3.3 и 4.2.3.4 Правил МПТ.

2.2.2.6 Объем испытаний листового проката и способы отбора проб определяются с учетом требований 4.2.3.5.1 Правил МПТ. Из одной плавки отбираются две партии проката одного вида, из которых на 10 листах/тоннах, взятых подряд в процессе прокатки, отбираются пробы. Партии проката должна быть изготовлены из стали одной категории и режима термообработки. Как правило, испытания проводятся на прокате наибольшей толщины. В таблице 2.2.2.6 приведен объем испытаний для признания изготовителя проката.

Таблица 2.2.2.6

Объем испытаний для признания предприятия-изготовителя проката

Вид испытаний (пункт Правил МПТ)	Расположение проб и место вырезки образцов	Минимальное количество листов от плавки/листов от партии	Минимальное количество проб от листа	Минимальное количество образцов от листа	Примечания	Общее количество образцов от плавки
Химический анализ (п.4.3.4)	От одного конца	2 × 10/2	1	1	Общий анализ, включая микролегирование + ковшовая проба	2
Испытания на растяжение (п. 4.3.2)	От двух концов, поперек	2 × 10/20	2	2	Определяется R_e, R_m, A_5, RA	40
Испытания на растяжение со снятием напряжений (для стали после ТМО) (п. 4.3.2)	От двух концов, поперек	2 × 10/20	2	2		40
Испытания на сжатие после предварительного растяжения (п. 4.3.2)	От двух концов, поперек	2 × 10 /20	2	2	Определяется R_e, R_m при сжатии	40
Испытания на ударный изгиб для построения переходной кривой (п. 4.3.3)	От двух концов, поперек От одного конца, вдоль	2 × 10 /2	2 1	24T 12L	Температура испытаний +20,-10, -20, -40, -60 °С	108

Продолжение табл. 2.2.2.6

Вид испытаний (пункт Правил МПТ)	Расположение проб и место вырезки образцов	Минимальное количество листов от плавки/листов от партии	Минимальное количество проб от листа	Минимальное количество образцов от листа	Примечания	Общее количество образцов от плавки
Испытания на ударный изгиб после старения (п. 4.3.3.6)	От одного конца (верх), вдоль, на 1/4 по ширине	2 × 10 /2	1	12L	Температура испытаний +20,-10, -20, -40, -60 °С	36
Сегрегация серы (п. 4.3.4)	От одного конца	2 × 10 /2	1	1		3
Металлография (п. 4.3.5)	От одного конца	2 × 10 /2	1	1		3
Испытания на коррозию[1] (п. 4.3.9.5)	От одного конца	2 × 10 /2	1	3		3
Испытания по методике DWTT[2] (п. 4.3.9.2, п.1 приложение 4)	От одного конца, поперек	2 × 10 /2	1	10	Определение критической температуры	30
Испытания по методике T_{kb} (п. 4.3.9.6)	От одного конца, поперек	2 × 10 /2	1	10	Определение критической температуры	30
Определение температуры нулевой пластичности NDT (п. 4.3.9.7)	От одного конца, поперек	2 × 10 /2	1	8	Определение критической температуры	24
Испытания на CTOD[3] основного металла (п. 4.3.9.3, п.2 приложения 4)	От одного конца, поперек	2 × 10 /2	1	12	Температура испытаний -10, -20, -40, -60 °С	36
Ультразвуковой контроль (п. 4.3.8)	По всей длине	2 × 10 /20	весь лист			20
Свариваемость (п. 4.3.6)	см. 5.1.2.2 Правил МПТ	2 × 10 /2				

[1]Испытания на коррозию проводятся только для проката для МПТ классов L2 и G2.
[2]Испытания по методике DWTT проводятся только для сталей категории РСТ36 и выше, предназначенных для МПТ классов L3, G1, G2, G3.
[3]Испытания на CTOD проводятся для всех категорий сталей и толщин, предназначенных для МПТ классов L2, L3, G2, G3.

2.2.2.7 При назначении объемов испытаний необходимо учитывать различный уровень требований к сталям для МПТ принятого уровня надежности и вида транспортируемой среды в соответствии с 4.3.9 Правил МПТ.

2.2.2.8 Характеристики проката должны удовлетворять требованиям 4.5 Правил МПТ, одобренной Регистром спецификации на поставку стали и/или национальным или международным стандартам, согласованными с Регистром.

2.2.2.9 Виды и число испытаний проката для признания предприятия могут быть уточнены Регистром на основании представленной предприятием предварительной информации (например, наличие действующего признания ИКО), в соответствии с 4.2.3.5.1.6 Правил МПТ.

2.2.3 Техническое наблюдение в процессе производства проката.

2.2.3.1 Прокат для МПТ, находящихся под техническим наблюдением Регистра, подлежит освидетельствованию Регистра при его изготовлении с проведением освидетельствований и испытаний в объеме, соответствующем требованиям 4.2 Правил МПТ и/или одобренной Регистром технической документации.

2.2.3.2 Техническое наблюдение в процессе производства включает:

испытания и осмотры при участии представителя Регистра;

оформление документов Регистра по результатам испытаний и осмотра.

2.2.3.3 Процедура проведения испытаний в процессе производства проката должны соответствовать требованиям 4.2.3.2, 4.2.3.3 и 4.2.3.4 Правил МПТ.

2.2.3.4 Объем испытаний в процессе производства проката и способы отбора проб должны соответствовать требованиям 4.2.3.5.2 Правил МПТ. От одной партии проката, состоящей из не более 50 листов/тонн продукции одного вида, состояния поставки и одной плавки, отбирается одна проба. Толщина проката в партии не должна отличаться более чем на 10 мм. Как правило, пробы для испытаний должны отбираться из проката наиболь-

Таблица 2.2.3.4

Объем испытаний для одобрения стального проката

Вид испытаний (пункт Правил МПТ)	Расположение проб и место вырезки образцов	Минимальное количество листов от плавки /листов от партии	Минимальное количество проб от листа	Минимальное количество образцов от листа	Примечания	Общее количество образцов от плавки
Химический анализ (п.4.3.4)	От одного конца	50/1	1	1	Общий анализ, включая микролегирование + ковшовая проба	2
Испытания на растяжение (п. 4.3.2)	От двух концов, поперек	50/1	2	2	Определяется R_e, R_m, A_5, RA	40
Испытания на ударный изгиб (п. 4.3.3)	От одного конца	50/1	1	3	Базовая температура для категории стали	3
Ультразвуковой контроль (п. 4.3.8)	По всей длине	50/50	весь лист	—	—	50

шей толщины. Объем испытаний для одобрения стального проката приводится в табл. 2.2.3.4.

2.2.3.5 Для категорий стали PCTD, PCTE и PCTF (см. 4.5 Правил МПТ) испытания на ударный изгиб при базовой температуре проводятся на каждом изделии. Для профильного и сортового проката – один комплект образцов от каждых полных или неполных 25 тонн.

2.2.3.6 При назначении объемов испытаний необходимо учитывать различный уровень требований к сталям для МПТ принятого уровня надежности и вида транспортируемой среды в соответствии с 4.3.9 Правил МПТ.

2.2.3.7 Характеристики проката должны удовлетворять требованиям 4.5 Правил МПТ, одобренной Регистром спецификации на поставку стали и/или национальным или международным стандартам, согласованными с Регистром.

2.2.3.8 При оформлении результатов испытаний и осмотров должны быть выполнены требования 1.4 части XIII «Материалы» Правил РС и 4.5.6 Правил МПТ.

2.2.3.9 Маркировка одобренного Регистром проката должна соответствовать требованиям 4.5.7 Правил МПТ.

2.3 СТАЛЬНЫЕ ПОКОВКИ И ОТЛИВКИ ДЛЯ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

2.3.1 Требования к стальным поковкам и отливкам для МПТ являются в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистра. При этом в представляемой Регистру на согласование документации должны быть приведены подробные данные по химическому составу, механическим и специальным свойствам, термической обработке, объему и методам испытаний.

2.4 СТАЛЬНЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

2.4.1 Общие положения.

2.4.1.1 Стальные трубы для МПТ, изготавливаемых/подлежащих ремонту или модернизации под техническим наблюдением Регистра, должны отвечать требованиям раздела 4 Правил МПТ и учитывать требуемый для МПТ уровень надежности (см. 4.1.3 Правил МПТ).

2.4.1.2 В соответствии с 1.7 стальные трубы для МПТ должны изготавливаться предприятиями, имеющими Свидетельство Регистра о признании изготовителя (СПИ, форма 7.1.4.1).

2.4.1.3 В отдельных случаях по согласованию с Регистром допускается изготовление труб для МПТ на предприятии, не имеющем признания Регистра, при условии дополнительного осуществления испытаний в процессе производства в объеме, требуемом для признания производства (см. 4.2.3.5.1 и 4.2.3.5.2 Правил МПТ).

2.4.1.4 Сварные трубы должны изготавливаться с использованием способов сварки, указанных в 5.2.2 Правил МПТ. Технология сварки и сварочные материалы, применяемые при изготовлении труб, должны быть одобрены Регистром в процессе освидетельствования производства для признания изготовителя.

2.4.1.5 Если прокат и/или трубные заготовки поставляются на трубопрокатный завод с других предприятий, то изготовители упомянутых полупродуктов для производства труб должны быть признаны Регистром

2.4.2 Техническое наблюдение для признания предприятия-изготовителя труб.

2.4.2.1 Процедура технического наблюдения для признания предприятия-изготовителя труб должна соответствовать требованиям 2.2.2.

2.4.2.2 В процессе выполнения этих мероприятий должно подтвердиться соответствие

параметров производства и продукции требованиям одобренной документации и правил Регистра, а также надлежащий уровень стабильности качества продукции.

2.4.2.3 Требования к контрольным испытаниям в процессе освидетельствования производства труб для МПТ должны соответствовать 4.2.3.1, 4.2.3.3 и 4.2.3.4 Правил МПТ.

2.4.2.4 Объем испытаний труб и способы отбора проб определяются с учетом требований 4.2.3.5.1 Правил МПТ. Для каждого технологического процесса и размера труб испытания выполняются на 2 партиях по 10 труб. Партии труб должны быть изготовлены из стали одной плавки, одной категории и режима термообработки, одного диаметра и толщины стенки. Если по единой технологии (включая режимы термообработки) производятся трубы различных диаметров, то допускается выполнять испытания на трубах максимального (первая партия) и минимального (вторая партия) размеров (диаметр и толщина стенки). В таблице 2.4.2.4 приведен объем испытаний для признания предприятия-изготовителя труб МПТ.

2.4.2.5 При назначении объемов испытаний необходимо учитывать различный уровень требований к сталям для принятого уровня надежности

Таблица 2.4.2.4

Объем испытаний для признания предприятия-изготовителя труб МПТ

Вид испытаний (пункт Правил МПТ)	Расположение проб и место вырезки образцов	Минимальное количество труб от плавки/ труб от партии	Минимальное количество проб от трубы	Минимальное количество образцов от трубы	Примечания	Общее количество образцов от партии труб
Химический анализ (п.4.3.4)	От одного конца	2 × 10/2	1	1	Общий анализ, включая микролегирование + ковшовая проба	2
Испытания на растяжение (п. 4.3.2)	От двух концов, поперек	2 × 10 / 20	2	2	Определяется R_e, R_m, A_5, RA	40
Испытания на сжатие (п. 4.3.2)	От двух концов, поперек	2 × 10 /20	2	2	Определяется R_c, R_m при сжатии	40
Испытания на загиб (п. 4.3.9.4, п.3 приложения 4)	От двух концов, поперек	2 × 10 /2	2	2	Определяется угол загиба	4
Сегрегация серы (п. 4.3.4)	От одного конца	2 × 10 /2	1	1		3
Металлография (п. 4.3.5)	От одного конца	2 × 10 /2	1	1		3
Испытания на коррозию[1] (п. 4.3.9.5)	От одного конца	2 × 10 /2	1	3		3
Испытания по методике DWTT[2] (п. 4.3.9.2 и, п.1 приложение 4)	От одного конца, поперек	2 × 10 /2	1	10	Определение критической температуры	30
Определение температуры нулевой пластичности NDT (п. 4.3.9.7)	От одного конца, вдоль	2 × 10 /2	1	8	Определение критической температуры	24
Испытания на CTOD[3] основного металла (п. 4.3.9.3, п.2 приложения 4)	От одного конца, поперек	2 × 10 /2	1	12	Температура испытаний -10, -20, -40, -60 °С	36
Ультразвуковой контроль (п. 4.3.8.3)	По всей длине	2 × 10 /20	вся труба			20
Испытание гидравлическим давлением (п. 4.3.7)	Вся труба	2 × 10 /20	вся труба			20
Свариваемость (п. 4.3.6)	см. 5.1.2.2 Правил МПТ	2 × 10 /2				

[1]Испытания на коррозию проводятся только для труб МПТ классов L2, G2.

[2]Испытания по методике DWTT проводятся только для сталей категории РСТ36 и выше, труб диаметром 300 мм и более, предназначенных для МПТ классов L3, G1, G2, G3.

[3]Испытания на CTOD проводятся для всех категорий сталей и толщин, предназначенных для МПТ классов L2, L3, G2, G3.

МПТ и вида транспортируемой среды в соответствии с 4.3.9 Правил МПТ.

2.4.2.6 Виды и число испытаний труб для признания предприятия могут быть уточнены Регистром на основании представленной предприятием предварительной информации (например, наличие действующего признания ИКО), в соответствии с 4.2.3.5.1.6 Правил МПТ.

2.4.3 Техническое наблюдение в процессе производства труб.

2.4.3.1 Процедура технического наблюдения в процессе производства труб должна соответствовать требованиям 2.2.3.

2.4.3.2 Процедура проведения испытаний в процессе производства проката должны соответствовать требованиям 4.2.3.2, 4.2.3.3 и 4.2.3.4 Правил МПТ.

2.4.3.3 Объем испытаний в процессе производства труб и способы отбора проб должны соответствовать требованиям 4.2.3.5.2 Правил МПТ. От одной партии труб, состоящей из не более 50 труб одной плавки, одной категории стали, одного режима термообработки, одного диаметра и толщины стенки, отбирается одна проба.

2.4.3.4 Допускается отличие в толщине стенок труб в партии не более чем на 10 мм, диаметр труб в партии не должен отличаться более чем на 20 мм. Как правило, пробы для испытаний должны отбираться из труб наибольшей толщины. Объем испытаний для одобрения стальных труб МПТ приводится в табл. 2.4.3.4.

2.4.3.5 Характеристики стальных труб (химический состав, механические свойства, размерам труб) должны удовлетворять требованиям 4.5 Правил МПТ, одобренной Регистром спецификации на поставку стали и/или национальным или международным стандартам, согласованными с Регистром.

2.4.3.6 При оформлении результатов испытаний и осмотров должны быть выполнены требования 1.4 части XIII «Материалы» Правил РС и 4.5.6 Правил МПТ.

2.4.3.7 Маркировка одобренных Регистром стальных труб должна соответствовать требованиям 4.5.7 Правил МПТ. Каждая труба должна быть маркирована идентификационным номером, тип маркировки устанавливается предприятием. Маркировка должна сохраняться в течении всего срока эксплуатации МПТ.

2.4.3.8 Все трубы должны быть подвергнуты гидравлическим испытаниям. Рекомендуемая величина испытательного внутреннего давления p_t, МПа, определяется по формуле:

$$p_t = \frac{2 \cdot R_e \cdot t_{\min}}{D_0 - t_{\min}} \cdot 0{,}95 \text{ , где} \qquad (2.4.3.8)$$

R_e – минимальный предел текучести металла трубы; МПа;

$t_{\min}$ – минимальная (с учетом минусового допуска) толщина стенки трубы, мм;

D_0 – номинальный внешний диаметр трубы, мм.

Труба должна выдерживать испытательное давление в течение не менее 10 с без протечек и остаточных деформаций. Заводской стенд для проведения гидравлических испытаний должен быть оборудован приборами, фиксирующими давление и время проведения испытаний. Результаты испытаний должны быть отражены в актах, один экземпляр которых передается Регистру.

2.4.3.9 Неразрушающий контроль сварных труб по всей длине сварного шва осуществляется в соответствии с требованиями 5.3 Правил МПТ.

Таблица 2.4.3.4

Объем испытаний для одобрения стальных труб

Вид испытаний (пункт Правил МПТ)	Расположение проб и место вырезки образцов	Минимальное количество труб от плавки/ труб от партии	Минимальное количество проб от трубы	Минимальное количество образцов от трубы	Примечания	Общее количество образцов от партии труб
Химический анализ (п.4.3.4)	От одного конца	50/1	1	1	Общий анализ, включая микролегирование + ковшовая проба	2
Испытания на растяжение (п. 4.3.2)	От двух концов, поперек	50/1	2	2	Определяется R_e, R_m, A_5, RA	40
Испытания на ударный изгиб[1] (п. 4.3.3.4)	От одного конца	50/1			Базовая температура для категории стали	3
Испытания на коррозию[2] (п. 4.3.9.5)	От одного конца	50/1	1	3		3
Ультразвуковой контроль (п. 4.3.8.3)	По всей длине	50/50	вся труба			50
Испытание гидравлическим давлением (п. 4.3.7)	Вся труба	50/50	вся труба			50

[1]Для труб из категорий стали PCTD, PCTE и PCTF испытания на ударный изгиб должны проводиться для каждой трубы.
[2]Испытания на коррозию проводятся только для труб МПТ классов L2 и G2.

2.5 АРМАТУРА

2.5.1 Арматура для МПТ должна изготавливаться по одобренной Регистром документации на предприятиях, имеющих Свидетельство Регистра о типовом одобрении на выпускаемый вид продукции (СТО, форма 6.8.3).

2.5.2 Материалы корпусов арматуры морских подводных трубопроводов должны отвечать требованиям, предъявляемым к материалам труб таких же диаметров Правилами МПТ с учетом назначаемого уровня надежности МПТ, в том числе при работе с агрессивными средами. Арматура МПТ должна быть выполнена в полнопроходном исполнении.

2.5.3 Материалы крепежных деталей для фланцевых соединений (болты, гайки) диаметром более 25 мм должны быть испытаны на ударный изгиб с выполнением требований, принятых для материалов труб стального МПТ. Прочность крепежных деталей должна соответствовать классу 8.8 по ISO 898-1 иди другому аналогичному уровню.

2.5.4 Изготовление корпусов и деталей арматуры может осуществляться штамповкой, литьем или сваркой. При применении сварки должен быть разработан и представлен для согласования технологический процесс изготовления, который должен отвечать требованиям Регистра.

2.5.5 В общем, объем и порядок освидетельствований при техническом наблюдении за изготовлением арматуры МПТ должен соответствовать аналогичным процедурам для арматуры трубопроводов I класса в соответствии с 8.1 и 8.2 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

2.5.6 Техническое наблюдение за изготовлением арматуры МПТ должно предусматривать проверки и испытания в соответствии с 8.2.1 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» Правил технического наблюдения за постройкой судов. Регулирующая, предохранительная и измерительная арматура, а также автоматически действующая арматура подлежат проверке в действии для подтверждения соответствия требованиям одобренной Регистром технической документации.

2.5.7 При проверке дистанционно управляемой арматуры необходимо удостовериться в способности запорных устройств принимать предусмотренное технической документацией положение при выходе из строя системы дистанционного автоматического управления, а также в правильности установки указателей положений «открыто» и «закрыто».

2.5.8 При техническом наблюдении за опытными и головными образцами арматуры должны предусматриваться дополнительная проверка длительности ее работы в условиях вибрации, при предельных значениях температуры и давления, а также ее действие в условиях других особых режимов, определяемых непосредственным назначением (при транспорте коррозионно-агрессивных сред и т.д.).

2.5.9 При необходимости в технических условиях на арматуру МПТ должны быть приведены требования к проведению специальных испытаний изделий и их сварных соединений в коррозионно-агрессивной среде в соответствии с 4.3.9.5 Правил МПТ.

2.5.10 Поставка арматуры для МПТ в соответствии с 1.6 осуществляется с копией СТО и Свидетельством, заполняемым и подписываемым должностным лицом предприятия и оформляемым (заверяемым) Регистром (СЗ, форма 6.5.31). Для получения СЗ предприятие должно обратиться в Регистр с заявкой.

2.6 ГИБКИЕ ТРУБЫ

2.6.1 Общие положения.

2.6.1.1 Гибкие трубы для МПТ, изготавливаемых/подлежащих ремонту или модернизации под техническим наблюдением Регистра, должны отвечать требованиям 3.7, 4.2.4 и 4.6 Правил МПТ.

2.6.1.2 Гибкие трубы должны изготавливаться по одобренной Регистром документации на предприятиях, имеющих одобренную систему качества и Свидетельство Регистра о типовом одобрении на выпускаемый вид продукции (СТО, форма 6.8.3).

2.6.1.3 Процедура технического наблюдения за изготовлением гибких труб МПТ для получения предприятием СТО включает:

рассмотрение и анализ заявки предприятия и приложений к ней;

рассмотрение технической документации;

освидетельствование предприятия, включающее оценку системы качества и контрольные испытания (типовые испытания);

оформление Свидетельства о типовом одобрении (СТО, форма 6.8.3).

2.6.1.4 К заявке предприятия-изготовителя должны быть приложены документы, указанные в 6.1.3.2.2 части XIII «Материалы» Правил РС.

2.6.1.5 При положительных результатах рассмотрения указанной выше документации проводится освидетельствование предприятия-изготовителя, включающее:

установление фактического состояния организации и управления процессами системы качества, включая процесс выпуска продукции;

проведение контрольных типовых испытаний согласно одобренной Регистром программе.

2.6.1.6 При положительных результатах освидетельствования предприятия оформляется Свидетельство о типовом одобрении на продукцию. Основные требования к оформлению СТО должны соответствовать разд. 6 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

2.6.1.7 При наличии у предприятия системы обеспечения качества в соответствии со стандартами ISO 9001, подтвержденной соответствующим документом, и в процессе ее проверки подтверждена реально действующая система испытаний и контроля, обеспечивающая необходимый уровень выпускаемой продукции, СТО может быть оформлено на основании положительных результатов рассмотрения технической документации и контрольных испытаний продукции.

2.6.1.8 Поставка ГПМТ для МПТ в соответствии с 1.6 осуществляется с копией СТО и Свидетельством, заполняемым и подписываемым должностным лицом предприятия и оформляемым (заверяемым) Регистром (СЗ, форма 6.5.31). Для получения СЗ предприятие должно обратиться в Регистр с заявкой.

2.6.1.9 Каждая труба должна иметь маркировку, содержащую идентификационный номер, величину спецификационного рабочего давления и температуры (если труба используется при других температурах, чем температура окружающей среды), величину минимального радиуса при хранении.

2.6.2 Требования к материалам гибких труб.

2.6.2.1 Номенклатура контролируемых Регистром характеристик полимерных и металлических материалов, применяемых при изготовлении гибких труб, должна соответствовать требованиям 4.6 Правил МПТ.

2.6.3 Испытания полимерных материалов гибких труб.

2.6.3.1 Качество полимерных материалов, используемых на предприятии-изготовителе для производства гибких труб, должно подтверждаться проведением испытаний в объеме, согласованном с Регистром.

2.6.3.2 Образцы для испытаний, используемые для определения механических, физических и других характеристик полимеров в конструкции гибких труб, должны вырезаться из материалов, изготовленных в соответствии с производственными технологическими режимами. Если полимер содержит пластификатор, то испытания должны быть выполнены как для пластифицированного, так и для непластифицированного материалов.

2.6.3.3 Полимерные материалы должны быть испытаны в соответствии с требованиями стандартов, признанных Регистром допустимыми для применения. Номенклатура испытаний и рекомендуемые стандарты по проведению испытаний полимерных материалов гибких труб приведены в табл. 2.6.3.3.

2.6.3.4 Испытания по определению сопротивления быстрой декомпрессии должны проводиться в следующих условиях:

состав газо-жидкостной смеси — в соответствии с проектными требованиями;

время выдержки образцов в газо-жидкостной смеси — до полного насыщения;

количество циклов декомпрессии — в соответствии с проектными требованиями, но не менее 20;

скорость декомпрессии — если возможно, используется предполагаемая скорость декомпрессии, в противном случае не менее 7 МПа/мин;

толщина образца — не менее толщины стенки внутренней оболочки;

температура испытаний — предполагаемая температура эксплуатации гибкого подводного трубопровода;

Таблица 2.6.3.3

Испытания и рекомендуемые стандарты по испытаниям полимерных материалов

Испытания	ГОСТ	Иностранные стандарты
На растяжение (предел прочности, предельное относительное удлинение)	ГОСТ 11262	ISO 527-1, ISO 527-2
На сжатие (предел прочности)	ГОСТ 4651	ISO 604
На сдвиг (предел прочности)	ГОСТ 17302	—
На изгиб (предел прочности)	ГОСТ 4648	ISO 178
По определению модуля упругости	ГОСТ 9550	ISO 527-1, ISO 527-2
По определению ударной вязкости	ГОСТ 4647	ISO 179
По определению твердости	ГОСТ 4670	ISO 868, ISO 2039-1
На истирание	ГОСТ 11012	ISO 9352
По определению плотности	ГОСТ 15139	ISO 1183
По определению температуры размягчения и коэффициента линейного теплового расширения	ГОСТ 15088, ГОСТ 15173	ISO 11359-2, ISO 306
На водопоглощение	ГОСТ 4650	ISO 62
По определению коэффициента теплопроводности и теплоемкости	ГОСТ 23630.2, ГОСТ 23630.1	ASTM C 177, ISO 11357-4
На старение	ГОСТ 9.708	ISO 9142
На ползучесть	ГОСТ 18197	ISO 899-1
По определению химической стойкости к воздействию окружающей и транспортируемой сред	ГОСТ 12020	ISO 15314

испытательное давление — не ниже уровня рабочего давления в гибком подводном трубопроводе;

процедура освидетельствования — образец после каждого цикла снижения давления должен при 20-ти кратном увеличении освидетельствоваться на предмет образования пузырей, набухания и продольного растрескивания;

критерий приемки — отсутствие пузырей, набухания и продольного растрескивания.

2.6.3.5 Испытания по установлению долговечности полимерных материалов, используемых в гибких трубах, должны выполняться в соответствии со специальной программой, разрабатываемой предприятием-изготовителем и одобренной Регистром. В основе программы должна лежать базирующаяся на эксперименте модель прогнозирования долговечности полимеров, учитывающая влияние окружающей среды и условий нагружения. Допускается использование гипотезы линейного суммирования повреждений. Особое внимание необходимо уделять депластификации и водопоглощению полимеров, а также изменению геометрических размеров образцов. Влияние ползучести, релаксации и циклического деформирования должно быть исследовано на состаренных и несостаренных образцах.

2.6.3.6 Испытания полимерных материалов по определению остаточной деформации сжатия, коэффициента температурного расширения, газо-/водопроницаемости, чувствительности к надрезу, диапазона рабочих температур проводятся по методикам, разрабатываемым предприятием-изготовителем и согласованным с Регистром.

2.6.4 Испытания металлических материалов гибких труб.

2.6.4.1 Испытания металла силовых слоев гибких труб (каркаса, радиального и осевого армирования), и концевых фитингов, если не оговорено иное, должны выполняться в соответствии с требованиями разд. 2 части XIII «Материалы» Правил РС.

2.6.4.2 Механические испытания материалов силовых слоев и концевых фитингов должны выполняться после термической обработки, раскатки и окончательной формовки и должны удовлетворять требованиям национальных или международных стандартов и/или одобренной Регистром документации. Для профилированных полос образцы для механических испытаний, если не оговорено отдельно, отбираются параллельно оси полосы.

2.6.4.3 Отбор проб металлических материалов в зависимости от вида элементов гибкой трубы и вида испытаний производится в соответствии с требованиями 3.2.5, 3.7.5, 3.8.5, 3.13.5 части XIII «Материалы» Правил РС.

2.6.4.4 Испытания на растяжение, ударный изгиб (для концевых фитингов) и твердость должны проводиться в соответствии с требованиями 2.2 части XIII «Материалы» Правил РС или по одобренным Регистром методикам.

2.6.4.5 Если элементы концевых фитингов изготовлены из металла одной партии с одинаковым режимом термической обработки, то при определении механических характеристик можно ограничиться испытаниями одной серии образцов, вырезанных из наиболее массивных изделий, распространяя полученные результаты на всю партию.

2.6.4.6 Испытания на ударный изгиб проводятся для материалов элементов концевых фитингов толщиной более 6 мм, если минимальная проектная температура эксплуатации гибкого трубопровода менее 0 °С. Температура испытаний должна быть равна −20 °С или минимальной проектной температуре эксплуатации, если последняя ниже.

2.6.4.7 Методы определения химического состава, коэффициента Пуассона и коэффициента температурного расширения металлических материалов устанавливаются стандартами.

2.6.4.8 Испытания на коррозионную стойкость в транспортируемой среде и в морской воде, определение стойкости к водородно-индуцированному и сульфидному растрескиванию выполняются в соответствии с требованиями 4.3.9 Правил МПТ. Методика испытаний должна учитывать требования Приложения 4 Правил МПТ и быть согласована с Регистром.

2.6.4.9 Определение эрозионной стойкости металлических материалов проводится по методике, разрабатываемой предприятием-изготовителем труб и одобренной Регистром.

2.6.4.10 Определение кривой усталости в координатах «нагрузка — количество циклов» проводится на циклической базе, соответствующей ожидаемому количеству циклов динамической составляющей нагрузки по методике, согласованной с Регистром.

2.6.5 Требования к гибким трубам и программам их испытаний.

2.6.5.1 Общие положения.

2.6.5.1.1 Общие требования к составу и объемам испытаний гибких труб должны соответствовать 4.2.4 Правил МПТ.

2.6.5.1.2 Образцы для испытаний труб должны быть оснащены теми же типами концевых фитингов, которые будут установлены на одобряемых типах труб.

2.6.5.1.3 Специальные испытания проводятся в целях подтверждения возможности безопасной эксплуатации гибких труб в условиях, которые требуют придания трубам особых свойств, оговоренных в 4.2.4.3.3 Правил МПТ. Программы специальных испытаний гибких труб разрабатываются предприятием-изготовителем и одобряются Регистром.

2.6.5.2 Типовые испытания гибких труб.

2.6.5.2.1 Типовые испытания проводятся в целях подтверждения основных расчетных параметров труб определенного типо-размерного ряда, диапазон которого должен быть установлен исходя из:

внутреннего/внешнего диаметра;

количества и назначения слоев;

конструкции металлических и полимерных слоев;

процессов изготовления, в том числе углов намотки;

транспортируемой среды;

внутренней /внешней температуры среды;

условий и срока эксплуатации.

2.6.5.2.2 Типовые испытания, которые, как правило, проводятся до разрушения образцов должны состоять из испытаний на:

разрыв внутренним давлением;

устойчивость (смятие) под действием внешнего гидростатического давления;

разрыв растягивающей нагрузкой;

изгибную жесткость (проверка минимального радиуса изгиба гибких труб);

сопротивление кручению.

2.6.5.2.3 От каждого типа гибких труб отбирается от одного до трех образцов на каждый вид типовых испытаний. При производстве данного типа труб с различными диаметрами допускается выполнять испытания на трубах максимального диаметра.

2.6.5.2.4 Испытания на разрыв внутренним давлением.

2.6.5.2.4.1 Испытания должны проводиться на образцах длиной, равной 20-ти внутренним номинальным диаметрам труб, но не более 3,0 м, исключая длину концевых фитингов. Испытания должны быть проведены для прямого образца и образца, изогнутого по минимальному радиусу изгиба ГПМТ в эксплуатации (см. 3.7.3.6 Правил МПТ).

2.6.5.2.4.2 Непосредственно перед испытаниями на разрыв образец должен быть подвергнут процедуре стабилизации, заключающейся в проведении 20-ти циклов нагружения/разгрузки от нуля до величины расчетного давления.

2.6.5.2.4.3 После стабилизации образец подвергается нагружению внутренним давлением со скоростью не более 10 МПа/мин до разрыва. Величина разрывного давления должна не менее, чем в 2 раза превышать расчетное давление. Максимальное содержание воздуха в испытательной жидкости должно составлять не более 0,5 % для гибких труб без каркаса и 1,0 % для труб с каркасом внутри герметизирующей оболочки.

2.6.5.2.5 Испытания на устойчивость (смятие) внешним гидростатическим давлением.

2.6.5.2.5.1 Испытания должны проводиться на прямых образцах с размерами, указанными в 2.6.5.2.4.1.

2.6.5.2.5.2 Внешнее давление, при котором происходит потеря устойчивости (смятие) образца должно не менее, чем в 1,5 раза превышать расчетное давление потери устойчивости (смятия) гибкой трубы.

2.6.5.2.5.3 В зависимости от способа проведения испытания (приложения внешнего разрушающего давления) необходимо учитывать действие на образец осевых усилий и/или внутреннего давления.

2.6.5.2.6 Испытания на разрыв растягивающей нагрузкой.

2.6.5.2.6.1 Испытания должны проводиться на прямых образцах с размерами, указанными в 2.6.5.2.4.1. Устройство для растяжения образцов труб должно предотвращать их скручивание.

2.6.5.2.6.2 Усилие, при котором происходит разрушение образца, должно не менее, чем в 2 раза превышать расчетное растягивающее усилие для гибкой трубы.

2.6.5.2.7 Проверка минимального радиуса изгиба.

2.6.5.2.7.1 Целью испытаний является определение усилий, требуемых для изгиба трубы по ее минимальному радиусу, и характеристик релаксации гибкой трубы после изгиба. Длина образца должна быть такой, чтобы исключить влияние концевых фитингов. Схема приложения изгибных нагрузок должна быть согласована с Регистром.

2.6.5.2.7.2 В ходе испытаний должна определятся зависимость между приложенной нагрузкой, приводящей к изгибу, и радиусом изгиба вплоть до его минимального значения. Труба должна быть выдержана при минимальном радиусе изгиба не менее 1 ч, затем процесс повторяется. Разница в нагрузках для достижения минимального радиуса изгиба представляет характеристику релаксации трубы.

2.6.5.2.7.3 Рекомендуется проводить серию испытаний с учетом различных комбинаций температур и давлений. По согласованию с Регистром могут быть применены и другие способы испытаний.

2.6.5.2.8 Испытания на сопротивление кручению.

2.6.5.2.8.1 Испытания должны проводиться на прямых образцах с размерами, указанными в 2.6.5.2.4.1.

2.6.5.2.8.2 Для проведения испытаний один из концевых фитингов должен быть закреплен, а к другому — прикладываться крутящий момент. Образец трубы должен находится под внутренним давлением, равным расчетному.

2.6.5.2.8.3 Величины крутящих моментов обоих направлений, приводящих к разрушению или потере целостности трубы, должны не менее, чем в 1,5 раза превышать расчетные.

2.6.5.3 Испытания в процессе производства гибких труб.

2.6.5.3.1 Испытаниям в процессе производства подвергается каждая труба, состав испытаний должен соответствовать требованиям 4.2.4.3 Правил МПТ.

2.6.5.3.2 Каждая гибкая труба после изготовления должна испытываться на:

калибровку внутренней полости трубы;

внутренним гидростатическим давлением;

прочность сцепления (адгезию) между слоями (только для связанных гибких труб);

вакуумные испытания (только для связанных гибких труб).

2.6.5.3.3 Предприятие-изготовитель должно установить и согласовать с Регистром минимальное время, которое должно пройти между завершением операции монтажа концевых фитингов и началом приемочных испытаний.

2.6.5.3.4 Гибкие трубы должны подвергаться неразрушающему контролю в объеме 100 %, который включает в себя: визуальный контроль, магнитопорошковый контроль для концевых фитингов, физические методы неразрушающего контроля, предусматриваемые технической документацией, одобренной Регистром.

2.6.5.3.5 При поставке труб предприятием-изготовителем должна быть представлена отчетная документация по всем процессам производства, неразрушающего контроля, испытаний, сертификаты на все материалы и полуфабрикаты. Кроме того, предприятием должны быть определены и согласованы с Регистром параметры процессов намотки/ сматывания с барабанов.

2.6.5.3.6 Калибровка внутренней полости трубы.

Определение минимального диаметра внутреннего канала гибкой трубы (калибровка) выполняется до проведения испытаний внутренним гидростатическим давлением. Измерительный снаряд-калибр должен быть укомплектован дисками диаметрами, составляющими не менее 95 % от номинального внутреннего диаметра гибкой трубы. Диски должны проходить через внутренний канал гибкой трубы не поврежденными (без сколов), допускается лишь образование незначительных царапин.

2.6.5.3.7 Испытания внутренним гидростатическим давлением.

2.6.5.3.7.1 Испытания внутренним гидростатическим давлением должны проводиться в следующих условиях:

.1 Режимы стабилизации:

выдержка испытываемой трубы на протяжении 2-х часов при гидростатическом давлении на 2 — 10 % превышающим испытательное давление;

выдержка трубы на протяжении 1 ч при гидростатическом давлении, составляющим 50 % от уровня испытательного давления;

выдержка трубы на протяжении 4 ч при гидростатическом давлении, равном испытательному давлению.

.2 Режим испытания: не менее 24 ч при испытательном давлении и мониторинге температуры (внешней среды и испытательной жидкости) и давления.

2.6.5.3.7.2 Испытательное давление должно в 1,5 раза превышать расчетное давление. Максимальное содержание воздуха в испытательной жидкости должно соответствовать требованиям 2.6.5.2.4.3.

2.6.5.3.7.3 Допускаемое изменение давления в период испытаний, включая вызванное колебаниями температуры испытательной жидкости, должно составлять не более 4 % за 24 ч. Возможные изменения давления, вызванные колебаниями температуры, должны подтверждаться расчетом. Не должно наблюдаться протечек, необратимых деформаций и повреждений гибкой трубы, в том числе в районе концевых фитингов.

2.6.5.3.7.4 Должны контролироваться временные и остаточные удлинения труб, база измерений должна быть не меньше 10-ти внутренних номинальных диаметров трубы. Остаточное удлинение после испытаний для связанных гибких труб не должно превышать 0,7 %.

2.6.5.3.8 Адгезионные испытания связанных гибких труб.

Адгезионные испытания связанных гибких труб проводятся, как правило, для образцов, которые вырезаются из материала труб в виде полосок, по методикам, разрабатываемым предприятием-изготовителем на основании международных и/или национальных стандартах и одобренным Регистром.

2.6.5.3.9 Вакуумные испытания связанных гибких труб.

Вакуумные испытания связанных гибких труб проводятся для подтверждения прочности связи лейнера с внешними слоями. Для этого в полости гибкой трубы создается разряжение давления до уровня 85 кПа на протяжении 10 мин. Критерием приемки является отсутствие сплющивания лейнера, нарушения адгезии между слоями, вспучивания полимерного лейнера. При использовании стального лейнера вакуумные испытания не проводятся.

2.6.5.4 Специальные испытания гибких труб.

В зависимости от назначения и условий эксплуатации гибких труб по согласованию с Регистром проводятся специальные испытания на:

замер электрического сопротивления (для гибких труб с внутренним каркасом и при использовании катодной защиты концевых фитингов);

способность к эксплуатации при пониженных температурах — морозоустойчивость (при наличии участков труб выше поверхности воды);

стойкость к агрессивным (коррозионным/эрозионным) транспортируемым средам;

стойкость к транспортируемым средам с повышенной температурой (более 100 °С);

огневые испытания (при наличии участков труб выше поверхности воды).

Объем и методики специальных испытаний разрабатываются предприятием-изготовителем на основании национальных/международных стандартов и одобряются Регистром.

2.7 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ

2.7.1 Антикоррозионные покрытия.

2.7.1.1 Предприятие, осуществляющее постройку МПТ, должно представить Регистру на одобрение комплект документации по антикоррозионным покрытиям, включающий в себя, как минимум, следующее:

перечень объектов МПТ с указанием систем покрытий каждого из них, включая тип и цвет покрытия;

перечень технических данных по каждому из основных компонентов покрытий;

свидетельства о соответствии основных компонентов покрытий;

подтверждение способности предприятия и/или его субподрядчика по нанесению требуемых покрытий;

процедуры и стандарты подготовки поверхности труб перед нанесением покрытий, включая точки и методы контроля;

процедуры и стандарты нанесения покрытий, включая точки и методы контроля;

формы инспекционного отчета по подготовке поверхности и нанесению покрытий;

данные предприятия-изготовителя по безопасности каждого компонента покрытия (данные по безопасности покрытия должны быть учтены в инструкции изготовителя по нанесению покрытия и в процедуре предприятия и/или его субподрядчика по нанесению покрытия);

требования к обслуживанию систем покрытий.

2.7.1.2 Процедуры освидетельствования защитных покрытий, признание предприятий — изготовителей покрытий и одобрение защитных покрытий проводятся в соответствии с 3.1.2 и 3.1.3 части III «Техническое наблюдение за изготовлением материалов» Правил технического наблюдения за постройкой судов.

2.7.1.3 Для подтверждения качества выполнения работ по нанесению покрытия, предприятие, производящее подготовительно-окрасочные работы, представляет Регистру окончательный инспекционный отчет (форма отчета — см. приложение 15 к разд. 2 части V «Техническое наблюдение за постройкой судов» Правил технического наблюдения за постройкой судов), подтверждающий соблюдение одобренного Регистром стандарта предприятия-изготовителя и/или соответствующей технологической инструкции подрядчика по нанесению покрытия.

2.7.1.4 При выборе внутреннего антикоррозионного защитного покрытия следует учитывать следующие факторы:

химическую совместимость с транспортируемыми углеводородами, а также с другими веществами, включая вероятность введения ингибиторов (см. 2.7.1.6), контакт с которыми может быть возможен в процессе монтажа, укладки и эксплуатации;

сопротивляемость эрозионным воздействиям транспортируемых сред и механическим повреждениям при очистке внутренней поверхности трубопроводов скребками;

наличие надежных систем контроля качества основного покрытия труб и покрытия в районе монтажного соединения.

2.7.1.5 Для временной защиты внутренней поверхности от коррозии во время хранения и транспортировки труб следует использовать заглушки в виде пробок и муфт, нанесение временных консервирующих составов.

2.7.1.6 Возможность использования ингибирования для защиты внутренней поверхности трубопровода от коррозии при запланированных значительных временных интервалах (более 6 месяцев) между процессами укладки МПТ и его подключением необходимо предусматривать на этапе ТЭО (проекта) МПТ и согласовывать с Регистром. Рассмотрению при этом подлежат следующие параметры:

эффективность замедления коррозии с помощью ингибирования;

совместимость ингибитора с материалами, входящими в состав трубопровода;

соответствие ингибитора требованиям безопасности и охраны окружающей среды.

2.7.1.7 Внешнее изоляционное покрытие должно отвечать требованиям технических условий на антикоррозионное покрытие труб на весь период службы трубопровода по следующим показателям:

прочность на разрыв;

относительное удлинение при рабочей температуре;

прочность при ударе;

адгезия к стали;

теплопроводность;

предельная площадь отслаивания в морской воде;

способность к отверждению.

Изоляция должна выдерживать испытания на пробой при напряжении не менее 5 кВ на миллиметр толщины.

2.7.1.8 Производственная спецификация на покрытие должна отражать следующие материалы и технологические процессы:

материал покрытия;

подготовку поверхности;

нанесение покрытия;

контроль и испытания;

ремонт покрытия;

транспортировку и хранение труб с нанесенными покрытиями.

2.7.1.9 Изоляция сварных стыков, арматуры, фасонных частей, мест подключения устройств электрохимической защиты должна по своим характеристикам отвечать требованиям, предъявляемым к защитным антикоррозионным покрытия труб.

В период транспортировки, погрузо-разгрузочных работ и складирования труб должны быть предусмотрены специальные меры, исключающие возможность механического повреждения изоляционного покрытия.

2.7.1.10 При использовании для антикоррозионной защиты участков труб в районе стыковых сварных швов полимерных манжет Регистром должны быть одобрены:

технология установки манжет и требования к подготовке поверхности;

процедура испытаний после установки манжет: испытания на отслаивание и целостность покрытия;

требования к приемке;

процедура ремонта покрытий с использованием манжет.

2.7.1.11 Манжеты, применяемые для антикоррозионной защиты сварных стыков труб МПТ, должны быть одобрены Регистром. При этом необходимо учитывать возможные ограничения по температуре эксплуатации антикоррозионных манжет для МПТ, по которым транспортируются подогретые среды.

2.7.2 Протекторная защита

2.7.2.1 Протекторы (жертвенные аноды) для МПТ должны быть одобрены Регистром. Общие требования к материалам протекторов изложены в 7.3.5 Правил МПТ.

2.7.2.2 При освидетельствовании Регистром изготовления протекторов на предприятии-изготовителе должны быть проведены следующие проверки и испытания:

химический анализ плавки;

весовой контроль;

визуальный контроль по выявлению поверхностных дефектов (трещин, усадок, узлов вывода закладной арматуры и т.д.);

испытание на электрохимическую емкость в морской воде;

проверка изменения потенциала закрытого контура в морской воде;

испытание на разрушение.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1.1 Техническое наблюдение за постройкой МПТ должно осуществляться на основании договора, заключенного между Регистром и заказчиком (предприятием-подрядчиком, осуществляющим постройку МПТ), на основании требований 1.4.

3.1.2 Предприятие должно обеспечивать необходимые условия осуществления Регистром технического наблюдения в соответствии с требованиями главы 12.7 части I «Общие положения по техническому наблюдению» Правил технического наблюдения за постройкой судов. Выполнение любых морских/береговых работ должно осуществляться в соответствии с утвержденными должным образом нормативными документами предприятия, регламентирующими охрану здоровья и окружающей среды в соответствии с требованиями надзорных органов РФ.

3.1.3 Перед началом технического наблюдения за постройкой МПТ предприятие должно быть проверено на соответствие требованиям 1.10. По результатам проверки оформляется Акт (форма 6.3.19) с Приложением (форма 6.3.19f), или может быть выдано Свидетельство о соответствии пред-приятия (см. 1.10).

3.1.4 Объем и порядок технического наблюдения, виды проверок, испытаний и контроля устанавливается перечнем объектов технического наблюдения МПТ при постройке. Перечень должен быть разработан предприятием и согласован с подразделением Регистра, ведущим техническое наблюдение за постройкой МПТ. Перечень составляется на основании Номенклатуры объектов

технического наблюдения Регистра за МПТ (см. табл. 1.6.1), требований настоящего раздела и объема одобренной рабочей документации по каждому подводному трубопроводу, постройка которого подлежит техническому наблюдению со стороны Регистра.

3.1.5 В перечне должны быть указаны объекты технического наблюдения (в том числе технологические процессы и отдельные работы, подлежащие техническому наблюдению Регистра) по:

трубам (в том числе предварительно нанесенные антикоррозионное и балластное покрытия);

контролю проектных параметров трассы трубопровода;

технологии сборки /сварки трубопровода (в том числе ремонту дефектных сварных швов);

техническим средствам для укладки трубопровода и технологии укладки;

неразрушающему контролю сварных соединений;

контролю параметров укладки;

нанесению антикоррозионных покрытий на монтажные соединения;

установке анодов (протекторов) и/или катодной защиты;

установке арматуры и контролю выполнения фланцевых (механических) соединений;

очистке внутренней полости и гидравлическим испытаниям трубопровода;

монтажу систем автоматизации, сигнализации и технологической связи;

контролю параметров уложенного трубопровода по трассе (в том числе по величине заглубления трубопровода в донный грунт).

3.1.6 По каждому объекту технического наблюдения в перечне должны быть приведены объем освидетельствований, номера одобренных чертежей, схем, методик, программ испытаний, технологических процессов и т.п.

3.1.7 Каждому пункту перечня должно соответствовать одно предъявление инспектору Регистра, охватывающее один или несколько однородных объектов технического наблюдения, или объем работ, законченных на данной стадии постройки. При этом должна учитываться технологическая последовательность и другие условия постройки МПТ.

3.1.8 В качестве перечня по согласованию с подразделением Регистра могут быть использованы один или несколько документов, разработанных предприятием в соответствии с принятой на нем практикой: инспекционно-проверочный план, журнал приемок, стандарт предприятия на предъявление Регистру выполненных работ или другой подобный документ.

3.1.9 Освидетельствования по перечню проводятся инспектором Регистра по предъявлении органом технического контроля предприятия объекта технического наблюдения или завершенного объема работ с оформленными на них документами, окончательно проверенных предприятием и подготовленных к предъявлению Регистру надлежащим образом.

3.1.10 Основная цель освидетельствования по перечню — проверка качества объекта наблюдения на данном этапе изготовления, предусмотренным технологией постройки, и допуск к последующим этапам постройки МПТ.

3.1.11 При обнаружении несоответствий или отступления от одобренной документации инспектор обязан потребовать их устранения и, при необходимости, повторного предъявления объекта наблюдения к освидетельствованию.

3.1.12 Помимо освидетельствований по перечню (или по документам его заменяющим в соответствии с 3.1.8) инспектором Регистра могут выполняться периодические проверки, не связанные с официальным предъявлением органом технического контроля предприятия, но вытекающие из функций Регистра по техническому наблюдению на предприятии или предписываемые Правилами МПТ и другими нормативными документами Регистра, а также обусловленные договором о техническом наблюдении. По результатам данных проверок инспектор может предъявить требования, указанные в 3.1.11.

3.1.13 Техническое наблюдение Регистра за постройкой МПТ в акваториях российского морского шельфа и внутренних акваториях проводится независимо от контроля со стороны надзорных органов РФ, если иное не оговорено специальными соглашениями.

3.2 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

3.2.1 Техническое наблюдение за постройкой МПТ должно осуществляться на основании одобренной Регистром проектной и рабочей документации МПТ.

3.2.2 Перед началом технического наблюдения за постройкой стальных МПТ Регистр должен проконтролировать наличие следующих документов:

свидетельств РС об одобрении технологических процессов сварки, используемых на предприятии, в том числе для ремонта сварных швов;

свидетельств РС, подтверждающих квалификацию сварщиков и персонала по неразрушающему контролю сварных швов;

свидетельств РС, подтверждающих соответствие сварочных материалов.

3.2.3 В процессе технического наблюдения Регистра за постройкой МПТ в соответствии с 8.1.2 Правил МПТ и 3.1.6 настоящего Руководства

Регистром должна быть рассмотрена и одобрена соответствующая техническая документация (см. 3.3.3, 3.4.1, 3.4.3, 3.5.1, 3.6.1.3, 3.6.2.5, 3.7.1.2, 3.7.1.3, 3.7.2.2, 3.7.3.2, 3.7.4.3).

3.3 СВАРКА. АТТЕСТАЦИЯ СВАРЩИКОВ

3.3.1 Допуск сварщиков, Свидетельство о допуске сварщика, условия действия и продления Свидетельства о допуске сварщика при постройке стальных МПТ должны отвечать требованиям 5.2.3 Правил МПТ.

3.3.2 Перед началом технического наблюдения за постройкой стальных МПТ Регистру должны быть предъявлены для освидетельствования испытания основного металла труб на свариваемость в соответствии с требованиями 5.1.2.2 Правил МПТ, которые должны быть выполнены на стадии признания предприятий-изготовителей проката и/или труб.

3.3.3 Одобрение технологических процессов сварки должно проводиться в соответствии с требованиями 5.1.2.3 Правил МПТ и разд. 6 части XIV «Сварка» Правил РС.

3.3.4 Требования к контролю сварных соединений должны назначаться с учетом указаний 5.3 Правил МПТ и разд. 3 части XIV «Сварка» Правил классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ.

3.4 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.4.1 Трубы, доставленные на предприятие (трубоукладочное судно/баржу) для постройки МПТ, подлежат предъявлению Регистру для осмотра и проверки наличия документов РС или других согласованных с РС видов сертификатов.

3.4.2 Условия хранения труб и сварочных материалов на предприятии (трубоукладочном судне/барже) должны быть освидетельствованы Регистром на стадии признания предприятия.

3.4.3 Остальные материалы и изделия для МПТ освидетельствуются Регистром путем проверки наличия документов Регистра или других согласованных с РС видов сертификатов.

3.5 ТРАССА ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА

3.5.1 Трасса (или ее участки в случае большой протяженности МПТ) перед постройкой МПТ должна быть подготовлена в соответствии с одобренной Регистром технической документацией и должна быть освидетельствована Регистром непосредственно перед началом постройки (укладки) МПТ.

3.5.2 В случаях, указанных в 8.2.8 Правил МПТ, данные по инженерным изысканиям и подготовке трассы должны быть актуализированы перед началом работ по постройке МПТ.

3.5.3 Отдельному освидетельствованию Регистром подлежит:

профиль траншеи для укладки МПТ, заглубляемых в донный грунт, с учетом требований 8.2.10 и 8.2.11 Правил МПТ;

конструкции пересечений (переходов) через ранее проложенные МПТ и кабельные трассы с учетом требований 8.2.12 Правил МПТ.

3.6 ПОДГОТОВКА ПРЕДПРИЯТИЯ (МОБИЛИЗАЦИЯ ТРУБОУКЛАДОЧНОГО СУДНА ИЛИ БАРЖИ) ДЛЯ ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.6.1 Общие положения.

3.6.1.1 Подготовка предприятия или мобилизация трубоукладочного судна/баржи для постройки МПТ должна быть освидетельствована Регистром перед началом работ независимо от наличия у данного предприятия свидетельства Регистра о признании.

3.6.1.2 Трубоукладочное судно/баржа перед началом работ должно быть освидетельствовано Регистром или иным классификационным обществом, в классе которого оно находится, как морское судно на соответствие требованиям Правил Регистра (или ИКО) и международных конвенций с учетом необходимости перехода/буксировки в район производства работ и нахождения в этом районе во время укладки МПТ.

3.6.1.3 Регистром должно быть проверено наличие у предприятия или трубоукладочного судна/баржи документов Регистра в соответствии с требованиями глав 1.8, 1.9 и 1.10.

3.6.2 Мобилизация трубоукладочного судна/баржи.

3.6.2.1 Перед непосредственным началом работ по постройке МПТ Регистру должны быть предъявлены для освидетельствования:

устройства для позиционирования трубоукладочного судна/баржи;

средства для первоначальной анкеровки укладываемого МПТ;

рольганг для перемещения труб (плетей труб) или барабан для намотки/сматывания плетей труб;

стингер для укладки трубопровода;

устройства для создания натяжения в плети труб;

посты для сварки труб (или монтажа фланцевых соединений концевых фитингов ГПМТ);

посты для неразрушающего контроля сварных (монтажных) швов;

посты для нанесения покрытий на монтажные швы (стыки);

посты для установки анодов и/или балластных грузов.

3.6.2.2 Освидетельствованию Регистра подлежит следующая технологическая оснастка:

устройства для аварийного сброса/подъема из воды плети труб;

анкерные устройства, применяемые на начальном этапе укладки МПТ;

устройство для центровки труб;

устройства контроля напряженно-деформированного состояния укладываемой части МПТ;

оснастка для подъема труб.

3.6.2.3 Состав вспомогательных судов, участвующих в обслуживании работы трубоукладочного судна/баржи (буксиры, буксиры для заводки якорей, суда-снабженцы и т.п.), должен соответствовать одобренному Регистром проекту производства работ по постройке МПТ, а сами суда соответствовать требованиям 3.6.1.2.

3.6.2.4 Устройства для позиционирования трубоукладочного судна/баржи вместе с системой определения координат местоположения судна (уложенного МПТ) должны быть проверены перед началом работ в рабочем режиме с предъявлением Регистру. Устройства позиционирования должны иметь, как минимум, 100 % резервирование с обеспечением заданной в проекте точности позиционирования.

3.6.2.5 В случае позиционирования трубоукладочного судна/баржи с помощью якорных систем Регистру должны быть предъявлены схемы расположения якорей при перемещении судна/баржи вдоль трассы МПТ с учетом требований 8.4.3 и 8.4.4 Правил МПТ.

3.6.3 Подготовка предприятия к постройке МПТ.

3.6.3.1 Процедура освидетельствования Регистром перед началом работ согласовывается с предприятием и назначается в зависимости от применяемого способа монтажа и укладки МПТ.

3.6.3.2 В любом случае предварительному освидетельствованию подлежат:

техническая документация;

материалы;

персонал;

оборудование для сварки (монтажа) труб и неразрушающего контроля;

любые устройства и оборудование для приложения к трубопроводу усилий (растягивающих усилий при укладке, буксировочных усилий, дополнительных сил поддержания при отрицательной плавучести МПТ и т.д.), необходимых во время монтажа и укладки МПТ.

3.7 МОНТАЖ, УКЛАДКА И ИСПЫТАНИЯ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.7.1 Монтаж и укладка стальных МПТ с использованием трубоукладочных судов/барж.

3.7.1.1 Объем и порядок технического наблюдения устанавливается перечнем объектов технического наблюдения МПТ при постройке, который разрабатывается предприятием и согласовывается подразделением Регистра, ведущим техническое наблюдение за постройкой МПТ. Перечень составляется на основании Номенклатуры объектов технического наблюдения Регистра за МПТ (см. табл. 1.6.1), одобренной Регистром проектной и технологической документации. При использовании для монтажа и укладки стальных МПТ трубоукладочного судна/баржи перечень составляется на основании табл. 3.7.1.1.

Таблица 3.7.1.1

Объекты и виды технического наблюдения за постройкой МПТ

Объект технического наблюдения	Вид технического наблюдения				
	Проверка документации	Осмотр и/или участие в измерениях, испытаниях т.д.	Выборочный осмотр и/или участие в измерениях, испытаниях т.д.	Оценка результатов измерений, и т.д.	Оформление документов
1. Технологические процессы сварки и неразрушающего контроля (на стадии признания предприятия и лаборатории):					
1.1 Одобрение технологических процессов сварки, в том числе для ремонта сварных швов	+	+		+	+
1.2 Аттестация сварщиков	+	+		+	+
1.3 Одобрение процедур неразрушающего контроля	+	+		+	+
1.4 Признание лаборатории неразрушающего контроля	+	+		+	+
2. Материалы (после доставки на трубоукладочное судно/баржу):					
2.1 Трубы	+		+		
2.2 Сварочные материалы	+		+		
2.3 Остальные материалы и изделия для МПТ	+				

Продолжение табл. 3.7.1.1

Объект технического наблюдения	Вид технического наблюдения				
	Проверка документации	Осмотр и/или участие в измерениях, испытаниях т.д.	Выборочный осмотр и/или участие в измерениях, испытаниях т.д.	Оценка результатов измерений, и т.д.	Оформление документов
3. Подготовка трассы трубопровода перед укладкой					
3.1 Трасса без заглубления МПТ	+		+	+	+
3.2 Подводные траншеи для заглубления МПТ	+	+		+	+
3.3 Конструкции узлов пересечений с ранее проложенными трубопроводами и/или кабелями	+	+		+	+
4. Мобилизация трубоукладочного судна/баржи:					
4.1 В соответствии с требованиями 3.6.2	+	+		+	+
5. Подготовка труб под сборку и сварку:					
5.1 Состояние поверхностей трубы	+		+		
5.2 Подготовка мест установки приварных планок на поверхности труб (при их наличии для протекторов, балластных грузов и т.д.)	+		+		
5.3 Разделка кромок под сварку	+		+		
6. Сборка и сварка труб:					
6.1 Проверка наличия утвержденных спецификаций процессов сварки и свидетельств о квалификации сварщиков	+				
6.2 Подогрев свариваемых кромок	+		+		
6.3 Сборка стыка под сварку	+		+		
6.4 Параметры сварки	+		+		
6.5 Сварочные материалы	+		+		
7. Визуальный, измерительный и неразрушающий контроль сварных швов:					
7.1 Визуально-измерительный контроль	+		+	+	
7.2 Неразрушающий контроль	+	+		+	+
8. Ремонт дефектных сварных швов:					
8.1 Проверка наличия утвержденных спецификаций процессов ремонтной сварки и свидетельств о квалификации сварщиков	+				
8.2 Установление и разметка мест ремонта сварного шва	+	+		+	+
8.3 Удаление дефекта сварного шва	+		+	+	
8.4 Неразрушающий контроль на месте удаления дефекта	+		+	+	
8.5 Ремонт сварного шва	+	+		+	+
9. Визуальный, измерительный и неразрушающий контроль ремонтных сварных швов:					
9.1 Визуально-измерительный контроль	+	+		+	+
9.2 Неразрушающий контроль	+	+		+	+
10. Резка сварного шва:					
10.1 Разметка места резки, контроль состояния поверхности труб после удаления изоляционного покрытия	+		+	+	
10.2 Резка и разделка кромок под сварку	+		+	+	
10.3 Неразрушающий контроль кромок	+		+	+	
11. Установка протекторов (анодов):					
11.1 Разметка мест установки и подготовка поверхности под установку приварных планок	+		+	+	
11.2 Установка приварных планок	+		+		
11.3 Неразрушающий контроль сварного шва приварных планок	+		+		
11.4 Установка протекторов (анодов)	+		+		
11.5 Сварка контактов протекторов (анодов)	+		+	+	
11.6 Неразрушающий контроль сварного шва контактов протекторов (анодов)	+		+	+	
12. Изоляционное покрытие стыков:					
12.1 Подготовка поверхности труб в районе стыка	+		+		
12.2 Нанесение покрытий и/или манжеты	+		+		
12.3 Проверка качества нанесения покрытий и/или манжеты, при необходимости ремонт покрытий	+		+	+	
13. Укладка трубопровода:					
13.1 Высота опорных роликов, усилия на роликах и параметры стингера	+		+	+	
13.2 Контроль напряженно-деформированного состояния укладываемых частей МПТ (датчик изгиба и т.д.)	+		+	+	
13.3 Контроль усилий натяжения трубопровода	+		+	+	

Объект технического наблюдения	Вид технического наблюдения				
	Проверка документации	Осмотр и/или участие в измерениях, испытаниях т.д.	Выборочный осмотр и/или участие в измерениях, испытаниях т.д.	Оценка результатов измерений, и т.д.	Оформление документов
13.4 Контроль перемещений трубоукладочного судна/баржи	+		+	+	
13.5 Проверка натяжения якорных цепей и расположения якорей (при позиционировании с использованием якорных систем)	+		+	+	
13.6 Подводные освидетельствования уложенной части МПТ	+		+	+	
14. Установка забойных (соединительных) секций, арматуры и подсоединение трубопровода					
14.1 Изготовление забойных (соединительных) секций трубопровода, стояка или участка выхода МПТ на берег	+	+		+	+
14.2 Арматура, фланцы и изделия крепежа	+	+		+	+
14.3 Установка забойных секций трубопровода	+	+		+	+
14.4 Установка арматуры	+	+		+	+
14.5 Монтаж стояка или участка выхода МПТ на берег	+	+		+	+
15. Очистка и калибровка внутренней полости:					
15.1 Материалы и оборудования, включая расходные материалы	+				
15.2 Проверка измерительных приборов	+				
15.3 Подготовка калибровочного снаряда и очистных скребков	+	+		+	+
15.4 Проведение калибровки и очистки	+	+		+	+
16. Гидравлические испытания:					
16.1 Проверка измерительных приборов и оборудования	+				
16.2 Гидравлические испытания на прочность и герметичность	+	+		+	+
17. Системы сигнализации и автоматизированного управления:					
17.1 Материалы и изделия	+				
17.2 Монтаж систем	+		+		
17.3 Испытания систем	+	+		+	+
18 Система катодной защиты:					
18.1 Материалы и изделия	+				
18.2 Монтаж системы	+		+		
18.3 Испытания системы	+	+		+	+
19. Проверка уложенного МПТ по его трассе:					
19.1 Проверка МПТ по трассе на предмет выявления свободных пролетов	+	+		+	+
19.2 Проверка положения МПТ в траншее, засыпка траншеи	+	+		+	+

3.7.1.2 Перед монтажом, укладкой и испытаниями МПТ Регистру предъявляются для одобрения технологические процессы монтажа, укладки, контрольных операций, приемных испытаний, содержащие подробную информацию о применяемом оборудовании, устройствах, приборах, их характеристиках и последовательно отражающие все этапы работ, в том числе:

хранения, транспортировки, погрузки и разгрузки труб;

центровки и сборки труб под сварку;

сварки;

визуального и неразрушающего приборного контроля;

ремонтных работ по устранению дефектов сварки;

нанесения изоляционного покрытия на монтажные соединения;

изготовления забойных частей МПТ и подключения МПТ;

очистки и гидравлических испытаний МПТ;

устранения недопустимых свободных пролетов МПТ после укладки;

установки электрохимической (катодной или протекторной) защиты;

монтажа систем сигнализации и автоматизированного управления.

Разработанные технологии должны учитывать ограничения, связанные с условиями окружающей среды, в том числе волнения, ветра и т.д., и трассы МПТ.

3.7.1.3 Перед укладкой подводного трубопровода предприятием должны быть произведены и представлены Регистру для одобрения проверочные расчеты устойчивости и прочности укладываемого трубопровода с учетом фактических скоростей течения, профиля трассы трубопровода, глубин моря, формы спусковых устройств и других параметров, характерных для данного трубоукладочного судна/баржи.

3.7.1.4 На борту трубоукладчика должна находиться документация по одобренным Регистром технологиям, применимым в случае:

анкеровки (закрепления) плети трубопровода на начальной стадии укладки;

устранения незначительных дефектов на трубах;

ремонта повреждений балластного покрытия и/или изоляционного покрытия труб;

аварийного сброса/подъема плети труб в штормовых условиях;

контроля параметров напряженно-деформированного состояния укладываемого участка МПТ;

действия в аварийных случаях (отказы системы натяжения, системы позиционирования, одного или нескольких постов сварки и т. п.).

3.7.1.5 Любые изменения в технологии и параметрах укладки МПТ по сравнению с одобренной технической документацией должны быть согласованы с Регистром.

3.7.1.6 Производственные участки (посты) по неразрушающему контролю и нанесению антикоррозионного покрытия в случае наличия недопустимо высоких температур поверхности труб от процессов сварки стыков должны быть оборудованы средствами охлаждения поверхности труб.

3.7.1.7 Ремонт одного и того же участка сварного (монтажного) шва допускается производить не более двух раз.

3.7.1.8 В случае применения якорной системы позиционирования трубоукладочного судна/баржи перед началом процесса укладки должна быть проверена держащая сила якоря путем приложения усилия, равного 110 % от принятого в проекте тягового усилия на якорной лебедке.

3.7.1.9 Результаты неразрушающего контроля для каждого сварного (монтажного) шва должны быть идентифицированы и скомплектованы в архив.

3.7.1.10 На трубоукладочном судне/барже в процессе укладки должен быть осуществлен непрерывный контроль (с проверкой по отношению к проектным значениям) и регистрация параметров укладки:

нагрузки на якорные канаты (при использовании якорной системы);

высота подъема роликов и нагрузки на ролики в рольганге для перемещения укладываемой части МПТ;

натяжение труб на каждом натяжном устройстве;

угол наклона стингера;

курса, дифферента и осадки трубоукладочного судна/баржи;

глубины акватории;

условий окружающей среды.

3.7.1.11 Укладка трубопровода на дно для последующего заглубления допускается только тогда, когда предварительными контрольными промерами и расчетами будет установлено, что радиусы изгиба при укладке будут превышать минимально допустимые из условий обеспечения прочности. Результаты промеров и расчетов должны быть представлены Регистру.

3.7.1.12 Конструктивное оформление пересечений МПТ с ранее проложенными трубопроводами и кабелями должно соответствовать требованиям 8.2.12 Правил МПТ.

3.7.1.13 Контроль правильности положения трубопроводов после укладки на дно по проектной трассе должен осуществляется водолазами или телеуправляемыми подводными аппаратами, оснащенными видеотехникой. При обнаружении провисающих участков с недопустимыми величинами пролетов, они должны быть устранены по технологии, одобренной Регистром.

3.7.2 Монтаж и укладка стальных МПТ другими способами.

3.7.2.1 Объем и порядок технического наблюдения при использовании способов укладки стальных МПТ, указанных в 8.5.4 и 8.5.5 Правил МПТ, устанавливается перечнем объектов технического наблюдения МПТ при постройке, который разрабатывается предприятием и согласовывается подразделением Регистра, ведущим техническое наблюдение за постройкой МПТ, в зависимости от конкретно применяемого способа укладки. Перечень составляется на основании Номенклатуры Регистра по МПТ (см. табл. 1.6.1), одобренной Регистром проектной и технологической документации и указаниями настоящего раздела.

3.7.2.2 Помимо указанной в 3.7.1.2 технической документации, Регистром должна быть одобрена технологическая документация по укладке МПТ в зависимости от используемых способов, указанных в 8.5.4.3, 8.5.5.2 и 8.5.5.3 Правил МПТ. Разработанные технологии должны учитывать ограничения, связанные с условиями окружающей среды, в том числе волнения, ветра и т.д., и трассы МПТ.

3.7.2.3 Перед укладкой подводного трубопровода предприятием должны быть произведены и представлены Регистру для одобрения проверочные расчеты устойчивости и прочности укладываемого трубопровода с учетом фактических скоростей течения, профиля трассы трубопровода, глубин моря и других параметров, характерных для данного способа укладки.

3.7.2.4 На производственном участке предприятия, осуществляющем укладку МПТ, должна находиться документация по одобренным Регистром технологиям, применимым в случае:

устранения незначительных дефектов на трубах;

ремонта повреждений балластного покрытия и/или изоляционного покрытия труб;

контроля параметров напряженно-деформированного состояния укладываемого участка МПТ;

приложения буксировочных усилий к плети МПТ;

действия в аварийных случаях (обрыв буксирного троса, обрыв крепления понтонов

плавучестей, превышения допустимой высоты волн при буксировки плети и т. п.).

3.7.2.5 Результаты неразрушающего контроля для каждого сварного (монтажного) шва должны быть идентифицированы и скомплектованы в архив.

3.7.2.6 На производственном участке предприятия в процессе укладки должен быть осуществлен непрерывный контроль (с проверкой по отношению к проектным значениям) и регистрация параметров:

приложения/снятия силового воздействия (с указанием мест приложения/снятия усилий) на укладываемую плеть МПТ (подъемная сила понтонов, растягивающие усилия в плети, заполнение плети водой и т.д.);

изменения геометрии (изгиба) плети МПТ;

глубины акватории;

условий окружающей среды, в том числе ветра и волнения.

3.7.2.7 Контроль укладки должен проводиться в соответствии с 3.7.1.10 — 3.7.1.13.

3.7.3 Монтаж и укладка гибких МПТ.

3.7.3.1 Объем и порядок технического наблюдения при укладке гибких МПТ, выполненных из гибких полимерно-металлических труб, устанавливается перечнем объектов технического наблюдения МПТ при постройке, который разрабатывается предприятием и согласовывается подразделением Регистра, ведущим техническое наблюдение за постройкой МПТ. Перечень составляется на основании Номенклатуры объектов технического наблюдения Регистра за МПТ (см. табл. 1.6.1), одобренной Регистром проектной и технологической документации и указаниями настоящей главы.

3.7.3.2 Перед монтажом, укладкой и испытаниями гибких МПТ Регистру предъявляются для одобрения технологические процессы монтажа, укладки, контрольных операций, приемных испытаний, содержащие подробную информацию о применяемом оборудовании, устройствах, приборах, их характеристиках и последовательно отражающие все этапы работ, осуществляемых при выполнении этих процессов, в том числе:

хранения, транспортировки, погрузки и разгрузки гибких труб (барабанов);

размотки и укладки гибких труб;

выполнения соединения между концевыми фитингами (соединительными элементами) гибких труб;

проверки герметичности соединения фитингов;

установки электрохимической (катодной или протекторной) защиты;

очистки и гидравлических испытаний МПТ;

монтажа систем сигнализации и автоматизированного управления.

Разработанные технологии должны учитывать ограничения, связанные с условиями окружающей среды, в том числе волнения, ветра и т.д., и трассы МПТ.

3.7.3.3 При укладке гибких МПТ не допускается:

скручивание относительно продольной оси;

изгиб менее допустимого радиуса изгиба;

перемещение (протяжка) по грунту морского дна.

3.7.3.4 Крепежные детали за соединения концевых фитингов ГПМТ должны соответствовать требованиям 2.5.3.

3.7.3.5 В остальном техническое наблюдение за монтажом и укладкой гибких МПТ является предметом специального рассмотрения Регистра.

3.7.4 Испытания стальных МПТ давлением.

3.7.4.1 Указания по проведению испытаний МПТ давлением приведены в 8.6 Правил МПТ.

3.7.4.2 Испытания МПТ давлением следует проводить после полной готовности участка или всего трубопровода, очистки и контроля его полости с применением очистных и калибровочных снарядов (поршней).

3.7.4.3 Проведение испытаний МПТ давлением должно осуществляться в соответствии с одобренной Регистром документацией, указанной в 8.6.2 Правил МПТ.

3.7.4.4 Перед началом испытаний Регистр должен освидетельствовать оборудование и приборы для его проведения в соответствии с табл. 3.7.1.

3.7.4.5 Давление при проведении испытаний на прочность должно составлять не менее 125 % от величины рабочего давления МПТ.

При гидростатических испытания на прочность суммарные напряжения в стальной трубе не должны превышать 0,95 от предела текучести металла труб.

3.7.4.6 Давление при проведении испытаний на герметичность должно составлять не менее 110 % от рабочего давления МПТ.

3.7.4.7 Скорости подъема/сброса давления в МПТ при испытаниях, а также время выдержки МПТ под давлением и допускаемые изменения давления должны соответствовать требованиям 8.6.4 и 8.6.5 Правил МПТ. При назначении величин испытательных давлений необходимо учитывать разницу высот (глубин) на трассе МПТ или его участка.

3.7.5 Документы Регистра, выдаваемые по результатам технического наблюдения за постройкой МПТ.

3.7.5.1 По итогам положительных результатов всех освидетельствований, предусмотренных перечнем объектов технического наблюдения для подводного трубопровода, подразделение Регистра, которое проводило техническое наблюдение при постройке МПТ и будет осуществлять техническое наблюдение в процессе эксплуатации: см.циркуляр

ставит на учет МПТ с присвоением регистрового номера;

оформляет Акт освидетельствования МПТ по окончании постройки (форма 9.9.1);

оформляет Классификационное свидетельство МПТ (форма 9.9.2);

оформляет Свидетельство о годности МПТ к эксплуатации (форма 9.9.3);

оформляет формуляр МПТ и ставит его на учет.

3.7.5.2 Для МПТ с классом РС должен быть установлен регистровый номер, который указывается в документах Регистра, оформляемых по результатам технического наблюдения за постройкой. Держателем регистрового номера МПТ является подразделение Регистра, которое осуществляло техническое наблюдение за постройкой МПТ. Учет МПТ и назначение регистрового номера МПТ должно осуществляться в соответствии с внутренними нормативно-техническими документами Регистра.

3.7.5.3 Ведение учета МПТ подразделением Регистра осуществляется в соответствии с внутренними нормативно-техническими документами Регистра.

3.7.5.4 По итогам положительных результатов всех освидетельствований, предусмотренных перечнем объектов технического наблюдения для МПТ, подразделение Регистра оформляет Акт освидетельствования МПТ по окончании постройки (форма 9.9.1). В данном Акте должны быть указаны сроки периодических освидетельствований данного МПТ.

3.7.5.5 На основании Акта освидетельствования МПТ по окончании постройки подразделение Регистра оформляет Классификационное свидетельство МПТ (форма 9.9.2).

3.7.5.6 На основании Классификационного свидетельства МПТ подразделение Регистра оформляет Свидетельство о годности МПТ эксплуатации (форма 9.9.3). см.циркуляр

3.7.5.7 Подразделение Регистра, которое взяло на учет МПТ и выдало документы, указанные в 3.7.5.4 — 3.7.5.6, уведомляет об этом ГУР и присылает копии выданных документов. см.циркуляр

3.7.5.8 Для каждого МПТ, подлежащего учету в РС, должен быть заведен формуляр и осуществляться учет формуляров в соответствии с внутренними нормативно-техническими документами Регистра. см.циркуляр

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА МОРСКИМИ ПОДВОДНЫМИ ТРУБОПРОВОДАМИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1 ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

4.1.1 Общие положения.

4.1.1.1 Техническая эксплуатация МПТ, находящихся в классе Регистра, должна осуществляться под техническим наблюдением Регистра в форме периодических освидетельствований. В необходимых случаях (при авариях или инцидентах на МПТ) должны проводиться внеочередные освидетельствования. Общие требования по проведению освидетельствований Регистра указаны в главе 1.4 Правил МПТ.

4.1.1.2 Регламент технической эксплуатации подводного трубопровода устанавливается его владельцем. Документ, отражающий эти положения, представляется Регистру для одобрения до принятия МПТ в эксплуатацию. Рекомендуется гармонизировать систему осмотров и обследований владельца МПТ с системой периодических освидетельствований Регистра.

4.1.1.3 Основанием для проведения Регистром технического наблюдения за МПТ является договор, заключенный Регистром с владельцем МПТ.

4.1.1.4 Все конструктивно-технологические изменения МПТ, внесенные владельцем в отступление от проекта, должны быть одобрены Регистром. Регистр должен быть уведомлен о всех плановых работ, которые проводятся владельцем на объектах МПТ, в том числе о плановых ремонтах.

4.1.1.5 Осмотры должны выполняться признанной Регистром организацией по проведению подводных освидетельствований МПТ (см. главу 1.8). Основные требования к осмотрам, их частоте и оценке результатов осмотров представлены в 9.1.4 и 9.1.5 Правил МПТ. В процедурах проведения осмотров и обследований МПТ должна быть предусмотрена система регистрации и протоколирования результатов этих работ.

4.1.2 Требования к проведению освидетельствований МПТ.

4.1.2.1 Общие требования.

4.1.2.1.1 Требования к проведению осмотров МПТ разрабатываются его владельцем на основании указанных ниже общих требований, при этом для МПТ, проложенных в акваториях российского шельфа, следует учитывать требования надзорных органов РФ в области промышленной безопасности и

стандарты организаций, к которым относятся владельцы МПТ.

4.1.2.1.2 Средства измерений, предназначенные для контроля за техническим состоянием МПТ, должны быть поверены и калиброваны в соответствии с требованиями надзорных органов.

4.1.2.1.3 Общее обследование трассы МПТ (мониторинг трассы) должно проводиться в целях:

фиксации любых внешних воздействий по трассе (следов от постановки якорей, использования орудий рыболовства и т.д.);

проявления дефектов МПТ или их последствий (утечек транспортируемой среды);

сопоставления амплитуды деформации дна со значением защитного слоя грунта над верхней образующей МПТ (в случае МПТ с заглублением в донный грунт);

выявление тенденций изменения опасности размыва или наноса донного грунта;

определение гидрологических характеристик (скорости и направлений течений, батиметрия);

определения характера донных отложений;

выполнения фото- видеосъемки по трассе МПТ;

составления морфо-гео-ботанической карты трассы с указанием следов воздействия ледовых образований, обрастаний и других указанных выше изменений на трассе МПТ.

4.1.2.1.4 Общие требования к составу освидетельствований подводного трубопровода должны соответствовать 9.1.1 — 9.1.5 Правил МПТ.

4.1.2.2 Требования к проведению освидетельствований стальных МПТ.

4.1.2.2.1 Перечень объектов освидетельствования Регистром МПТ в эксплуатации представлен в таблице 4.1.4.1.

4.1.2.2.2 Защитный слой грунта над МПТ определяется по высотным отметкам верхней образующей МПТ при использовании оборудования для локации подземного положения трубопроводов (электромагнитные, магнитные, акустические и другие профилографы - трубопоисковые приборы/ трассоискатели), обеспечивающим абсолютную погрешность при глубине залегания МПТ относительно уровня воды:

до 10 м - не более 0,1 м;

более 10 м — не более 0,2 м.

4.1.2.2.3 Определение пространственного положения МПТ на донном грунте (для МПТ без заглубления в донный грунт) обеспечивается посредством планово-высотной привязки промерных точек верхней образующей МПТ и грунта дна (в районе берегового перехода — и береговых участков трассы) с помощью различного рода геодезических приборов или эхолотов с обеспечением абсолютной погрешности измерений не более 0,1 м.

4.1.2.2.4 Для обнаружения и предварительной оценки протяженности обнаженных и провисающих участков МПТ и наличия посторонних объектов на дне могут применяться гидролокаторы бокового, секторного или кругового обзора с разрешающей способностью не хуже 0,5 м и с абсолютной погрешностью определения относительно судна и места измерения со льда координат выявленных объектов не более 1 м.

4.1.2.2.5 При обследовании обнаженных или провисающих участков МПТ для обеспечения подводной видеосъемки могут применяться водолазные телевизионные системы или телекамеры, установленные на борту телеуправляемых подводных аппаратов.

4.1.2.2.6 Для контроля состояния антикоррозионной изоляции МПТ и определения мест ее повреждения могут применяться электромагнитные, электрометрические и другие системы, обеспечивающие выявление мест нарушения изоляции с вероятностью не менее 0,8. Абсолютная погрешность измерения планового положения мест повреждения должна составлять не более 0,5 м (относительно судна или места измерения со льда).

4.1.2.2.7 Состояние балластировки МПТ определяется водолазным осмотром и/или с применением телеуправляемых подводных аппаратов, оснащенных телевизионными системами. При использовании бетонных/железобетонных балластных покрытий определяются участки с нарушениями целостности покрытия (отслоения, трещины, примятости и т.д.). При использовании балластных грузов необходимо определять участки МПТ с нарушениями устойчивости грузов и изменениями в их расположении. Величины допускаемых повреждений балластировки всех видов должны быть согласованы с Регистром.

4.1.2.2.8 Внутритрубная диагностика с помощью снарядов-дефектоскопов должна проводиться в целях выявления, регистрации и установления координат (привязки к МПТ /трассе МПТ):

нарушений формы сечения трубы (овальность, гофр, вмятины);

дефектов стенок труб и сварных соединений металлургического, коррозионного и механического происхождения (расслоения, поры, шлаковые включения, внутренняя и внешняя коррозия, задиры, царапины и т.д.)

трещин и трещиноподобных дефектов (осевых и поперечных в сварных швах и в основном металле);

измерения толщин стенок труб и радиусов поворотов.

Для МПТ без заглубления в донный грунт состав регистрируемых дефектов с помощью дефектоскопа-снаряда может быть изменен в соответствии с

составом работ, проводимых при внешнем подводном обследовании (дефектации) МПТ.

4.1.2.2.9 Внутритрубные снаряды-дефектоскопы, как правило, секционные, сочетающие в себе несколько физических принципов дефектоскопии, должны обеспечивать:

измерения толщины стенки трубы с точностью $\pm 0{,}5$ мм не менее, чем по 4 координатам по периметру поперечного сечения трубы;

выявление дефектов потери металла (коррозионных поражений, задиров, рисок, царапин и т.д.) как с наружной, так и с внутренней поверхности трубы с указанием ориентировочных размеров (длина х ширина) с точностью ± 10 мм и положения в поперечном сечении;

выявление и определение ориентировочных размеров (длина х ширина) отслаиваний или нарушений наружной изоляции с точность не более ± 10 мм и их расположения в поперечном сечении трубы;

выявление трещин различной ориентации (продольных, поперечных) как поверхностных, так и подповерхностных с указанием ориентировочных размеров, как минимум, протяженности с точностью не более ± 10 мм и их расположения в поперечном сечении трубы;

определение отклонений от правильной геометрической формы трубы (вмятины, гофры, овальность и пр.) с указанием размеров этих отклонений (глубина вмятин с точностью ±3 мм, овальность с точностью ± 3 мм, размеры вмятин по ширине и протяженности с точностью ± 20 мм);

определение радиусов поворотов (радиусов отводов) МПТ;

определение координат выявляемых дефектов и дефектных участков с точностью ± 50 мм (относительно расположенных на трубопроводе определенных реперных отметок, например, стыковых швов или других признаков);

компактную регистрацию получаемой информации на электронном носителе с последующей расшифровкой и документированием.

Состав указанных параметров снарядов-дефектоскопов и требования к точности измерения параметров дефектов могут быть изменены только по согласованию с Регистром.

4.1.2.2.10 Для измерения толщины стенок МПТ при внешнем подводном обследовании (дефектации) МПТ могут применяться ультразвуковые и др. толщиномеры с абсолютной погрешностью измерения не более 0,5 мм.

4.1.2.2.11 При внешнем подводном обследовании (дефектации) МПТ должны выявляться дефекты трубопроводов, указанные в 4.1.2.2.8. Указанные работы могут быть выполнены в комплексе с работами 4.1.2.2.2 — 4.1.2.2.7. В качестве приборов неразрушающего контроля должно использоваться оборудование, основанное на различных физических принципах и специально предназначенное для работ в подводных условиях (например, метод измерения поля переменного тока — метод ИППТ/ACFM для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов в металлических МПТ).

4.1.2.2.12 Система катодной или протекторной защиты стальных МПТ обследуется на предмет выявления и/или замеров (при этом используются данные мониторинга станций катодной защиты):

катодного потенциала на участках МПТ (в особенности на тех, где выявлены коррозионные поражения);

состояния анодов, напряжение на анодах и плотность анодного тока;

состояния протекторов (жертвенных анодов) и их подключений;

состояние изолирующих фланцев и замеры сопротивления электрической изоляции;

подводные электрокабели анодных линий и элементов их подключения;

Параметры катодной и протекторной защиты должны соответствовать согласованным с Регистром проектным данным с учетом оговоренных в проекте изменений этих параметров, соответствующих конкретному сроку эксплуатации МПТ.

4.1.2.2.13 При наличии на трассе МПТ свободных пролетов допускаемой величины (см. 4.1.3.1.2.2) должны быть определены вибрационные нагрузки, возникающие при действии на этом участке МПТ подводных течений (срыв вихрей), и проверена усталостная прочность МПТ в этом пролете. Расчет усталостной прочности должен быть одобрен Регистром.

4.1.2.3 Требования к проведению освидетельствований гибких полимерно-металлических МПТ.

Требования к проведению освидетельствований гибких полимерно-металлических МПТ разрабатываются владельцем МПТ на основании стандартов предприятий-изготовителей ГПМТ и являются предметом специального рассмотрения Регистра.

4.1.3 Дефектация МПТ.

Под дефектацией следует понимать освидетельствование МПТ Регистром для установления видов дефектов в них, сопровождающееся инструментальным определением численных параметров дефектов, регистрацией этих параметров и оценкой допустимости (недопустимости) дальнейшей эксплуатации МПТ с обнаруженными дефектами. Дефектация МПТ должна производиться признанной Регистром организацией в присутствии инспекторов Регистра.

4.1.3.1 Дефектация стальных МПТ.

4.1.3.1.1 Дефекты стальных МПТ классифицируются следующим образом:

.1 Глобальные дефекты:

отклонение трубопровода от первоначальной трассы, включая размывы грунта под трубопроводом, лежащем на дне;

размывы грунта, приводящие к частичному или полному оголению трубопровода, первоначально заглубленному в грунт;

нарушение герметичности трубопровода;

нарушение изоляции и балластного покрытия.

.2 Локальные дефекты:

дефекты формы — отклонения от правильной геометрической формы трубы;

дефекты потери металла — коррозионные поражения, задиры, риски и т.д.

дефекты сплошности — поры, расслоения, трещины и трещиноподобные дефекты

см.циркуляр **4.1.3.1.2** Оценка допустимости указанных выше дефектов производится на основании анализа напряженно-деформированного состояния материала трубы МПТ в районе дефекта при известном расчетном давлении и параметрах материала. Оценка допустимости дефектов труб МПТ должна производиться по процедурам, описывающим:

.1 отклонения от первоначальной трассы — в соответствии с Приложением 1.

.2 провисание участка в результате размыва грунта — в соответствии с Приложением 2.

.3 вмятины на поверхности труб — в соответствии с Приложением 3.

.4 поверхностную коррозию труб — в соответствии с Приложением 4.

.5 точечную (питтинговую) коррозию труб — в соответствии с Приложением 5.

.6 задиры на внешней поверхности трубы — в соответствии с Приложением 6.

.7 расслоения материала трубы — в соответствии с Приложением 7.

.8 трещины и трещиноподобные дефекты — в соответствии с Приложением 8.

4.1.3.1.3 По результатам осуществления дефектации с расчетными процедурами проверки допустимости выявленных дефектов владельцем (организацией, осуществляющей дефектацию) составляется акт с приложением расчетных процедур, которые должны быть одобрены Регистром.

4.1.3.1.4 При превышении параметров выявленных дефектов их допустимых значений данные дефекты считаются недопустимыми. Для МПТ, имеющих недопустимые дефекты, по согласованию в Регистром могут быть осуществлены:

ремонтные работы по устранению недопустимых дефектов;

снижение рабочих параметров транспортируемой среды (давления) с организацией периодического контроля за состоянием дефекта;

вывод МПТ из эксплуатации (временный до устранения дефектов или окончательный).

Технология проведения ремонтных работ и обоснование снижения рабочих параметров транспортируемой среды разрабатывается владельцем МПТ и одобряются Регистром.

4.1.3.2 Дефектация гибких полимерно-металлических МПТ.

Процедура дефектации гибких полимерно-металлических МПТ и параметры допустимых дефектов разрабатываются владельцем МПТ на основании стандартов предприятий-изготовителей ГПМТ и являются предметом специального рассмотрения Регистра.

4.1.4 Периодичность освидетельствований МПТ.

4.1.4.1 Основные требования к проведению Регистром периодических освидетельствований должны соответствовать 1.4.4 Правил МПТ и представлены для стальных МПТ в таблице 4.1.4.1.

4.1.4.2 Помимо периодических освидетельствований Регистром может быть проведено первоначальное освидетельствование, которое осуществляется с целью установления класса МПТ:

впервые предъявляемому Регистру для классификации, в том числе, ранее имевший класс Регистра, но утративший его по каким-либо причинам;

построенному не по правилам Регистра и без технического наблюдения Регистра.

Объем первоначальных освидетельствований МПТ устанавливается Регистром.

4.1.4.3 Очередное освидетельствование МПТ для возобновления класса имеет целью установить, что техническое состояние подводного трубопровода удовлетворительно и соответствует требованиям Правил, и предполагает проведение испытаний трубопровода, арматуры, систем автоматизированного управления, аварийно-предупредительной сигнализации, защиты и индикации. Очередные освидетельствования, объем которых определяется Регистром (см. табл. 4.1.4.1), проводятся, как правило, через пятилетние периоды.

4.1.4.4 Обязательное ежегодное освидетельствование предполагает освидетельствование подводного трубопровода, включая арматуру, системы автоматизированного управления, аварийно-предупредительной сигнализации, защиты, индикации и другого комплектующего оборудования, в объеме, подтверждающем то, что трубопровод и его комплектующее оборудование продолжают отвечать требованиям Правил, что подтверждает класс подводного трубопровода.

Объем ежегодных освидетельствований устанавливается Регистром в соответствии с табл. 4.1.4.1.

4.1.4.5 Промежуточное освидетельствование подводного трубопровода осуществляются между очередными освидетельствованиями в сроки, согласованные с Регистром. Объем освидетельствования устанавливается Регистром.

4.1.4.6 Внеочередные освидетельствования МПТ (или его отдельных их компонентов) проводятся при предъявлении к освидетельствованию во всех случаях, кроме первоначального и периодических освидетельствований. Внеочередное освидетельствование после аварии имеет целью выявить вид и характер повреждения, объем работ по устранению последствий аварии и определить возможность и условия сохранения класса трубопровода после их устранения.

Объём освидетельствований и порядок их проведения определяет Регистр, исходя из назначения освидетельствования, срока эксплуатации и технического состояния МПТ

4.1.5 Выдаваемые Регистром документы по результатам освидетельствований.

см.циркуляр **4.1.5.1** По результатам ежегодного/промежуточного/очередного освидетельствования МПТ Регистром оформляется Акт (форма 9.9.4), который при положительных результатах освидетельствований подтверждает действие Классификационного свидетельства (форма 9.9.2) и Свидетельства о годности к эксплуатации (форма 9.9.3) на следующий годовой период (при очередном освидетельствовании — пятилетний период).

см.циркуляр **4.1.5.2** При положительных результатах очередного или первоначального освидетельствования МПТ Регистром оформляется Классификационное свидетельство (форма 9.9.2) и Свидетельство о годности к эксплуатации (форма 9.9.3), действующие (с ежегодным подтверждением) до следующего очередного освидетельствования.

4.2 РЕМОНТ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

4.2.1 Любой ремонт, затрагивающий объекты МПТ, которые указаны в Номенклатуре объектов технического наблюдения Регистра за МПТ (табл. 1.6.1), необходимо выполнять в соответствии с одобренной Регистром технической документацией, содержащей описания и технические требования по выполнению ремонтных операций.

4.2.2 Общие требования к выполнению ремонта МПТ должны соответствовать положениям 9.2 Правил МПТ.

4.2.3 Работы по ремонту на объектах МПТ, указанных в 4.2.1, должны выполняться предприятиями, имеющими признание Регистра для оказания этих услуг в соответствии с требованиями главы 1.10.

4.2.4 Планирование работ по ремонту МПТ проводится в зависимости от характера и степени опасности дефектов, выявленных в результате освидетельствований Регистра, и заключения о техническом состоянии МПТ в документах, которые указаны в 4.1.5.1.

4.2.5 Текущий ремонт МПТ выполняется его владельцем, как правило, совместно с техническим обслуживанием трубопровода по утвержденному графику, согласованным с Регистром.

Таблица 4.1.4.1 см.циркуляр

Объем периодических освидетельствований морских подводных трубопроводов

О – осмотр с обеспечением, при необходимости, доступа, вскрытия или демонтажа, а также использования средств локации заглубленных МПТ;
С – наружный осмотр;
М – замеры (толщин, сопротивления изоляции, величин дефектов и т.п.)
Н – испытания давлением;
Р – проверка в действии (механизма приводов, средств сигнализации и т.д.);
Е – проверка наличия действующих документов и/или клейм о поверке или калибровки контрольно-измерительных приборов

Объект освидетельствования МПТ	Освидетельствования МПТ																			
	1-е ежегодное	2-е ежегодное	Промежуточное	4-е ежегодное	1-е очередное	1-е ежегодное	2-е ежегодное	Промежуточное	4-е ежегодное	2-е очередное	1-е ежегодное	2-е ежегодное	Промежуточное	4-е ежегодное	3-е очередное	1-е ежегодное	2-е ежегодное	Промежуточное	4-е ежегодное	4-е очередное
Срок эксплуатации МПТ, лет	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 и т.д
1. МПТ с заглублением в донный грунт:																				
1.1 Общее обследование трассы МПТ	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е
1.2 Местоположение МПТ и величина защитного слоя грунта над МПТ	О	О	ОМ[2]Е	О	ОМ[2]Е	О	О	ОМ[2]Е	О	ОМ[2]Е	О	О	ОМ[2]Е	О	ОМ[2]Е	О	О	ОМ[2]Е	О	ОМ[2]Е
1.3 Внутритрубная диагностика, в том числе на объекте 1.9			М[3]Е		М[3]Е			М[3]Е		М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е	М[3]Е
1.4 Гидравлические испытания, в том числе на объектах 1.5, 1.6, 1.9					ОНЕ					ОНЕ					ОНЕ					ОНЕ
1.5 Запорная арматура	О	О	ОМ[4]ЕР	О	ОМ[4]ЕР	О	О	ОМ[4]ЕР	О	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР
1.6 Фланцевые соединения	С	С	СМ[4]Е	С	СМ[4]Е	С	С	СМ[4]Е	С	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е
1.7 Система катодной защиты	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е
1.8 Системы сигнализации и автоматизации	О	О	ОР	О	ОР	О	О	ОР	О	ОР	О	О	ОР	О	ОР	О	О	ОР	О	ОР
1.9 Стояк и/или выход МПТ на берег	С	С	СМ[6]Е	С	СМ[6]Е	С	С	СМ[6]Е	С	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е
2. МПТ без заглубления:																				
2.1 Общее обследование трассы	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е	С	С	СМ[1]Е	С	СМ[1]Е
2.2 Определение пространственного положения МПТ на донном грунте	С	С	ОМ[7]Е	С	ОМ[7]Е	С	С	ОМ[7]Е	С	ОМ[7]Е	С	С	ОМ[7]Е	С	ОМ[7]Е	С	С	ОМ[7]Е	С	ОМ[7]Е
2.3 Изоляционное покрытие	О	О	ОМ[8]Е	О	ОМ[8]Е	О	О	ОМ[8]Е	О	ОМ[8]Е	О	О	ОМ[8]Е	О	ОМ[8]Е	О	О	ОМ[8]Е	О	ОМ[8]Е
2.4 Балластное покрытие (балластные грузы)	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С	С
2.5 Измерение толщин, внешних дефектов			ОМ[9]Е		ОМ[9]Е			ОМ[9]Е		ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е	ОМ[9]Е
2.6 Внутритрубная диагностика, в том числе на объекте 2.12			М[9]Е		М[9]Е			М[9]Е		М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е	М[9]Е
2.7 Гидравлические испытания, в том числе на объектах 2.8, 2.9, 2.12					ОНЕ					ОНЕ					ОНЕ					ОНЕ
2.8 Запорная арматура	О	О	ОМ[4]ЕР	О	ОМ[4]ЕР	О	О	ОМ[4]ЕР	О	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР	ОМ[4]ЕР
2.9 Фланцевые соединения	С	С	СМ[4]Е	С	СМ[4]Е	С	С	СМ[4]Е	С	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е	СМ[4]Е
2.10 Система катодной защиты или протекторная защита	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е	О	О	ОМ[5]Е	О	ОМ[5]Е
2.11 Системы автоматизации и сигнализации	О	О	ОР	О	ОР	О	О	ОР	О	ОР	О	О	ОР	О	ОР	О	О	ОР	О	ОР
2.12 Стояк и/или выход МПТ на берег	С	С	СМ[6]Е	С	СМ[6]Е	С	С	СМ[6]Е	С	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е	СМ[6]Е

[1]замеры скоростей течений, донных отложений и деформаций грунтов;
[2]замеры заглубления МПТ в донный грунт;
[3]замеры величин дефектов в соответствии с 4.1.2.2.9 настоящего Руководства;
[4]замеры величин дефектов при неразрушающем контроле (с учетом возможности доступа);
[5]замеры в соответствии с 4.1.2.2.12 настоящего Руководства;
[6]дефектация по согласованию с Регистром с учетом возможности доступа;
[7]замеры в соответствии с 4.1.2.2.3 и 4.1.2.2.4 настоящего Руководства;
[8]замеры в соответствии с 4.1.2.2.6 настоящего Руководства;
[9]способы замеров дефектов (внутритрубная диагностика или внешняя дефектация) согласовываются с Регистром;

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ОТКЛОНЕНИЯ СТАЛЬНОГО МПТ ОТ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ ТРАССЫ

Оценка допустимости отклонения трубопровода от первоначальной трассы проводится следующим образом.

1. По результатам осмотра определяются координаты точек (x_i, z_i) на участке трубопровода с отклонениями от проектной (первоначальной) трассы. Рекомендуемый шаг между точками — не менее 100 м (см. рис. 1.1).

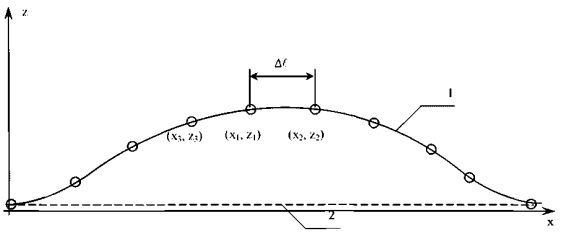

Рис. 1.1
1 — фактическая трасса МПТ,
2 — первоначальная (проектная) трасса МПТ

2. Для каждой точки с координатами (x_1, z_1) вычисляется радиус кривизны МПТ в данной точке, м:

$$R_{l1} = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (z_1 - z_0)^2},$$

где $x_0 = \Delta_x/\Delta$; $z_0 = \Delta_z/\Delta$;

$$\Delta_x = \frac{1}{2}\left\{\left[(x_2^2 - x_1^2) + (z_2^2 - z_1^2)\right]\cdot(z_3 - z_1) - \left[(x_3^2 - x_1^2) + (z_3^2 - z_1^2)\right]\cdot(z_2 - z_1)\right\};$$

$$\Delta_z = \frac{1}{2}\left\{\left[(x_3^2 - x_1^2) + (z_3^2 - z_1^2)\right]\cdot(x_2 - x_1) - \left[(x_2^2 - x_1^2) + (z_2^2 - z_1^2)\right]\cdot(x_3 - x_1)\right\};$$

$$\Delta = (x_2 - x_1)\cdot(z_3 - 1) - (x_3 - x_1)\cdot(z_2 - z_1).$$

(x_2, z_2) и (x_3, z_3) — координаты предыдущей и последующей точек соответственно, м.

3. Отклонение трубопровода считается допустимым, если для каждой *i*-той точки

$$\frac{D_0 \cdot 10^{-3}}{R_{li}} \leqslant 0{,}001$$

где D_0 — номинальный внешний диаметр трубы, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ПРОВИСАЮЩЕГО В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗМЫВА ГРУНТА УЧАСТКА СТАЛЬНОГО МПТ

Оценка допустимости провисающего в результате размыва грунта участка трубопровода определяется следующим образом:

1.Техническим осмотром определяется длина провисающего участка *l*, м (см. рис. 2.1).

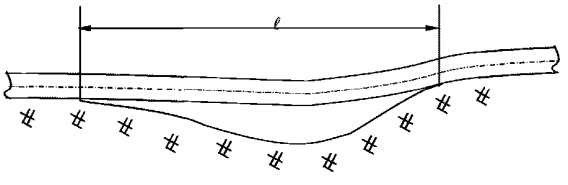

Рис. 2.1 Провисающий участок МПТ

2. Максимальный изгибающий момент в провисающем участке, Н·м:

$$M_{max} = \frac{ql^2}{24}\cdot\frac{2l}{l + \frac{2}{\alpha_s}}, \text{ если } l > \frac{6}{\alpha_s},$$

$$M_{max} = \frac{ql^2}{24}\cdot\frac{l + \frac{6}{\alpha_s}}{l + \frac{2}{\alpha_s}}, \text{ если } l < \frac{6}{\alpha_s},$$

где $\alpha_s = \sqrt[4]{\frac{k}{4EI}}$

k — погонная жесткость взаимодействия трубы и донного грунта, Н/м^2;

E — модуль нормальной упругости материала трубы, Па;

$I = \frac{\pi}{64}\left[D_0^4 - (D_0 - 2t)^4\right]\cdot 10^{-12}$ — момент инерции поперечного сечения трубы, м^4;

D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;

t — фактическая толщина стенки трубы, мм;

q — погонный вес трубы в воде с учетом веса изоляции, балластного покрытия и перекачиваемого продукта, Н/м.

3. Дефект считается допустимым, если выполняется условие:

$$\frac{M_{\max}}{2W}\cdot 10^{-6} \leqslant R_e ,$$

где $W = \frac{\pi}{32}\left[D_0^3-(D_0-2t)^4/D_0\right]\cdot 10^{-9}$ — момент сопротивления поперечного сечения, м^3

R_e — предел текучести материала трубы, МПа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ВМЯТИНЫ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ МПТ

Оценка допустимости вмятины на стенке трубопровода определяется следующим образом.

1. Определяются максимальные деформации в районе вмятины

$$\varepsilon_{\max} = 1{,}15\cdot\sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_x^2 + \varepsilon_y\varepsilon_x} ,$$

где $\varepsilon_y = \frac{20h_0t}{B_0^2}$, $\varepsilon_x = \frac{20h_0t}{L_0^2}$;

h_0, B_0, L_0 — максимальная стрелка остаточного прогиба, ширина и длина вмятины соответственно, определенные по результатам дефектации, мм;

t — фактическая толщина стенки трубы, мм.

2. Вмятина считается допустимой, если $\varepsilon_{\max} < 0{,}02$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ПОВЕРХНОСТНОЙ КОРРОЗИИ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ МПТ

Допустимая максимальная величина коррозионного износа Δt, мм, измеренная при дефектации, должна удовлетворять условию:

$$\Delta t \leqslant t_0 - p\,\frac{D_0}{1{,}4R_e} ,$$

где t_0 — начальная (строительная) толщина стенки, мм;

D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;

R_e — предел текучести материала трубы, МПа;

$p = p_i - p_{g\,\min}$;

p_i — рабочее давление в трубопроводе, МПа;

$p_{g\,\min}$ — минимальное внешнее гидростатическое давление на трубопровод, определяемое по формуле (2.2-2) Правил МПТ, МПа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ТОЧЕЧНОЙ (ПИТТИНГОВОЙ) КОРРОЗИИ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ МПТ

Оценка допустимости точечной (питтинговой) коррозии определяется по следующему критерию:

$$K_s\,\frac{p\cdot D_0}{1{,}4R_e} \leqslant R_e ,$$

где D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;

t — фактическая толщина стенки трубы, мм;

$p = p_i - p_{g\,\min}$ — см. формулу в Приложении 4.

$K_s = 1+3{,}329h_r - 5{,}941h_r^2 + 6{,}214h_r^3$ — коэффициент концентрации напряжений;

$h_r = h_s/t$;

h_s — глубина питтинговой коррозии, определяемая при дефектации, мм;

R_e — предел текучести материала трубы, МПа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ЗАДИРА НА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ МПТ

Оценка допустимости задира на внешней поверхности трубы определяется по следующему критерию:

$$K_s \frac{p \cdot D_0}{2t} \leqslant R_e ,$$

где D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\ min}$ — см. формулу в Приложении 4.
$K_s = 1{,}27 + 5{,}12h_r$ — коэффициент концентрации напряжений;
$h_r = h_s/t$;
h_s — глубина задира, определяемая внутритрубной диагностикой, мм;
R_e — предел текучести материала трубы, МПа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ РАССЛОЕНИЯ МАТЕРИАЛА СТАЛЬНЫХ ТРУБ МПТ

Оценка допустимости расслоения материала трубы, обнаруженного при дефектации, проводится по неравенству:

$$\frac{p_{ex}(D_0 - 2t)}{2\delta_e} - \frac{(p - p_{ex})(D_0 - 2t)}{2t} \leqslant 0{,}8R_e ,$$

где $p_{ex} = \frac{4{,}4E\delta_i\Delta}{(D_0 - 2t)^2}\ 10^{-6}$, МПа,

E — модуль нормальной упругости материала трубы, Па;
δ_i — толщина внутреннего слоя расслоения, мм;
Δ — толщина расслоения, мм;
δ_e — толщина наружного слоя расслоения, мм;
D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\ min}$ — см. формулу Приложения 4;
R_e — предел текучести материала трубы, МПа.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ОЦЕНКА ДОПУСТИМОСТИ ТРЕЩИН И ТРЕЩИНОПОДОБНЫХ ДЕФЕКТОВ СТАЛЬНЫХ ТРУБ МПТ

Трещиноподобные дефекты, обнаруженные при дефектации, делятся на поверхностные (см. рис. 8.1) и подповерхностные (см. рис. 8.2).

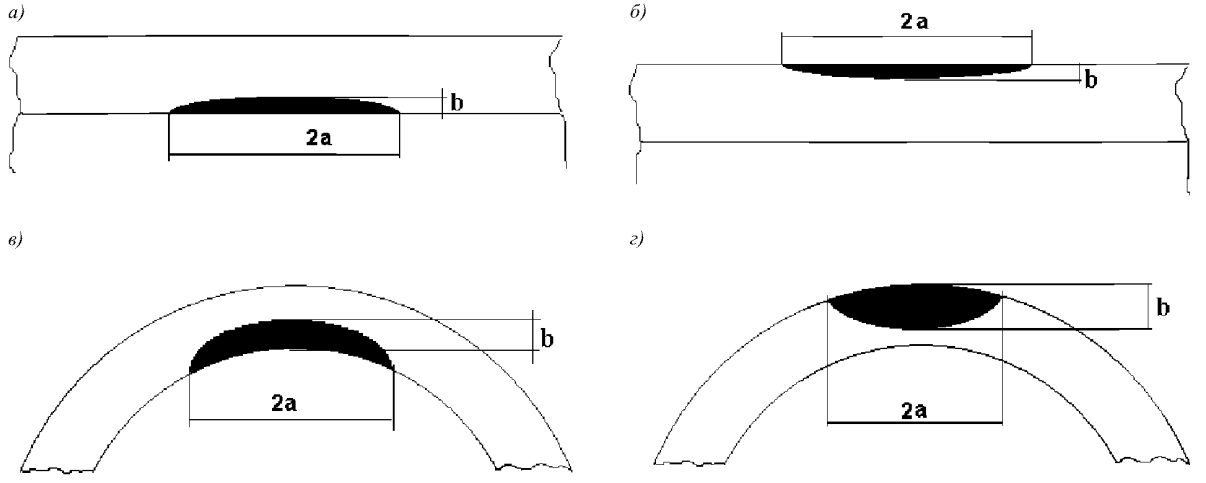

Рис. 8.1 Классификация поверхностных трещин:
а) продольная внутренняя; *б*) продольная внешняя; *в*) поперечная внутренняя; *г)* поперечная внешняя.

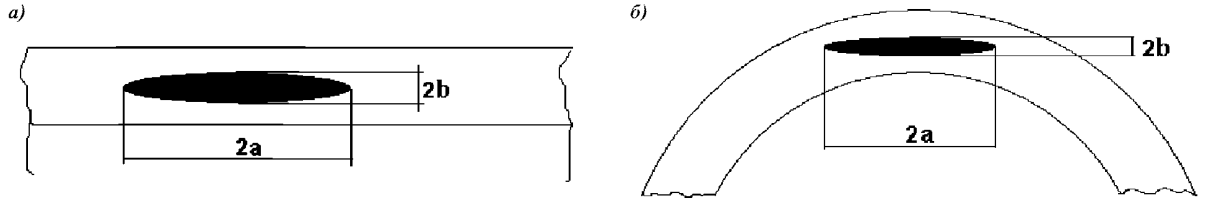

Рис 8.2 Классификация подповерхностных трещин:
а) продольная; *б*) поперечная

Указанные на рис. 8.1 и 8.2 геометрические параметры трещины: *a, b* — определяются при дефектации трубопровода (предполагается, что $a > b$).

Трещина считается допустимой, если

$$K_I \leqslant 0{,}7K_{Ic},$$

где K_{Ic} — критический коэффициент интенсивности напряжений материала трубы, МПа·$\sqrt{\text{мм}}$;

K_I — коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещины, определяемый в Процедурах 1 — 6 настоящего Приложения, МПа·$\sqrt{\text{мм}}$.

Оценка допустимости обнаруженного трещиноподобного дефекта проводится в следующей последовательности:

1) Определяются основные входящие параметры:

радиус трубопровода, $R = D_0/2$, мм;

фактическая толщина стенки трубы, t, мм;

напряжение, перпендикулярное направлению трещины σ, определяемое по процедурам 1 — 6 настоящего Приложения, МПа;

критический коэффициент интенсивности напряжений материала трубы (значение вязкости разрушения),

определяемый по согласованию с Регистром по результатам испытаний на CTOD или по методам признанных Регистром стандартов K_{Ic}, МПа·$\sqrt{\text{мм}}$;

глубина трещины (для поверхностных трещин) и половина глубины трещины (для подповерхностных трещин), b (см. рис. 8.1 и 8.2), мм;

половина длины трещины, a (см. рис. 8.1 и 8.2), мм;

положение трещины по толщине стенки трубы (для подповерхностных трещин), c (см. рис. П.5.1), мм;

2) Для оценки работоспособности трубопровода необходимо:

выбрать таблицу (полиномы, графики), соответствующую полученному значению R/t;

вычислить значения величин напряжения σ и параметра $A = \dfrac{0{,}7 \cdot K_{Ic}}{\sigma\sqrt{\pi b}}$;

для значений b/t, b/a, R/t или c/t исследуемого дефекта найти по таблице (графику или вычислить с помощью аппроксимирующего полинома) соответствующее значение параметра $A_T = \dfrac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$;

сравнить значения параметров A и A_T: если $A > A_T$, то трубопровод с дефектом работоспособен; если $A \leqslant A_T$, то трубопровод с дефектом неработоспособен.

Зависимости и информация для оценки допустимости каждого вида трещины приведены в Процедурах 1 — 6 настоящего Приложения.

ПРОЦЕДУРА 1. ПРОДОЛЬНАЯ ВНУТРЕННЯЯ ТРЕЩИНА

Напряжения, учитываемые при оценке допустимости продольной внутренней трещины, МПа:

$$\sigma = p\left(1 + \frac{D_0}{2t}\right)$$

где D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\,\min}$ — см. формулу Приложения 4.

Параметр A_T определяется по таблицам П.1.1 — П.1.4, либо с помощью аппроксимирующих полиномов (таблицы П.1.5 — П.1.8), либо снимается с графиков рис. П.1.1 — П.1.4. Для промежуточных значений b/t, b/a и R/t величина параметра A_T определяется линейной интерполяцией.

Таблица П.1.1 Продольная внутренняя трещина, значения $\dfrac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 10)

b/a \ b/t	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,29	1,35	1,55	1,87	2,36	3,16	4,50	7,08	13,3	∞
0,1	1,24	1,27	1,35	1,49	1,70	1,99	2,41	2,92	4,07	10,85
0,2	1,18	1,19	1,23	1,31	1,41	1,54	1,69	1,84	1,99	4,55
0,3	1,12	1,12	1,15	1,21	1,28	1,36	1,46	1,55	1,64	2,87
0,4	1,06	1,06	1,08	1,12	1,17	1,23	1,29	1,36	1,41	2,16
0,5	0,99	0,99	1,01	1,03	1,07	1,11	1,16	1,21	1,24	1,77
0,6	0,93	0,93	0,94	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,53
0,7	0,88	0,88	0,88	0,90	0,91	0,94	0,96	0,98	1,00	1,36
0,8	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	1,24
0,9	0,78	0,78	0,78	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	1,15
1,0	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,76	0,76	0,77	1,07

Таблица П.1.2 Продольная внутренняя трещина, значения $\dfrac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 20)

b/a \ b/t	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,2	1,27	1,46	1,76	2,24	2,99	4,27	6,73	12,6	∞
0,1	1,15	1,19	1,27	1,40	1,61	1,87	2,29	2,77	3,87	8,28
0,2	1,10	1,11	1,16	1,23	1,34	1,46	1,60	1,74	1,89	3,64
0,3	1,05	1,05	1,09	1,14	1,21	1,29	1,38	1,47	1,56	2,43
0,4	0,99	0,99	1,02	1,05	1,10	1,16	1,22	1,29	1,34	1,90
0,5	0,93	0,93	0,95	0,98	1,01	1,05	1,10	1,14	1,18	1,61
0,6	0,88	0,88	0,89	0,91	0,93	0,96	1,00	1,03	1,06	1,42
0,7	0,82	0,82	0,83	0,85	0,86	0,89	0,91	0,93	0,95	1,28
0,8	0,77	0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	1,18
0,9	0,73	0,73	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,76	0,79	1,10
1,0	0,69	0,69	0,69	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,73	1,04

Таблица П.1.3 Продольная внутренняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 30)

b/t / *b/a*	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,18	1,24	1,43	1,73	2,19	2,94	4,19	6,61	12,4	∞
0,1	1,13	1,16	1,24	1,38	1,57	1,81	2,17	2,72	3,80	7,12
0,2	1,08	1,09	1,14	1,21	1,31	1,43	1,57	1,72	1,86	3,26
0,3	1,03	1,03	1,06	1,12	1,18	1,27	1,36	1,45	1,53	2,25
0,4	0,97	0,97	0,99	1,03	1,08	1,14	1,20	1,27	1,32	1,81
0,5	0,91	0,91	0,93	0,96	0,99	1,04	1,08	1,13	1,16	1,55
0,6	0,86	0,86	0,87	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,04	1,38
0,7	0,81	0,81	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,92	0,94	1,26
0,8	0,76	0,76	0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,84	0,85	1,16
0,9	0,71	0,71	0,72	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	1,09
1,0	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72	1,03

Таблица П.1.4 Продольная внутренняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 40)

b/t / *b/a*	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,16	1,23	1,41	1,71	2,17	2,83	4,15	6,55	12,3	∞
0,1	1,11	1,15	1,23	1,36	1,56	1,82	2,23	2,70	3,77	6,43
0,2	1,07	1,08	1,12	1,20	1,30	1,42	1,56	1,70	1,84	3,05
0,3	1,01	1,02	1,05	1,10	1,17	1,26	1,35	1,44	1,52	2,16
0,4	0,96	0,96	0,98	1,02	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31	1,76
0,5	0,90	0,90	0,92	0,95	0,98	1,03	1,07	1,11	1,15	1,52
0,6	0,85	0,85	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03	1,36
0,7	0,80	0,80	0,81	0,82	0,84	0,86	0,89	0,91	0,93	1,24
0,8	0,75	0,75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,81	0,83	0,85	1,15
0,9	0,71	0,71	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	1,08
1,0	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,71	1,02

Таблица П.1.5 Продольная внутренняя, R/t = 10

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}29 - 0{,}491\alpha - 0{,}279\alpha^2 + 0{,}222\alpha^3$
0,1	$1{,}35 - 0{,}837\alpha + 0{,}28\alpha^2 - 0{,}062\alpha^3$
0,2	$1{,}55 - 2{,}55\alpha + 6{,}88\alpha^2 - 12{,}369\alpha^3 + 10{,}752\alpha^4 - 3{,}531\alpha^5$
0,3	$1{,}87 - 5{,}56\alpha + 22{,}041\alpha^2 - 53{,}941\alpha^3 + 72{,}012\alpha^4 - 49{,}037\alpha^5 + 13{,}35\alpha^6$
0,4	$2{,}36 - 9{,}861\alpha + 40{,}942\alpha^2 - 99{,}146\alpha^3 + 131{,}202\alpha^4 - 88{,}87\alpha^5 + 24{,}113\alpha^6$
0,5	$3{,}16 - 17{,}779\alpha + 77{,}513\alpha^2 - 118{,}454\alpha^3 + 249{,}338\alpha^4 - 168{,}824\alpha^5 + 45{,}795\alpha^6$
0,6	$4{,}50 - 32{,}47\alpha + 147{,}923\alpha^2 - 362{,}992\alpha^3 + 481{,}941\alpha^4 - 362{,}938\alpha^5 + 88{,}792\alpha^6$
0,7	$7{,}08 - 71{,}93\alpha + 411{,}63\alpha^2 - 1301{,}8\alpha^3 + 2383{,}5\alpha^4 - 2519{,}6\alpha^5 + 1426{,}8\alpha^6 - 334{,}9\alpha^7$
0,8	$13{,}3 - 163{,}223\alpha + 968{,}095\alpha^2 - 3100{,}27\alpha^3 + 5713{,}22\alpha^4 - 6064{,}07\alpha^5 + 3443{,}66\alpha^6 - 809{,}94\alpha^7$

Таблица П.1.6 Продольная внутренняя, R/t = 20

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}201 - 0{,}43\alpha - 0{,}302\alpha^2 + 0{,}229\alpha^3$
0,1	$1{,}27 - 0{,}796\alpha + 0{,}281\alpha^2 - 0{,}067\alpha^3$
0,2	$1{,}46 - 2{,}402\alpha + 6{,}486\alpha^2 - 11{,}670\alpha^3 + 10{,}153\alpha^4 - 3{,}337\alpha^5$
0,3	$1{,}76 - 5{,}174\alpha + 20{,}406\alpha^2 - 49{,}845\alpha^3 + 66{,}465\alpha^4 - 45{,}218\alpha^5 + 12{,}300\alpha^6$
0,4	$2{,}24 - 9{,}437\alpha + 39{,}286\alpha^2 - 95{,}175\alpha^3 + 125{,}921\alpha^4 - 85{,}254\alpha^5 + 23{,}119\alpha^6$
0,5	$2{,}99 - 16{,}796\alpha + 73{,}171\alpha^2 - 177{,}808\alpha^3 + 235{,}156\alpha^4 - 159{,}168\alpha^5 + 43{,}162\alpha^6$
0,6	$4{,}27 - 30{,}822\alpha + 140{,}431\alpha^2 - 344{,}617\alpha^3 + 457{,}547\alpha^4 - 310{,}386\alpha^5 + 84{,}296\alpha^6$
0,7	$6{,}73 - 68{,}402\alpha + 391{,}431\alpha^2 - 1237{,}89\alpha^3 + 2266{,}27\alpha^4 - 2395{,}51\alpha^5 + 1356{,}46\alpha^6 - 318{,}363\alpha^7$
0,8	$12{,}6 - 154{,}475\alpha + 915{,}94\alpha^2 - 2932{,}75\alpha^3 + 5403{,}81\alpha^4 - 5735{,}03\alpha^5 + 3256{,}5\alpha^6 - 765{,}86\alpha^7$

Таблица П.1.7 Продольная внутренняя, $R/t = 30$

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}18 - 0{,}45\alpha - 0{,}328\alpha^2 + 0{,}366\alpha^3 - 0{,}093\alpha^4$
0,1	$1{,}24 - 0{,}843\alpha + 0{,}659\alpha^2 - 0{,}71\alpha^3 + 0{,}328\alpha^4$
0,2	$1{,}43 - 2{,}683\alpha + 9{,}847\alpha^2 - 24{,}882\alpha^3 + 33{,}937\alpha^4 - 23{,}382\alpha^5 + 6{,}409\alpha^6$
0,3	$1{,}73 - 5{,}134\alpha + 20{,}336\alpha^2 - 49{,}751\alpha^3 + 66{,}404\alpha^4 - 45{,}211\alpha^5 + 12{,}306\alpha^6$
0,4	$2{,}19 - 9{,}157\alpha + 38{,}02\alpha^2 - 92{,}042\alpha^3 + 121{,}746\alpha^4 - 82{,}421\alpha^5 + 22{,}351\alpha^6$
0,5	$2{,}94 - 18{,}499\alpha + 97{,}374\alpha^2 - 301{,}37\alpha^3 + 546{,}25\alpha^4 - 573{,}85\alpha^5 + 323{,}55\alpha^6 - 75{,}69\alpha^7$
0,6	$4{,}19 - 34{,}01\alpha + 186{,}83\alpha^2 - 583{,}66\alpha^3 + 1062{,}26\alpha^4 - 1118{,}84\alpha^5 + 632{,}04\alpha^6 - 148{,}09\alpha^7$
0,7	$6{,}61 - 67{,}179\alpha + 384{,}482\alpha^2 - 1216{,}125\alpha^3 + 2226{,}84\alpha^4 - 2354{,}28\alpha^5 + 1333{,}38\alpha^6 - 313{,}007\alpha^7$
0,8	$12{,}4 - 152{,}07\alpha + 901{,}81\alpha^2 - 2887{,}75\alpha^3 + 5321{,}3\alpha^4 - 5647{,}86\alpha^5 + 3207{,}2\alpha^6 - 754{,}31\alpha^7$

Таблица П.1.8 Продольная внутренняя, $R/t = 40$

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}161 - 0{,}505\alpha - 0{,}267\alpha^2 + 0{,}208\alpha^3$
0,1	$1{,}230 - 0{,}861\alpha + 0{,}728\alpha^2 - 0{,}787\alpha^3 + 0{,}358\alpha^4$
0,2	$1{,}41 - 2{,}268\alpha + 6{,}044\alpha^2 - 10{,}867\alpha^3 + 9{,}461\alpha^4 - 3{,}111\alpha^5$
0,3	$1{,}71 - 5{,}047\alpha + 19{,}95\alpha^2 - 48{,}789\alpha^3 + 65{,}121\alpha^4 - 44{,}345\alpha^5 + 12{,}074\alpha^6$
0,4	$2{,}17 - 9{,}081\alpha + 37{,}715\alpha^2 - 91{,}306\alpha^3 + 120{,}776\alpha^4 - 81{,}771\alpha^5 + 22{,}178\alpha^6$
0,5	$2{,}83 - 15{,}302\alpha + 65{,}883\alpha^2 - 159{,}474\alpha^3 + 210{,}515\alpha^4 - 142{,}329\alpha^5 + 38{,}567\alpha^6$
0,6	$4{,}15 - 29{,}920\alpha + 136{,}263\alpha^2 - 334{,}322\alpha^3 + 443{,}818\alpha^4 - 301{,}041\alpha^5 + 81{,}751\alpha^6$
0,7	$6{,}55 - 66{,}6\alpha + 380{,}9\alpha^2 - 1204{,}7\alpha^3 + 2206{,}0\alpha^4 - 2332{,}2\alpha^5 + 1320{,}9\alpha^6 - 310{,}1\alpha^7$
0,8	$12{,}3 - 150{,}87\alpha + 894{,}73\alpha^2 - 2865{,}17\alpha^3 + 5279{,}8\alpha^4 - 5603{,}89\alpha^5 + 3182{,}26\alpha^6 - 748{,}45\alpha^7$

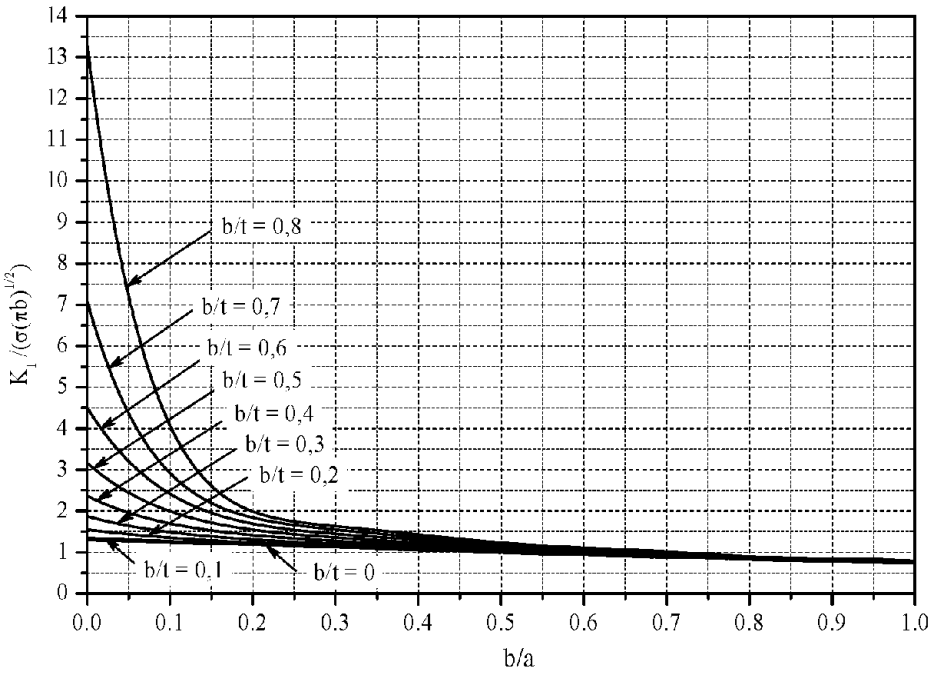

Рис. П.1.1 Значения A_T для продольной внутренней трещины, $R/t = 10$

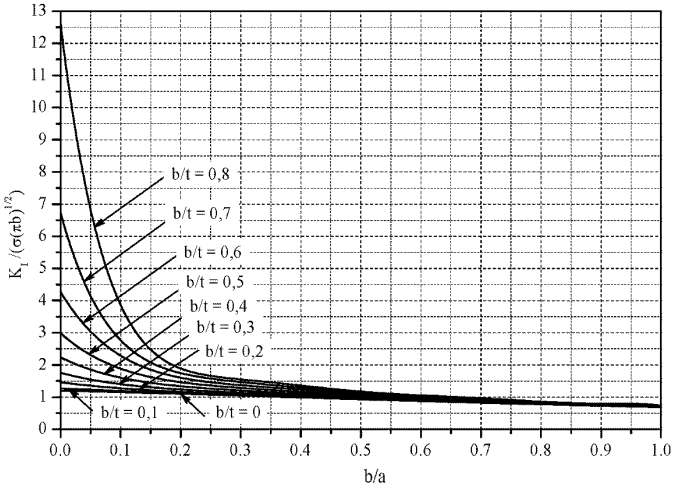

Рис. П.1.2 Значения A_T для продольной внутренней трещины, R/t = 20

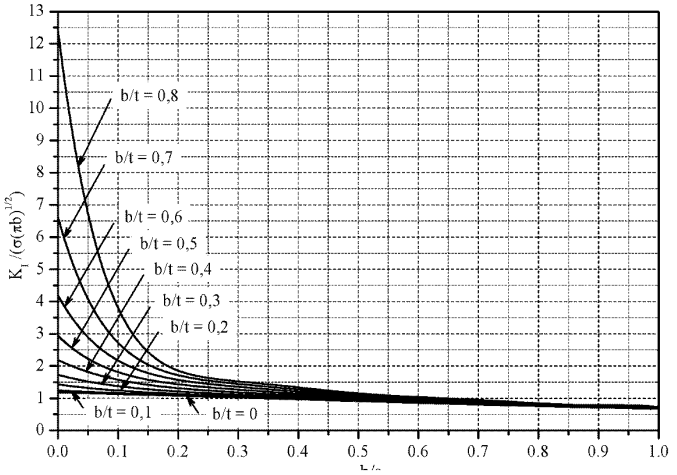

Рис. П.1.3 Значения A_T для продольной внутренней трещины, R/t = 30

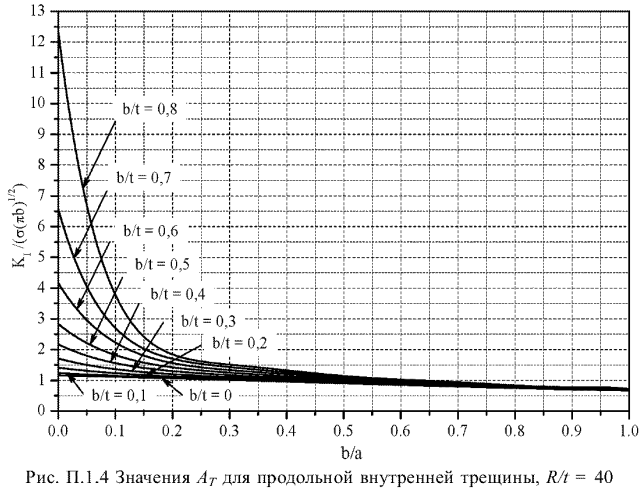

Рис. П.1.4 Значения A_T для продольной внутренней трещины, R/t = 40

ПРОЦЕДУРА 2. ПРОДОЛЬНАЯ ВНЕШНЯЯ ТРЕЩИНА

Напряжения, учитываемые при оценке допустимости продольной внешней трещины, МПа:

$$\sigma = \frac{pD_0}{2t}$$

где D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\ min}$ — см. формулу Приложения 4.

Параметр A_T определяется по таблицам П.2.1 — П.2.4, либо с помощью аппроксимирующих полиномов (таблицы П.2.5 — П.2.8), либо снимается с графиков рис. П.2.1 — П.2.4. Для промежуточных значений *b/t*, *b/a* и *R/t* величина параметра A_T определяется линейной интерполяцией.

Таблица П.2.1 Продольная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (*R/t* = 10)

b/t / *b/a*	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,17	1,23	1,43	1,74	2,22	3,01	4,32	6,87	13,04	∞
0,1	1,12	1,16	1,25	1,39	1,60	1,90	2,32	2,83	3,99	10,85
0,2	1,06	1,09	1,14	1,22	1,33	1,47	1,62	1,78	1,95	4,55
0,3	1,01	1,02	1,06	1,12	1,20	1,29	1,39	1,50	1,60	2,87
0,4	0,96	0,96	1,00	1,04	1,10	1,17	1,25	1,32	1,40	2,16
0,5	0,91	0,91	0,93	0,97	1,01	1,06	1,12	1,17	1,21	1,77
0,6	0,86	0,86	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,05	1,09	1,53
0,7	0,81	0,81	0,81	0,84	0,86	0,89	0,92	0,96	0,99	1,36
0,8	0,76	0,76	0,76	0,78	0,80	0,83	0,86	0,87	0,88	1,24
0,9	0,71	0,71	0,72	0,73	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	1,15
1,0	0,66	0,66	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,74	0,75	1,07

Таблица П.2.2 Продольная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (*R/t* = 20)

b/t / *b/a*	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,14	1,21	1,40	1,70	2,17	2,92	4,19	6,63	12,47	∞
0,1	1,09	1,14	1,22	1,35	1,56	1,84	2,24	2,73	3,83	8,28
0,2	1,04	1,07	1,12	1,19	1,30	1,43	1,57	1,73	1,87	3,64
0,3	0,99	1,01	1,04	1,10	1,17	1,25	1,34	1,45	1,53	2,43
0,4	0,94	0,95	0,98	1,02	1,07	1,14	1,21	1,27	1,34	1,90
0,5	0,89	0,89	0,91	0,94	0,98	1,03	1,08	1,12	1,16	1,61
0,6	0,84	0,84	0,85	0,88	0,90	0,94	0,97	1,01	1,04	1,42
0,7	0,79	0,79	0,80	0,82	0,84	0,86	0,89	0,92	0,96	1,28
0,8	0,74	0,74	0,75	0,76	0,78	0,80	0,83	0,84	0,85	1,18
0,9	0,70	0,70	0,71	0,71	0,73	0,74	0,75	0,77	0,79	1,10
1,0	0,65	0,66	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	1,04

Таблица П.2.3 Продольная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (*R/t* = 30)

b/t / *b/a*	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,15	1,20	1,39	1,69	2,15	2,89	4,13	6,54	12,3	∞
0,1	1,09	1,13	1,21	1,34	1,54	1,78	2,14	2,69	3,77	7,12
0,2	1,04	1,06	1,11	1,18	1,29	1,41	1,55	1,70	1,85	3,26
0,3	0,99	1,00	1,03	1,09	1,16	1,25	1,34	1,43	1,51	2,25
0,4	0,93	0,94	0,97	1,01	1,06	1,12	1,19	1,26	1,33	1,81
0,5	0,88	0,89	0,91	0,94	0,97	1,02	1,06	1,11	1,14	1,55
0,6	0,83	0,84	0,85	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,38
0,7	0,79	0,79	0,79	0,81	0,83	0,86	0,89	0,91	0,94	1,26
0,8	0,74	0,74	0,74	0,76	0,77	0,79	0,81	0,83	0,84	1,16
0,9	0,69	0,69	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,77	0,78	1,09
1,0	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,69	0,69	0,71	0,71	1,03

Таблица П.2.4 Продольная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 40)

b/t / b/a	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
0	1,13	1,20	1,38	1,68	2,14	2,79	4,11	6,50	12,24	∞
0,1	1,08	1,13	1,21	1,34	1,54	1,80	2,21	2,68	3,75	6,43
0,2	1,03	1,06	1,10	1,18	1,28	1,41	1,55	1,69	1,83	3,05
0,3	0,98	1,00	1,03	1,08	1,15	1,23	1,32	1,42	1,50	2,16
0,4	0,93	0,94	0,97	1,01	1,06	1,12	1,19	1,25	1,32	1,76
0,5	0,89	0,89	0,90	0,93	0,97	1,01	1,06	1,10	1,14	1,52
0,6	0,84	0,84	0,84	0,86	0,89	0,92	0,95	0,99	1,02	1,36
0,7	0,79	0,79	0,79	0,81	0,83	0,85	0,88	0,90	0,94	1,24
0,8	0,74	0,74	0,74	0,75	0,77	0,79	0,81	0,81	0,83	1,15
0,9	0,69	0,69	0,70	0,70	0,72	0,73	0,74	0,75	0,77	1,08
1,0	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,68	0,69	0,69	0,71	1,02

Таблица П.2.5 Продольная внешняя, R/t = 10

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}17-0{,}557\alpha-0{,}47\alpha^2$
0,1	$1{,}23-0{,}765\alpha+0{,}256\alpha^2-0{,}056\alpha^3$
0,2	$1{,}43-2{,}354\alpha+6{,}352\alpha^2-11{,}42\alpha^3+9{,}927\alpha^4-3{,}26\alpha^5$
0,3	$1{,}74-5{,}184\alpha+20{,}554\alpha^2-50{,}302\alpha^3+67{,}153\alpha^4-45{,}729\alpha^5+12{,}449\alpha^6$
0,4	$2{,}22-9{,}288\alpha+38{,}563\alpha^2-93{,}384\alpha^3+123{,}578\alpha^4-83{,}705\alpha^5+22{,}712\alpha^6$
0,5	$3{,}01-16{,}913\alpha+73{,}741\alpha^2-179{,}282\alpha^3+237{,}203\alpha^4-160{,}608\alpha^5+43{,}566\alpha^6$
0,6	$4{,}33-31{,}199\alpha+142{,}134\alpha^2-348{,}768\alpha^3+463{,}08\alpha^4-314{,}143\alpha^5+85{,}318\alpha^6$
0,7	$6{,}87-69{,}81\alpha+399{,}48\alpha^2-1263{,}4\alpha^3+2313{,}2\alpha^4-2445{,}2\alpha^5+1384{,}7\alpha^6-325{,}0\alpha^7$
0,8	$13{,}0-160{,}0\alpha+948{,}95\alpha^2-3038{,}9\alpha^3+5600{,}2\alpha^4-5944{,}1\alpha^5+3375{,}5\alpha^6-793{,}9\alpha^7$

Таблица П.2.6 Продольная внешняя, R/t = 20

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}14-0{,}497\alpha-0{,}15\alpha^2$
0,1	$1{,}21-0{,}761\alpha+0{,}268\alpha^2-0{,}064\alpha^3$
0,2	$1{,}40-2{,}308\alpha+6{,}231\alpha^2-11{,}213\alpha^3+9{,}755\alpha^4-3{,}20\alpha^5$
0,3	$1{,}70-4{,}996\alpha+19{,}704\alpha^2-48{,}132\alpha^3+64{,}181\alpha^4-43{,}663\alpha^5+11{,}877\alpha^6$
0,4	$2{,}17-9{,}158\alpha+38{,}125\alpha^2-92{,}363\alpha^3+122{,}201\alpha^4-82{,}736\alpha^5+22{,}436\alpha^6$
0,5	$2{,}92-16{,}382\alpha+71{,}366\alpha^2-173{,}42\alpha^3+229{,}354\alpha^4-155{,}24\alpha^5+42{,}097\alpha^6$
0,6	$4{,}19-30{,}212\alpha+137{,}652\alpha^2-337{,}797\alpha^3+448{,}492\alpha^4-304{,}243\alpha^5+82{,}627\alpha^6$
0,7	$6{,}63-67{,}384\alpha+385{,}605\alpha^2-1219{,}47\alpha^3+2232{,}54\alpha^4-2359{,}85\alpha^5+1336{,}27\alpha^6-313{,}62\alpha^7$
0,8	$12{,}47-152{,}94\alpha+906{,}83\alpha^2-2903{,}57\alpha^3+5350{,}04\alpha^4-5677{,}97\alpha^5+3224{,}09\alpha^6-758{,}24\alpha^7$

Таблица П.2.7 Продольная внешняя, R/t = 30

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}15-0{,}554\alpha+0{,}058\alpha^2-0{,}004\alpha^3$
0,1	$1{,}20-0{,}818\alpha+0{,}640\alpha^2-0{,}689\alpha^3+0{,}318\alpha^4$
0,2	$1{,}39-2{,}612\alpha+9{,}588\alpha^2-24{,}227\alpha^3+33{,}044\alpha^4-22{,}767\alpha^5+6{,}24\alpha^6$
0,3	$1{,}69-5{,}016\alpha+19{,}867\alpha^2-48{,}604\alpha^3+64{,}873\alpha^4-44{,}169\alpha^5+12{,}022\alpha^6$
0,4	$2{,}15-8{,}97\alpha+37{,}267\alpha^2-90{,}22\alpha^3+119{,}335\alpha^4-80{,}789\alpha^5+21{,}908\alpha^6$
0,5	$2{,}89-18{,}193\alpha+95{,}767\alpha^2-296{,}39\alpha^3+537{,}22\alpha^4-564{,}37\alpha^5+318{,}2\alpha^6-74{,}44\alpha^7$
0,6	$4{,}13-33{,}56\alpha+184{,}35\alpha^2-575{,}93\alpha^3+1048{,}19\alpha^4-1104{,}03\alpha^5+623{,}67\alpha^6-146{,}13\alpha^7$
0,7	$6{,}54-67{,}51\alpha+380{,}66\alpha^2-1204{,}02\alpha^3+2204{,}68\alpha^4-2330{,}86\alpha^5+1320{,}11\alpha^6-309{,}88\alpha^7$
0,8	$12{,}3-151{,}06\alpha+895{,}82\alpha^2-2868{,}56\alpha^3+5285{,}9\alpha^4-5610{,}3\alpha^5+3185{,}9\alpha^6-749{,}3\alpha^7$

Таблица П.2.8 Продольная внешняя, $R/t = 40$

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$; $\alpha = b/a$
0,0	$1{,}131 - 0{,}493\alpha + 15\alpha^2 - 15\alpha^3$
0,1	$1{,}201 - 0{,}742\alpha + 0{,}235\alpha^2 - 0{,}048\alpha^3 + 0{,}006\alpha^4$
0,2	$1{,}382 - 2{,}223\alpha + 5{,}924\alpha^2 - 10{,}651\alpha^3 + 9{,}274\alpha^4 - 3{,}049\alpha^5$
0,3	$1{,}68 - 4{,}96\alpha + 19{,}6\alpha^2 - 47{,}943\alpha^3 + 63{,}88\alpha^4 - 43{,}58\alpha^5 + 11{,}86\alpha^6$
0,4	$2{,}14 - 8{,}95\alpha + 37{,}15\alpha^2 - 89{,}95\alpha^3 + 118{,}98\alpha^4 - 80{,}55\alpha^5 + 21{,}85\alpha^6$
0,5	$2{,}79 - 15{,}11\alpha + 65{,}06\alpha^2 - 157{,}49\alpha^3 + 207{,}9\alpha^4 - 140{,}56\alpha^5 + 38{,}09\alpha^6$
0,6	$4{,}11 - 29{,}62\alpha + 134{,}91\alpha^2 - 331{,}0\alpha^3 + 439{,}4\alpha^4 - 298{,}05\alpha^5 + 80{,}94\alpha^6$
0,7	$6{,}5 - 66{,}06\alpha + 378{,}0\alpha^2 - 1195{,}7\alpha^3 + 2189{,}5\alpha^4 - 2314{,}0\alpha^5 + 131{,}1\alpha^6 - 307{,}8\alpha^7$
0,8	$12{,}24 - 150{,}12\alpha + 890{,}27\alpha^2 - 2850{,}88\alpha^3 + 5253{,}5\alpha^4 - 5576{,}0\alpha^5 + 3166{,}4\alpha^6 - 744{,}7\alpha^7$

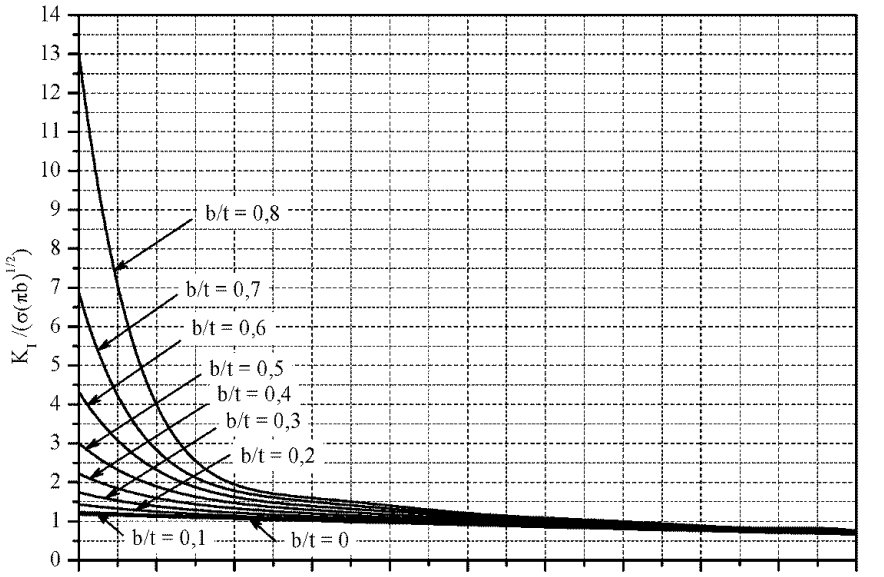

Рис. П.2.1 Значения A_T для продольной внешней трещины, R/t=10

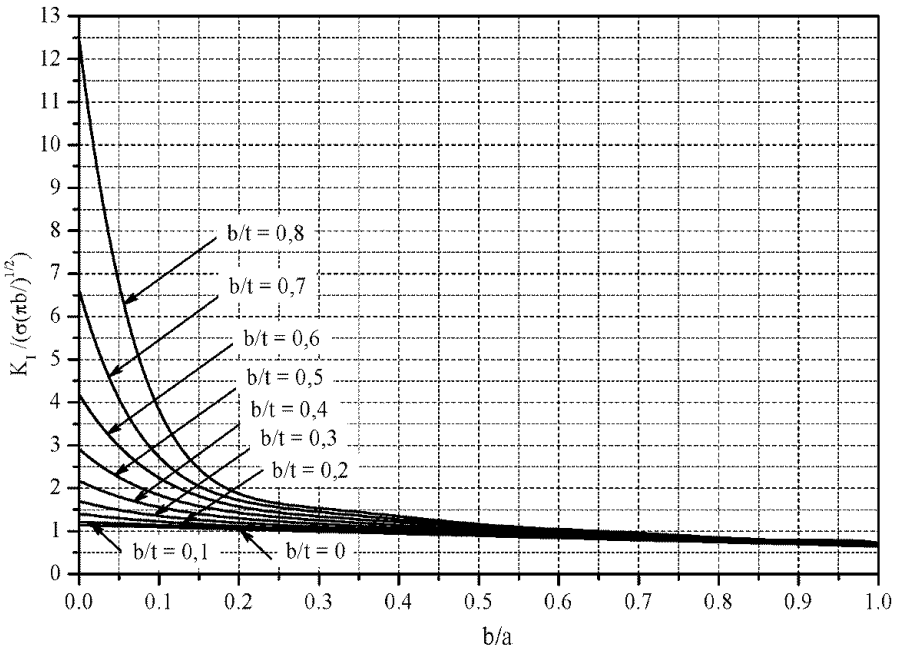

Рис. П.2.2 Значения A_T для продольной внешней трещины, R/t=20

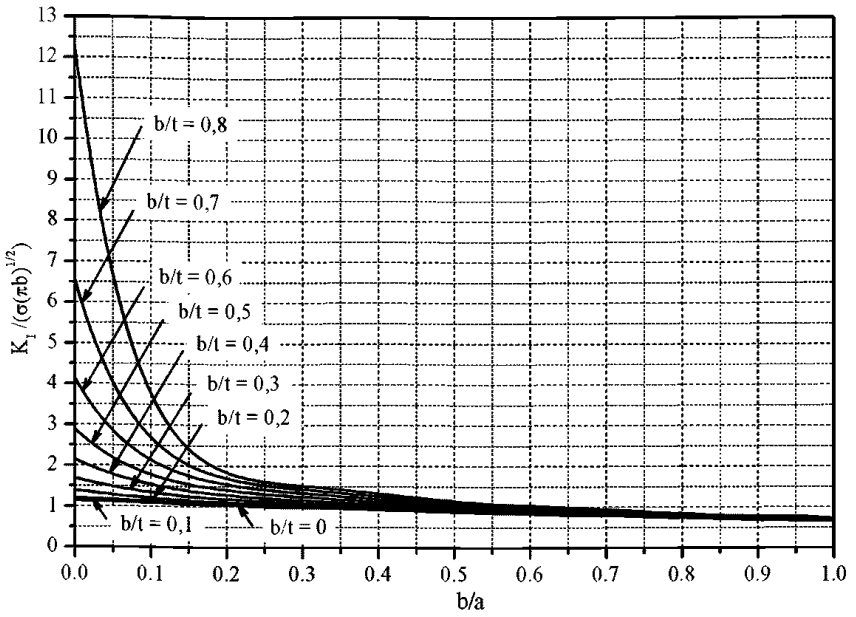

Рис. П.2.3 Значения A_T для продольной внешней трещины, R/t=30

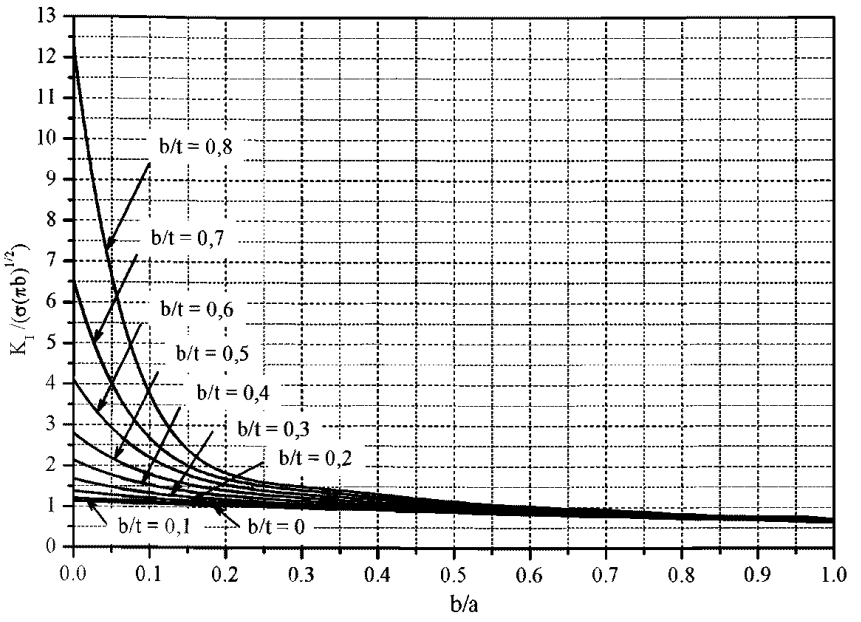

Рис. П.2.4 Значения A_T для продольной внешней трещины, R/t=40

ПРОЦЕДУРА 3. ПОПЕРЕЧНАЯ ВНУТРЕННЯЯ ТРЕЩИНА

Напряжения, учитываемые при оценке допустимости поперечной внутренней трещины, МПа:

$$\sigma = \frac{ED_0}{R_l}\cdot 10^{-9} + \alpha_0\cdot\Delta T\cdot E\cdot 10^{-6} + \mu\cdot p\cdot(1+\frac{D_0}{2t}),$$

где E — модуль нормальной упругости материала трубы, Па;
R_l — радиус упругого изгиба трубопровода, м;
α_0 — коэффициент линейного расширения металла труб, град$^{-1}$;
ΔT — расчетный температурный перепад, град.;
μ — коэффициент поперечной деформации металла труб (коэффициент Пуассона);
D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\,min}$ — см. формулу Приложения 4.

Параметр A_T определяется по таблицам П.3.1 — П.3.4, либо с помощью аппроксимирующих полиномов (таблицы П.3.5 — П.3.8), либо снимается с графиков рис. П.3.1 — П.3.4. Для промежуточных значений *b/t*, *b/a* и *R/t* величина параметра A_T определяется линейной интерполяцией.

Таблица П.3.1 Поперечная внутренняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ ($R/t = 10$)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,25	1,38	1,58	1,78	2,02	2,31	2,61	∞
0,1	1,19	1,26	1,37	1,53	1,73	1,92	2,08	5,29
0,2	1,11	1,17	1,25	1,36	1,47	1,56	1,63	2,83
0,3	1,03	1,07	1,13	1,20	1,27	1,33	1,38	2,08
0,4	0,97	0,99	1,04	1,09	1,13	1,17	1,21	1,72
0,5	0,91	0,92	0,94	0,98	1,01	1,04	1,08	1,49
0,6	0,85	0,86	0,88	0,89	0,92	0,95	0,99	1,34
0,7	0,79	0,80	0,82	0,83	0,85	0,89	0,93	1,23
0,8	0,74	0,75	0,76	0,77	0,79	0,82	0,85	1,14
0,9	0,70	0,70	0,71	0,71	0,72	0,74	0,77	1,07
1,0	0,66	0,66	0,66	0,67	0,68	0,69	0,71	1,02

Таблица П.3.2 Поперечная внутренняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ ($R/t = 20$)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,37	1,66	2,12	2,83	4,05	6,37	12,02	∞
0,1	1,20	1,32	1,47	1,65	1,85	2,03	2,19	4,55
0,2	1,11	1,19	1,28	1,38	1,49	1,59	1,67	2,58
0,3	1,03	1,09	1,15	1,23	1,30	1,35	1,39	1,97
0,4	0,97	1,02	1,05	1,11	1,16	1,19	1,22	1,65
0,5	0,91	0,94	0,96	1,01	1,04	1,07	1,10	1,46
0,6	0,85	0,87	0,89	0,92	0,95	0,97	1,01	1,32
0,7	0,79	0,81	0,82	0,84	0,86	0,89	0,93	1,21
0,8	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,82	0,85	1,13
0,9	0,70	0,71	0,71	0,72	0,73	0,74	0,77	1,06
1,0	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,72	1,01

Таблица П.3.3 Поперечная внутренняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ ($R/t = 30$)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,37	1,66	2,12	2,83	4,05	6,37	12,02	∞
0,1	1,20	1,33	1,50	1,71	1,92	2,11	2,25	4,21
0,2	1,11	1,19	1,29	1,41	1,53	1,62	1,69	2,48
0,3	1,04	1,09	1,16	1,25	1,32	1,37	1,40	1,92
0,4	0,97	1,02	1,06	1,12	1,17	1,20	1,23	1,63
0,5	0,91	0,94	0,97	1,01	1,05	1,08	1,10	1,44
0,6	0,85	0,87	0,89	0,93	0,96	0,98	1,01	1,31
0,7	0,80	0,81	0,83	0,86	0,88	0,90	0,93	1,21
0,8	0,75	0,76	0,77	0,79	0,81	0,83	0,86	1,13
0,9	0,70	0,71	0,71	0,73	0,75	0,77	0,80	1,06
1,0	0,66	0,67	0,67	0,69	0,69	0,70	0,73	1,01

Таблица П.3.4 Поперечная внутренняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ ($R/t = 40$)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,37	1,66	2,12	2,83	4,05	6,37	12,02	∞
0,1	1,20	1,33	1,51	1,73	1,96	2,16	2,30	4,01
0,2	1,11	1,19	1,30	1,43	1,55	1,65	1,71	2,43
0,3	1,04	1,09	1,16	1,25	1,32	1,37	1,41	1,90
0,4	0,97	1,02	1,06	1,13	1,18	1,21	1,23	1,62
0,5	0,91	0,94	0,97	1,01	1,06	1,08	1,11	1,44
0,6	0,85	0,87	0,89	0,93	0,96	0,98	1,01	1,30
0,7	0,80	0,81	0,83	0,86	0,88	0,91	0,94	1,20
0,8	0,75	0,76	0,77	0,80	0,82	0,85	0,88	1,12
0,9	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,78	0,81	1,06
1,0	0,66	0,67	0,67	0,69	0,70	0,72	0,74	1,00

Таблица П.3.5 Поперечная внутренняя трещина, $R/t = 10$

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}272 - 0{,}860\alpha + 0{,}261\alpha^2 - 0{,}014\alpha^3$
0,3	$1{,}331 - 0{,}472\alpha - 2{,}97\alpha^2 + 7{,}644\alpha^3 - 7{,}564\alpha^4 + 2{,}692\alpha^5$
0,4	$1{,}477 - 0{,}906\alpha - 2{,}169\alpha^2 + 6{,}163\alpha^3 - 5{,}878\alpha^4 + 1{,}923\alpha^5$
0,5	$1{,}756 - 2{,}664\alpha + 5{,}19\alpha^2 - 13{,}210\alpha^3 + 22{,}556\alpha^4 - 19{,}215\alpha^5 + 6{,}25\alpha^6$
0,6	$2{,}043 - 3{,}376\alpha + 2{,}111\alpha^2 + 3{,}711\alpha^3 - 6{,}888\alpha^4 + 3{,}077\alpha^5$
0,7	$2{,}425 - 6{,}006\alpha + 10{,}301\alpha^2 - 9{,}371\alpha^3 + 3{,}724\alpha^4 - 0{,}385\alpha^5$
0,8	$2{,}785 - 8{,}833\alpha + 19{,}974\alpha^2 - 25{,}269\alpha^3 + 16{,}282\alpha^4 - 4{,}231\alpha^5$

Таблица П.3.6 Поперечная внутренняя трещина, $R/t = 20$

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}292 - 0{,}977\alpha + 0{,}527\alpha^2 - 0{,}163\alpha^3$
0,3	$1{,}524 - 2{,}568\alpha + 6{,}287\alpha^2 - 10{,}89\alpha^3 + 9{,}394\alpha^4 - 3{,}077\alpha^5$
0,4	$1{,}747 - 3{,}371\alpha + 6{,}859\alpha^2 - 9{,}403\alpha^3 + 6{,}760\alpha^4 - 1{,}923\alpha^5$
0,5	$2{,}111 - 6{,}031\alpha + 16{,}639\alpha^2 - 27{,}301\alpha^3 + 22{,}185\alpha^4 - 6{,}923\alpha^5$
0,6	$2{,}481 - 8{,}317\alpha + 23{,}357\alpha^2 - 37{,}664\alpha^3 + 30{,}181\alpha^4 - 9{,}359\alpha^5$
0,7	$2{,}789 - 9{,}863\alpha + 26{,}228\alpha^2 - 39{,}567\alpha^3 + 30{,}204\alpha^4 - 9{,}103\alpha^5$
0,8	$3{,}071 - 11{,}276\alpha + 28{,}057\alpha^2 - 37{,}484\alpha^3 + 24{,}633\alpha^4 - 6{,}282\alpha^5$

Таблица П.3.7 Поперечная внутренняя трещина, $R/t = 30$

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}291 - 0{,}976\alpha + 0{,}499\alpha^2 - 0{,}155\alpha^3$
0,3	$1{,}56 - 2{,}957\alpha + 7{,}818\alpha^2 - 13{,}677\alpha^3 + 11{,}722\alpha^4 - 3{,}846\alpha^5$
0,4	$1{,}826 - 4{,}111\alpha + 9{,}761\alpha^2 - 14{,}681\alpha^3 + 11{,}206\alpha^4 - 3{,}333\alpha^5$
0,5	$2{,}19 - 6{,}157\alpha + 15{,}483\alpha^2 - 23{,}153\alpha^3 + 17{,}453\alpha^4 - 5{,}128\alpha^5$
0,6	$2{,}606 - 8{,}998\alpha + 24{,}909\alpha^2 - 39{,}424\alpha^3 + 31{,}34\alpha^4 - 9{,}744\alpha^5$
0,7	$2{,}99 - 11{,}618\alpha + 32{,}8\alpha^2 - 51{,}707\alpha^3 + 41{,}055\alpha^4 - 12{,}821\alpha^5$
0,8	$3{,}364 - 15{,}315\alpha + 50{,}647\alpha^2 - 99{,}293\alpha^3 + 111{,}397\alpha^4 - 66{,}04\alpha^5 + 15{,}972\alpha^6$

Таблица П.3.8 Поперечная внутренняя трещина, $R/t = 40$

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}291 - 0{,}976\alpha + 0{,}499\alpha^2 - 0{,}155\alpha^3$
0,3	$1{,}56 - 2{,}957\alpha + 7{,}818\alpha^2 - 13{,}677\alpha^3 + 11{,}722\alpha^4 - 3{,}846\alpha^5$
0,4	$1{,}845 - 4{,}235\alpha + 10{,}276\alpha^2 - 16{,}057\alpha^3 + 12{,}943\alpha^4 - 4{,}103\alpha^5$
0,5	$2{,}221 - 6{,}298\alpha + 16{,}01\alpha^2 - 24{,}724\alpha^3 + 19{,}633\alpha^4 - 6{,}154\alpha^5$
0,6	$2{,}807 - 11{,}896\alpha + 42{,}435\alpha^2 - 92{,}273\alpha^3 + 114{,}09\alpha^4 - 73{,}91\alpha^5 + 19{,}44\alpha^6$
0,7	$3{,}213 - 14{,}754\alpha + 52{,}248\alpha^2 - 112{,}629\alpha^3 + 139{,}826\alpha^4 - 91{,}49\alpha^5 + 24{,}306\alpha^6$
0,8	$3{,}444 - 15{,}356\alpha + 45{,}564\alpha^2 - 66{,}709\alpha^3 + 20{,}409\alpha^4 - 64{,}894\alpha^5 - 78{,}35\alpha^6 + 26{,}844\alpha^7$

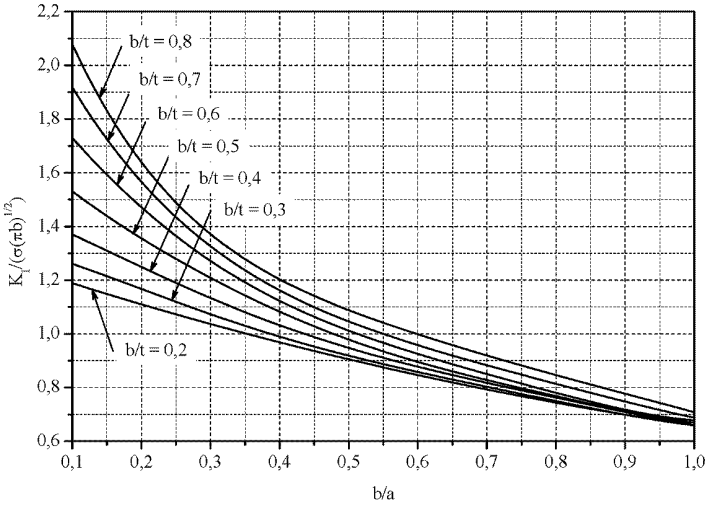

Рис. П.3.1 Значения A_T для поперечной внутренней трещины, R/t=10

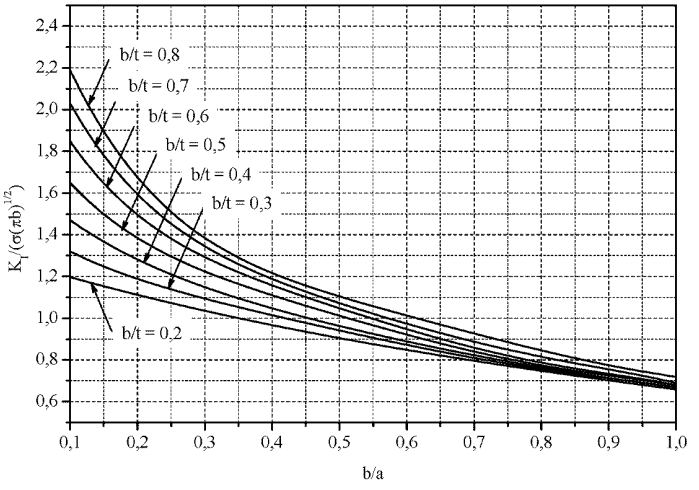

Рис. П.3.2 Значения A_T для поперечной внутренней трещины, R/t=20

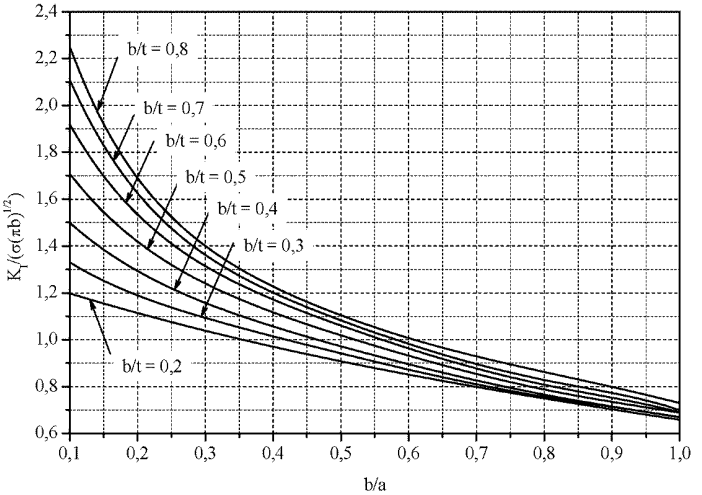

Рис. П.3.3 Значения A_T для поперечной внутренней трещины, R/t=30

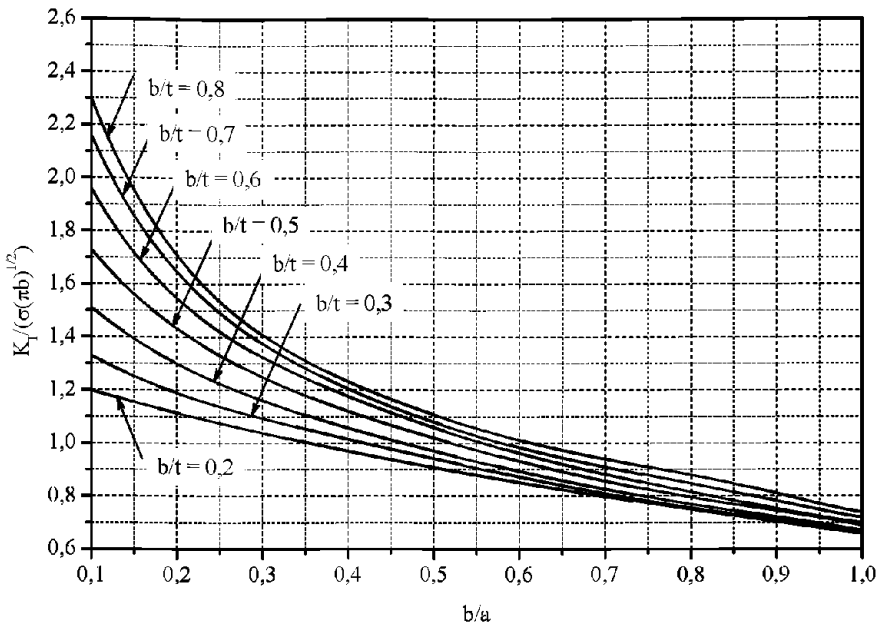

Рис. П.3.4 Значения A_T для поперечной внутренней трещины, R/t=40

ПРОЦЕДУРА 4. ПОПЕРЕЧНАЯ ВНЕШНЯЯ ТРЕЩИНА

Напряжения, учитываемые при оценке допустимости поперечной внешней трещины, МПа:

$$\sigma = \frac{ED_0}{R_l}\cdot 10^{-9} + \alpha_0\cdot\Delta T\cdot E\cdot 10^{-6} + \mu\cdot\frac{pD_0}{2t},$$

где E — модуль нормальной упругости материала трубы, Па;
R_l — радиус упругого изгиба трубопровода, м;
α_0 — коэффициент линейного расширения металла труб, град$^{-1}$;
ΔT — расчетный температурный перепад, град.;
μ — коэффициент поперечной деформации металла труб (коэффициент Пуассона);
D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\,min}$ — см. формулу Приложения 4.

Параметр A_T определяется по таблицам П.4.1 — П.4.4, либо с помощью аппроксимирующих полиномов (таблицы П.4.5 — П.4.8), либо снимается с графиков рис. П.4.1 — П.4.4. Для промежуточных значений *b/t, b/a* и *R/t* величина параметра A_T определяется линейной интерполяцией.

Таблица П.4.1 Поперечная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 10)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,25	1,35	1,63	1,88	2,16	2,52	2,97	∞
0,1	1,20	1,33	1,52	1,75	2,02	2,29	2,52	5,29
0,2	1,12	1,21	1,32	1,46	1,61	1,76	1,89	2,83
0,3	1,05	1,12	1,18	1,29	1,38	1,45	1,51	2,08
0,4	0,98	1,04	1,07	1,15	1,22	1,28	1,32	1,72
0,5	0,92	0,96	0,99	1,04	1,10	1,13	1,16	1,49
0,6	0,86	0,89	0,91	0,95	1,00	1,02	1,04	1,34
0,7	0,80	0,83	0,84	0,88	0,91	0,93	0,96	1,23
0,8	0,75	0,78	0,79	0,81	0,84	0,86	0,89	1,14
0,9	0,71	0,73	0,74	0,75	0,77	0,79	0,81	1,07
1,0	0,67	0,68	0,69	0,70	0,72	0,74	0,76	1,02

Таблица П.4.2 Поперечная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 20)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,37	1,66	2,12	2,83	4,05	6,37	12,02	∞
0,1	1,21	1,35	1,56	1,83	2,14	2,43	2,63	4,55
0,2	1,12	1,21	1,33	1,48	1,63	1,76	1,88	2,58
0,3	1,04	1,11	1,18	1,29	1,38	1,45	1,50	1,97
0,4	0,98	1,03	1,07	1,15	1,21	1,25	1,28	1,65
0,5	0,92	0,95	0,98	1,04	1,09	1,12	1,14	1,46
0,6	0,86	0,89	0,90	0,95	1,00	1,01	1,03	1,32
0,7	0,80	0,83	0,84	0,88	0,91	0,93	0,94	1,21
0,8	0,75	0,77	0,78	0,81	0,85	0,87	0,88	1,13
0,9	0,71	0,72	0,72	0,75	0,77	0,79	0,82	1,06
1,0	0,67	0,68	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	1,01

Таблица П.4.3 Поперечная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 30)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,37	1,66	2,12	2,83	4,05	6,37	12,02	∞
0,1	1,21	1,35	1,56	1,83	2,14	2,43	2,63	4,21
0,2	1,12	1,21	1,33	1,48	1,63	1,76	1,88	2,48
0,3	1,04	1,11	1,18	1,29	1,38	1,45	1,50	1,92
0,4	0,98	1,03	1,07	1,14	1,21	1,25	1,28	1,63
0,5	0,92	0,95	0,98	1,03	1,09	1,12	1,14	1,44
0,6	0,86	0,89	0,90	0,95	0,99	1,01	1,03	1,31
0,7	0,80	0,83	0,84	0,88	0,91	0,93	0,94	1,21
0,8	0,75	0,77	0,78	0,80	0,84	0,86	0,88	1,13
0,9	0,71	0,72	0,72	0,74	0,77	0,80	0,82	1,06
1,0	0,67	0,68	0,68	0,70	0,71	0,73	0,76	1,01

Таблица П.4.4 Поперечная внешняя трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (R/t = 40)

b/t / *b/a*	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	сквозная
кольцо	1,37	1,66	2,12	2,83	4,05	6,37	12,02	∞
0,1	1,21	1,35	1,56	1,83	2,14	2,43	2,63	4,01
0,2	1,12	1,21	1,33	1,48	1,63	1,76	1,88	2,43
0,3	1,04	1,11	1,18	1,29	1,38	1,45	1,50	1,90
0,4	0,98	1,03	1,07	1,15	1,21	1,25	1,28	1,62
0,5	0,92	0,95	0,98	1,04	1,09	1,12	1,14	1,44
0,6	0,86	0,89	0,90	0,95	1,00	1,01	1,03	1,30
0,7	0,80	0,83	0,84	0,88	0,91	0,93	0,94	1,20
0,8	0,75	0,77	0,78	0,81	0,85	0,87	0,88	1,12
0,9	0,71	0,72	0,72	0,75	0,77	0,79	0,82	1,06
1,0	0,67	0,68	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	1,00

Таблица П.4.5 Поперечная внешняя, R/t = 10

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}278 - 0{,}807\alpha + 0{,}145\alpha^2 + 0{,}054\alpha^3$
0,3	$1{,}503 - 2{,}155\alpha + 5{,}041\alpha^2 - 9{,}478\alpha^3 + 8{,}974\alpha^4 - 3{,}205\alpha^5$
0,4	$1{,}829 - 3{,}832\alpha + 8{,}626\alpha^2 - 13{,}078\alpha^3 + 10{,}478\alpha^4 - 3{,}333\alpha^5$
0,5	$2{,}327 - 8{,}187\alpha + 30{,}68\alpha^2 - 74{,}68\alpha^3 + 102{,}965\alpha^4 - 73{,}237\alpha^5 + 20{,}833\alpha^6$
0,6	$2{,}809 - 10{,}828\alpha + 35{,}99\alpha^2 - 74{,}97\alpha^3 + 90{,}422\alpha^4 - 57{,}981\alpha^5 + 15{,}278\alpha^6$
0,7	$3{,}305 - 13{,}735\alpha + 43{,}401\alpha^2 - 84{,}016\alpha^3 + 94{,}241\alpha^4 - 56{,}346\alpha^5 + 13{,}889\alpha^6$
0,8	$3{,}699 - 15{,}736\alpha + 47{,}48\alpha^2 - 88{,}493\alpha^3 + 98{,}435\alpha^4 - 59{,}904\alpha^5 + 15{,}278\alpha^6$

Таблица П.4.6 Поперечная внешняя, R/t = 20

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}298 - 0{,}953\alpha + 0{,}418\alpha^2 + 0{,}095\alpha^3$
0,3	$1{,}551 - 2{,}511\alpha + 5{,}863\alpha^2 - 10{,}249\alpha^3 + 9{,}103\alpha^4 - 3{,}077\alpha^5$
0,4	$1{,}901 - 4{,}143\alpha + 8{,}233\alpha^2 - 9{,}734\alpha^3 + 5{,}777\alpha^4 - 1{,}154\alpha^5$
0,5	$2{,}433 - 7{,}873\alpha + 21{,}467\alpha^2 - 34{,}010\alpha^3 + 27{,}145\alpha^4 - 8{,}462\alpha^5$
0,6	$3{,}211 - 15{,}165\alpha + 55{,}128\alpha^2 - 119{,}895\alpha^3 + 149{,}161\alpha^4 - 98{,}11\alpha^5 + 26{,}389\alpha^6$
0,7	$3{,}884 - 20{,}772\alpha + 77{,}076\alpha^2 - 167{,}535\alpha^3 + 207{,}425\alpha^4 - 135{,}449\alpha^5 + 36{,}111\alpha^6$
0,8	$4{,}137 - 20{,}765\alpha + 69{,}126\alpha^2 - 135{,}964\alpha^3 + 154{,}685\alpha^4 - 94{,}071\alpha^5 + 23{,}611\alpha^6$

Таблица П.4.7 Поперечная внешняя, R/t = 30

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}298 - 0{,}953\alpha + 0{,}418\alpha^2 + 0{,}095\alpha^3$
0,3	$1{,}543 - 2{,}295\alpha + 4{,}12\alpha^2 - 5{,}234\alpha^3 + 3{,}310\alpha^4 - 0{,}769\alpha^5$
0,4	$1{,}903 - 4{,}209\alpha + 8{,}738\alpha^2 - 11{,}262\alpha^3 + 7{,}43\alpha^4 - 1{,}923\alpha^5$
0,5	$2{,}373 - 6{,}821\alpha + 15{,}546\alpha^2 - 20{,}189\alpha^3 + 12{,}995\alpha^4 - 3{,}205\alpha^5$
0,6	$3{,}241 - 15{,}766\alpha + 59{,}193\alpha^2 - 132{,}274\alpha^3 + 167{,}561\alpha^4 - 111{,}106\alpha^5 + 29{,}861\alpha^6$
0,7	$3{,}884 - 20{,}74\alpha + 76{,}481\alpha^2 - 163{,}921\alpha^3 + 198{,}114\alpha^4 - 125{,}032\alpha^5 + 31{,}944\alpha^6$
0,8	$4{,}106 - 20{,}131\alpha + 64{,}466\alpha^2 - 119{,}97\alpha^3 + 126{,}974\alpha^4 - 70{,}657\alpha^5 + 15{,}972\alpha^6$

Таблица П.4.8 Поперечная внешняя, R/t = 40

b/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$, $\alpha \geqslant 0{,}1$
0,2	$1{,}298 - 0{,}953\alpha + 0{,}418\alpha^2 + 0{,}095\alpha^3$
0,3	$1{,}543 - 2{,}295\alpha + 4{,}126\alpha^2 - 5{,}234\alpha^3 + 3{,}310\alpha^4 - 0{,}769\alpha^5$
0,4	$1{,}903 - 4{,}209\alpha + 8{,}738\alpha^2 - 11{,}262\alpha^3 + 7{,}43\alpha^4 - 1{,}923\alpha^5$
0,5	$2{,}417 - 7{,}591\alpha + 19{,}88\alpha^2 - 30{,}265\alpha^3 + 23{,}31\alpha^4 - 7{,}051\alpha^5$
0,6	$3{,}248 - 15{,}925\alpha + 60{,}513\alpha^2 - 137{,}501\alpha^3 + 177{,}949\alpha^4 - 120{,}897\alpha^5 + 33{,}333\alpha^6$
0,7	$3{,}959 - 22{,}282\alpha + 87{,}635\alpha^2 - 201{,}419\alpha^3 + 261{,}576\alpha^4 - 177{,}340\alpha^5 + 48{,}611\alpha^6$
0,8	$4{,}106 - 20{,}131\alpha + 64{,}466\alpha^2 - 119{,}97\alpha^3 + 126{,}974\alpha^4 - 70{,}657\alpha^5 + 15{,}972\alpha^6$

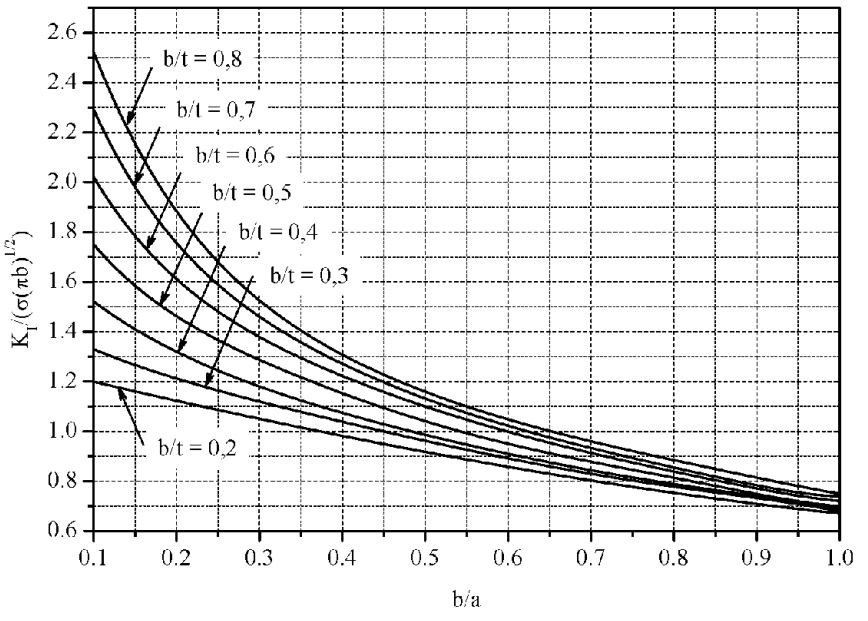

Рис. П.4.1 Значения A_T для поперечной внешней трещины, R/t=10

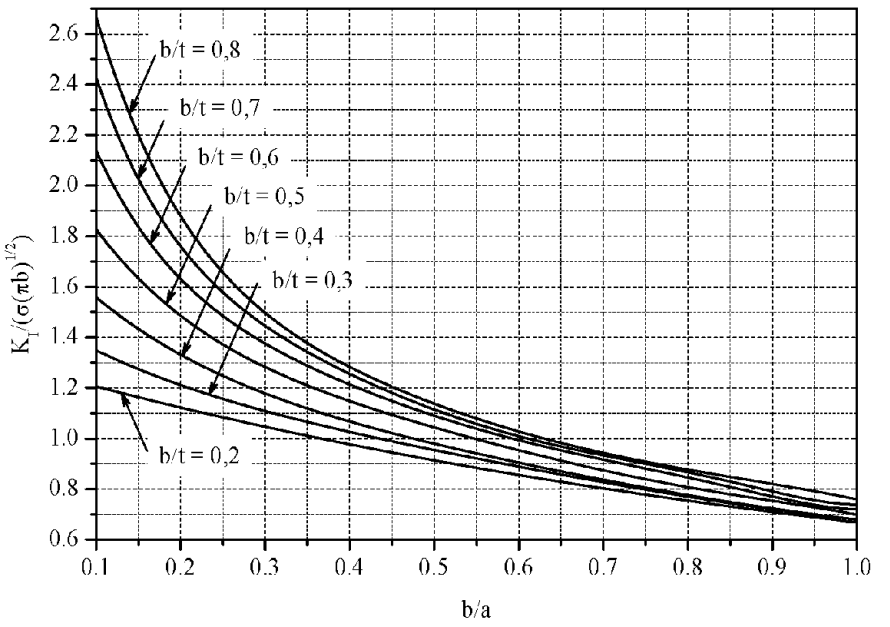

Рис. П.4.2 Значения A_T для поперечной внешней трещины, R/t=20

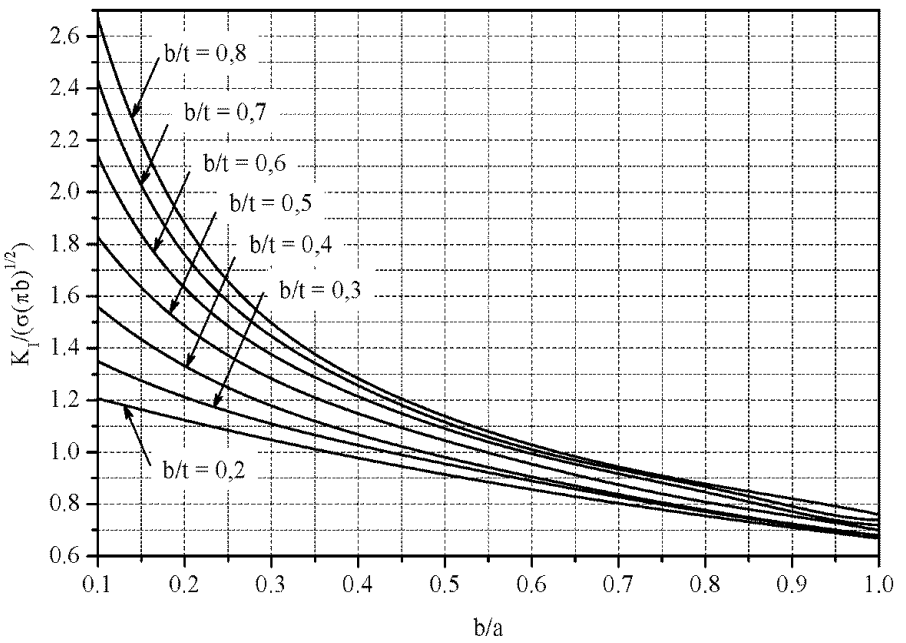

Рис. П.4.3 Значения A_T для поперечной внешней трещины, R/t=30

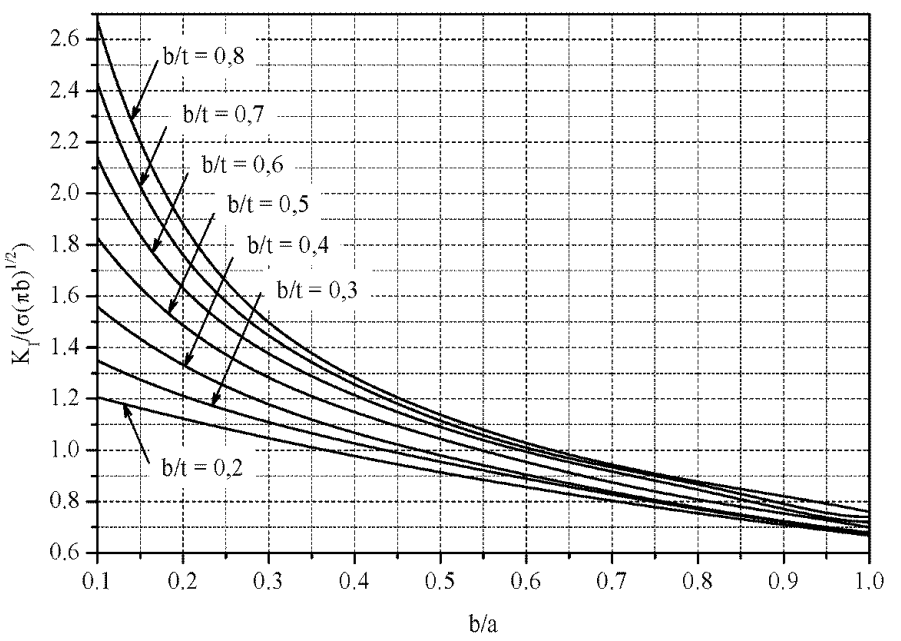

Рис. П.4.4 Значения A_T для поперечной внешней трещины, R/t=40

ПРОЦЕДУРА 5. ПОДПОВЕРХНОСТНАЯ ПРОДОЛЬНАЯ ТРЕЩИНА

Напряжения, учитываемые при оценке допустимости подповерхностной продольной трещины, МПа:

$$\sigma = \frac{ED_0}{R_l}\cdot 10^{-9} + \alpha_0\cdot\Delta T\cdot E\cdot 10^{-6} + \mu\cdot\frac{pD_0}{2t},$$

где E — модуль нормальной упругости материала трубы, Па;
R_l — радиус упругого изгиба трубопровода, м;
α_0 — коэффициент линейного расширения металла труб, град$^{-1}$;
ΔT — расчетный температурный перепад, град.;
μ — коэффициент поперечной деформации металла труб (коэффициент Пуассона);
D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\,\min}$ — см. формулу Приложения 4.

При оценке положения подповерхностных трещин относительно наружной поверхности трубы используется параметр c (см. рис. П.5.1).

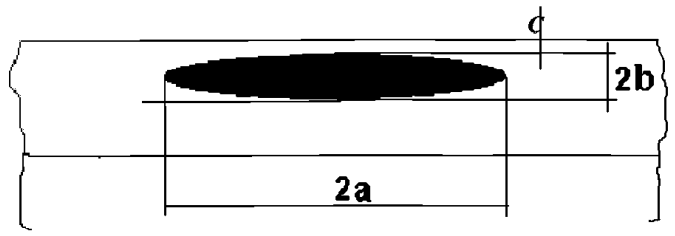

Рис. П.5.1 Геометрические параметры подповерхностной продольной трещины.

Параметр A_T определяется по таблицам П.5.1 — П.5.4, либо с помощью аппроксимирующих полиномов (таблицы П.5.5 — П.5.8), либо снимается с графиков рис. П.5.2 — П.5.5. Для промежуточных значений *b/t*, *b/a* и *c/t* величина параметра A_T определяется линейной интерполяцией.

Таблица П.5.1 Подповерхностная продольная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,1)

c/t / *b/a*	0,4 и центральное	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,075	0,05	0,025	поверхностная трещина	
											внутр.	внешн.
протяженная трещина	1,03	1,03	1,04	1,05	1,07	1,10	1,15	1,21	1,31	1,50	1,67	1,53
0,1	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,04	1,08	1,12	1,21	1,37	1,23	1,14
0,2	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	1,01	1,04	1,12	1,26	1,05	0,97
0,3	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,96	0,98	1,04	1,16	0,90	0,83
0,4	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,89	0,90	0,93	0,97	1,08	0,78	0,72
0,5	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,85	0,87	0,91	1,00	0,78	0,72
0,6	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,80	0,82	0,85	0,93	0,78	0,72
0,7	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,77	0,80	0,86	0,78	0,72
0,8	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,73	0,75	0,80	0,78	0,72
0,9	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,69	0,71	0,75	0,78	0,72
1,0	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,67	0,71	0,78	0,72

Таблица П.5.2 Подповерхностная продольная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,2)

c/t / *b/a*	0,3 и центральное	0,25	0,2	0,175	0,15	0,125	0,1	0,075	0,05	поверхностная трещина	
										внутр.	внешн.
протяженная трещина	1,11	1,14	1,19	1,22	1,25	1,31	1,40	1,52	1,74	2,71	2,56
0,1	1,06	1,07	1,10	1,12	1,15	1,19	1,25	1,34	1,48	1,50	1,37
0,2	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,09	1,14	1,20	1,30	1,15	1,09
0,3	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,01	1,05	1,10	1,17	0,97	0,89
0,4	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,95	0,98	1,02	1,08	0,82	0,75
0,5	0,85	0,85	0,86	0,86	0,88	0,89	0,91	0,95	1,00	0,82	0,75
0,6	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,85	0,88	0,93	0,82	0,75
0,7	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,80	0,82	0,86	0,82	0,75
0,8	0,71	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	0,77	0,80	0,82	0,75
0,9	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,75	0,82	0,75
1,0	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65	0,66	0,67	0,69	0,71	0,82	0,75

Таблица П.5.3 Подповерхностная продольная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,3)

c/t / *b/a*	0,2 и центральное	0,175	0,15	0,125	0,1	0,075	поверхностная трещина	
							внутр.	внешн.
протяженная трещина	1,31	1,35	1,41	1,49	1,62	1,83	6,24	6,04
0,1	1,21	1,24	1,28	1,33	1,41	1,54	1,74	1,68
0,2	1,12	1,14	1,17	1,20	1,26	1,34	1,27	1,23
0,3	1,04	1,05	1,07	1,10	1,14	1,19	1,00	0,97
0,4	0,97	0,98	1,00	1,02	1,06	1,1	0,83	0,80
0,5	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,02	0,83	0,80
0,6	0,84	0,85	0,86	0,88	0,91	0,94	0,83	0,80
0,7	0,79	0,80	0,81	0,82	0,84	0,87	0,83	0,80
0,8	0,74	0,74	0,75	0,77	0,78	0,81	0,83	0,80
0,9	0,70	0,70	0,71	0,72	0,74	0,76	0,83	0,80
1,0	0,66	0,67	0,68	0,68	0,70	0,72	0,83	0,80

Таблица П.5.4 Подповерхностная продольная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,4)

c/t / *b/a*	0,1 и центральное	После выхода исходной трещины на поверхность (сквозная трещина)
протяженная трещина	1,83	∞
0,1	1,59	5,56
0,2	1,40	2,80
0,3	1,26	2,05
0,4	1,15	1,70
0,5	1,05	1,70
0,6	0,97	1,70
0,7	0,89	1,70
0,8	0,82	1,70
0,9	0,77	1,70
1,0	0,73	1,70

Таблица П.5.5 Подповерхностная продольная, b/t = 0,1

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,025	$1{,}50 - 1{,}391\alpha + 1{,}186\alpha^2 - 1{,}036\alpha^3 + 0{,}453\alpha^4$
0,05	$1{,}31 - 1{,}135\alpha + 1{,}064\alpha^2 - 1{,}002\alpha^3 + 0{,}434\alpha^4$
0,075	$1{,}21 - 0{,}996\alpha + 1{,}116\alpha^2 - 1{,}231\alpha^3 + 0{,}556\alpha^4$
0,1	$1{,}15 - 0{,}800\alpha + 0{,}715\alpha^2 - 0{,}799\alpha^3 + 0{,}380\alpha^4$
0,15	$1{,}10 - 0{,}643\alpha + 0{,}416\alpha^2 - 0{,}482\alpha^3 + 0{,}250\alpha^4$
0,2	$1{,}07 - 0{,}483\alpha + 0{,}021\alpha^2 - 0{,}038\alpha^3 + 0{,}070\alpha^4$
0,25	$1{,}05 - 0{,}373\alpha - 0{,}213\alpha^2 + 0{,}176\alpha^3$
0,3	$1{,}04 - 0{,}342\alpha - 0{,}290\alpha^2 + 0{,}214\alpha^3$
0,35	$1{,}03 - 0{,}270\alpha - 0{,}381\alpha^2 + 0{,}261\alpha^3$
0,4	$1{,}03 - 0{,}270\alpha - 0{,}379\alpha^2 + 0{,}260\alpha^3$

Таблица П.5.6 Подповерхностная продольная, b/t = 0,2

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,05	$1{,}74 - 3{,}047\alpha + 5{,}290\alpha^2 - 5{,}335\alpha^3 + 2{,}067\alpha^4$
0,075	$1{,}52 - 2{,}135\alpha + 3{,}305\alpha^2 - 3{,}298\alpha^3 + 1{,}296\alpha^4$
0,1	$1{,}40 - 1{,}711\alpha + 2{,}450\alpha^2 - 2{,}434\alpha^3 + 0{,}968\alpha^4$
0,125	$1{,}31 - 1{,}359\alpha + 1{,}705\alpha^2 - 1{,}671\alpha^3 + 0{,}678\alpha^4$
0,15	$1{,}25 - 1{,}132\alpha + 1{,}234\alpha^2 - 1{,}194\alpha^3 + 0{,}497\alpha^4$
0,175	$1{,}22 - 1{,}057\alpha + 1{,}119\alpha^2 - 1{,}086\alpha^3 + 0{,}454\alpha^4$
0,2	$1{,}19 - 0{,}943\alpha + 0{,}889\alpha^2 - 0{,}856\alpha^3 + 0{,}368\alpha^4$
0,25	$1{,}14 - 0{,}735\alpha + 0{,}500\alpha^2 - 0{,}518\alpha^3 + 0{,}257\alpha^4$
0,3	$1{,}11 - 0{,}542\alpha + 0{,}018\alpha^2 - 0{,}075\alpha^3 + 0{,}018\alpha^4$

Таблица П.5.7 Подповерхностная продольная, b/t = 0,3

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,075	$1{,}83 - 3{,}467\alpha + 6{,}163\alpha^2 - 6{,}189\alpha^3 + 2{,}381\alpha^4$
0,1	$1{,}62 - 2{,}422\alpha + 3{,}747\alpha^2 - 3{,}678\alpha^3 + 1{,}433\alpha^4$
0,125	$1{,}49 - 1{,}827\alpha + 2{,}404\alpha^2 - 2{,}286\alpha^3 + 0{,}905\alpha^4$
0,15	$1{,}41 - 1{,}501\alpha + 1{,}698\alpha^2 - 1{,}561\alpha^3 + 0{,}630\alpha^4$
0,175	$1{,}35 - 1{,}252\alpha + 1{,}154\alpha^2 - 1{,}000\alpha^3 + 0{,}417\alpha^4$
0,2	$1{,}31 - 1{,}091\alpha + 0{,}806\alpha^2 - 0{,}640\alpha^3 + 0{,}280\alpha^4$

Таблица П.5.8 Подповерхностная продольная, b/t = 0,4

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,1	$1{,}83 - 2{,}783\alpha + 3{,}914\alpha^2 - 3{,}621\alpha^3 + 1{,}388\alpha^4$

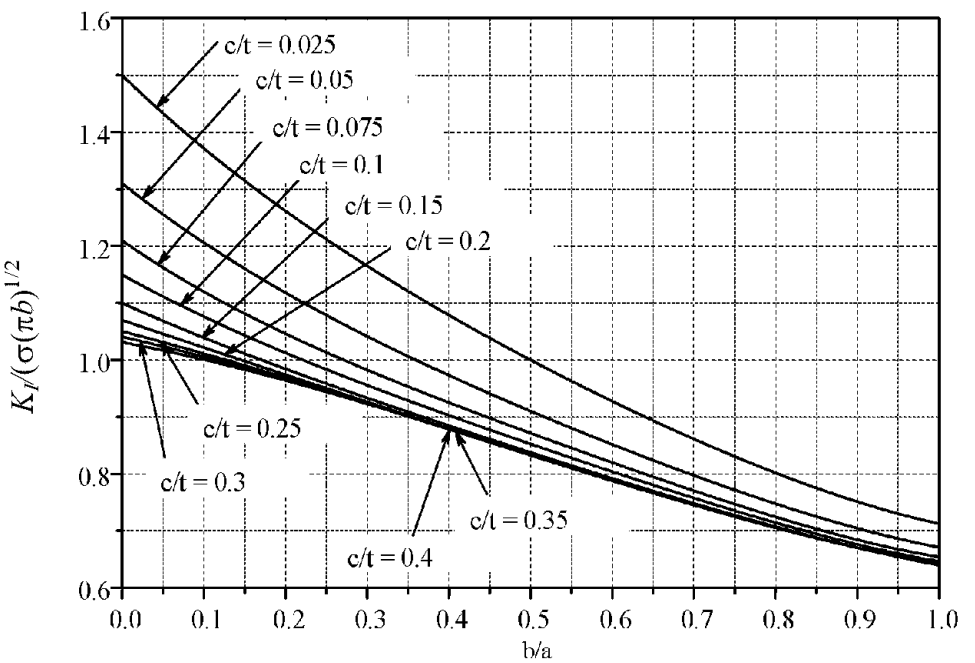

Рис. П.5.2 Значения A_T для продольной подповерхностной трещины, b/t=0,1

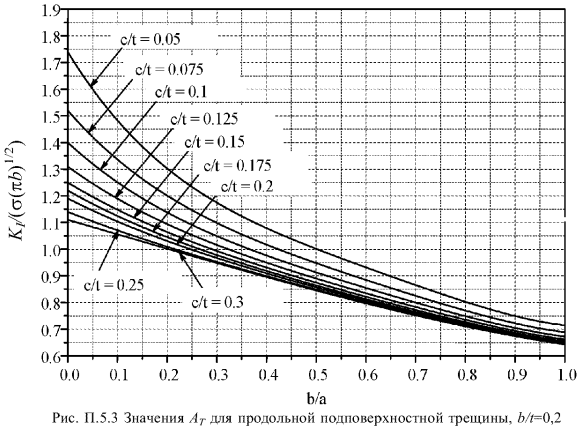

Рис. П.5.3 Значения A_T для продольной подповерхностной трещины, b/t=0,2

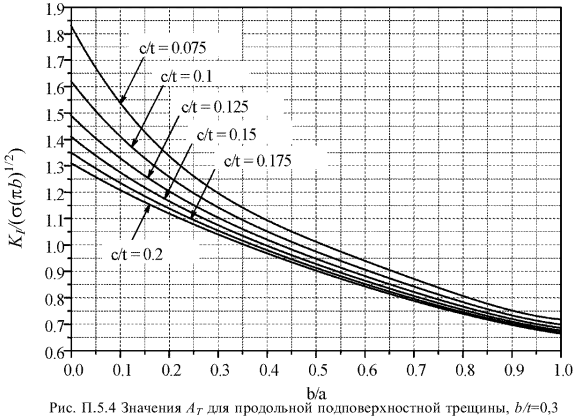

Рис. П.5.4 Значения A_T для продольной подповерхностной трещины, b/t=0,3

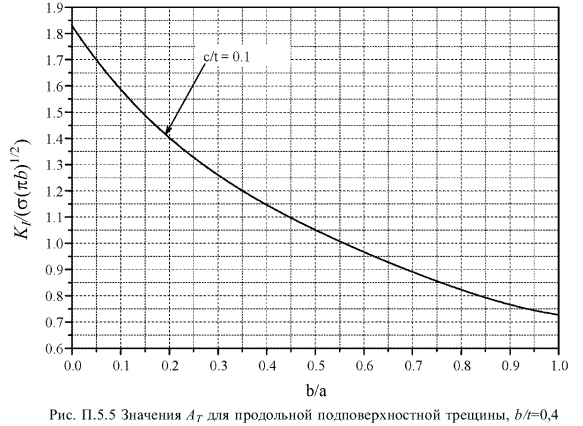

Рис. П.5.5 Значения A_T для продольной подповерхностной трещины, b/t=0,4

ПРОЦЕДУРА 6. ПОДПОВЕРХНОСТНАЯ ПОПЕРЕЧНАЯ ТРЕЩИНА

Напряжения, учитываемые при оценке допустимости подповерхностной поперечной трещины, МПа:

$$\sigma = \frac{pD_0}{2t}$$

где D_0 — номинальный наружный диаметр трубы, мм;
t — фактическая толщина стенки трубы, мм;
$p = p_i - p_{g\,min}$ — см. формулу Приложения 4.

При оценке положения подповерхностных трещин относительно наружной поверхности трубы используется параметр c (рис. П.5.1).

Параметр A_T определяется по таблицам П.6.1 — П.6.4, либо с помощью аппроксимирующих полиномов (таблицы П.6.5 — П.6.8), либо снимается с графиков рис. П.6.1 — П.6.4. Для промежуточных значений *b/t, b/a* и *c/t* величина параметра A_T определяется линейной интерполяцией.

Таблица П.6.1 Подповерхностная поперечная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,1)

c/t / b/a	0,4 и центральное	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,075	0,05	0,025	поверхностная трещина	
											внутр.	внешн.
0,1	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,04	1,08	1,12	1,21	1,37	1,11	1,12
0,2	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	1,01	1,04	1,12	1,26	0,95	0,95
0,3	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,96	0,98	1,04	1,16	0,82	0,82
0,4	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,89	0,90	0,93	0,97	1,08	0,70	0,71
0,5	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,84	0,85	0,87	0,91	1,00	0,70	0,71
0,6	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,80	0,82	0,85	0,93	0,70	0,71
0,7	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,77	0,80	0,86	0,70	0,71
0,8	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,73	0,75	0,80	0,70	0,71
0,9	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,69	0,71	0,75	0,70	0,71
1,0	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,67	0,71	0,70	0,71

Таблица П.6.2 Подповерхностная поперечная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,2)

c/t / b/a	0,3 и центральное	0,25	0,2	0,175	0,15	0,125	0,1	0,075	0,05	поверхностная трещина	
										внутр.	внешн.
0,1	1,06	1,07	1,10	1,12	1,15	1,19	1,25	1,34	1,48	1,33	1,37
0,2	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,09	1,14	1,20	1,30	1,04	1,06
0,3	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,01	1,05	1,10	1,17	0,86	0,88
0,4	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93	0,95	0,98	1,02	1,08	0,73	0,74
0,5	0,85	0,85	0,86	0,86	0,88	0,89	0,91	0,95	1,00	0,73	0,74
0,6	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,85	0,88	0,93	0,73	0,74
0,7	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,78	0,80	0,82	0,86	0,73	0,74
0,8	0,71	0,71	0,72	0,72	0,73	0,74	0,75	0,77	0,80	0,73	0,74
0,9	0,67	0,68	0,68	0,68	0,69	0,70	0,71	0,73	0,75	0,73	0,74
1,0	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65	0,66	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74

Таблица П.6.3 Подповерхностная поперечная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,3)

c/t / b/a	0,2 и центральное	0,175	0,15	0,125	0,1	0,075	поверхностная трещина	
							внутр.	внешн.
0,1	1,21	1,24	1,28	1,33	1,41	1,54	1,56	1,66
0,2	1,12	1,14	1,17	1,20	1,26	1,34	1,14	1,18
0,3	1,04	1,05	1,07	1,10	1,14	1,19	0,92	0,95
0,4	0,97	0,98	1,00	1,02	1,06	1,1	0,77	0,79
0,5	0,90	0,91	0,93	0,95	0,98	1,02	0,77	0,79
0,6	0,84	0,85	0,86	0,88	0,91	0,94	0,77	0,79
0,7	0,79	0,80	0,81	0,82	0,84	0,87	0,77	0,79
0,8	0,74	0,74	0,75	0,77	0,78	0,81	0,77	0,79
0,9	0,70	0,70	0,71	0,72	0,74	0,76	0,77	0,79
1,0	0,66	0,67	0,68	0,68	0,70	0,72	0,77	0,79

Таблица П.6.4 Подповерхностная поперечная трещина, значения $\frac{K_I}{\sigma\sqrt{\pi b}}$ (b/t = 0,4)

b/a \ *c/t*	0,1 и центральное	После выхода исходной трещины на поверхность (сквозная трещина)
0,2	1,40	2,36
0,3	1,26	1,87
0,4	1,15	1,61
0,5	1,05	1,61
0,6	0,97	1,61
0,7	0,89	1,61
0,8	0,82	1,61
0,9	0,77	1,61
1,0	0,73	1,61

Таблица П.6.5 Подповерхностная поперечная, b/t = 0,1

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,025	$1{,}50 - 1{,}391\alpha + 1{,}186\alpha^2 - 1{,}036\alpha^3 + 0{,}453\alpha^4$
0,05	$1{,}31 - 1{,}135\alpha + 1{,}064\alpha^2 - 1{,}002\alpha^3 + 0{,}434\alpha^4$
0,075	$1{,}21 - 0{,}996\alpha + 1{,}116\alpha^2 - 1{,}231\alpha^3 + 0{,}556\alpha^4$
0,1	$1{,}15 - 0{,}800\alpha + 0{,}715\alpha^2 - 0{,}799\alpha^3 + 0{,}380\alpha^4$
0,15	$1{,}10 - 0{,}643\alpha + 0{,}416\alpha^2 - 0{,}482\alpha^3 + 0{,}250\alpha^4$
0,2	$1{,}07 - 0{,}483\alpha + 0{,}021\alpha^2 - 0{,}038\alpha^3 + 0{,}070\alpha^4$
0,25	$1{,}05 - 0{,}373\alpha - 0{,}213\alpha^2 + 0{,}176\alpha^3$
0,3	$1{,}04 - 0{,}342\alpha - 0{,}290\alpha^2 + 0{,}214\alpha^3$
0,35	$1{,}03 - 0{,}270\alpha - 0{,}381\alpha^2 + 0{,}261\alpha^3$
0,4	$1{,}03 - 0{,}270\alpha - 0{,}379\alpha^2 + 0{,}260\alpha^3$

Таблица П.6.6 Подповерхностная поперечная, b/t = 0,2

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,05	$1{,}74 - 3{,}047\alpha + 5{,}290\alpha^2 - 5{,}335\alpha^3 + 2{,}067\alpha^4$
0,075	$1{,}52 - 2{,}135\alpha + 3{,}305\alpha^2 - 3{,}298\alpha^3 + 1{,}296\alpha^4$
0,1	$1{,}40 - 1{,}711\alpha + 2{,}450\alpha^2 - 2{,}434\alpha^3 + 0{,}968\alpha^4$
0,125	$1{,}31 - 1{,}359\alpha + 1{,}705\alpha^2 - 1{,}671\alpha^3 + 0{,}678\alpha^4$
0,15	$1{,}25 - 1{,}132\alpha + 1{,}234\alpha^2 - 1{,}194\alpha^3 + 0{,}497\alpha^4$
0,175	$1{,}22 - 1{,}057\alpha + 1{,}119\alpha^2 - 1{,}086\alpha^3 + 0{,}454\alpha^4$
0,2	$1{,}19 - 0{,}943\alpha + 0{,}889\alpha^2 - 0{,}856\alpha^3 + 0{,}368\alpha^4$
0,25	$1{,}14 - 0{,}735\alpha + 0{,}500\alpha^2 - 0{,}518\alpha^3 + 0{,}257\alpha^4$
0,3	$1{,}11 - 0{,}542\alpha + 0{,}018\alpha^2 - 0{,}075\alpha^3 + 0{,}018\alpha^4$

Таблица П.6.7 Подповерхностная поперечная, b/t = 0,3

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,075	$1{,}83 - 3{,}467\alpha + 6{,}163\alpha^2 - 6{,}189\alpha^3 + 2{,}381\alpha^4$
0,1	$1{,}62 - 2{,}422\alpha + 3{,}747\alpha^2 - 3{,}678\alpha^3 + 1{,}433\alpha^4$
0,125	$1{,}49 - 1{,}827\alpha + 2{,}404\alpha^2 - 2{,}286\alpha^3 + 0{,}905\alpha^4$
0,15	$1{,}41 - 1{,}501\alpha + 1{,}698\alpha^2 - 1{,}561\alpha^3 + 0{,}630\alpha^4$
0,175	$1{,}35 - 1{,}252\alpha + 1{,}154\alpha^2 - 1{,}000\alpha^3 + 0{,}417\alpha^4$
0,2	$1{,}31 - 1{,}091\alpha + 0{,}806\alpha^2 - 0{,}640\alpha^3 + 0{,}280\alpha^4$

Таблица П.6.8 Подповерхностная поперечная, b/t = 0,4

c/t	Многочлен, аппроксимирующий $K_I/(\sigma\sqrt{\pi b})$; $\alpha = b/a$
0,1	$1{,}83 - 2{,}783\alpha + 3{,}914\alpha^2 - 3{,}621\alpha^3 + 1{,}388\alpha^4$

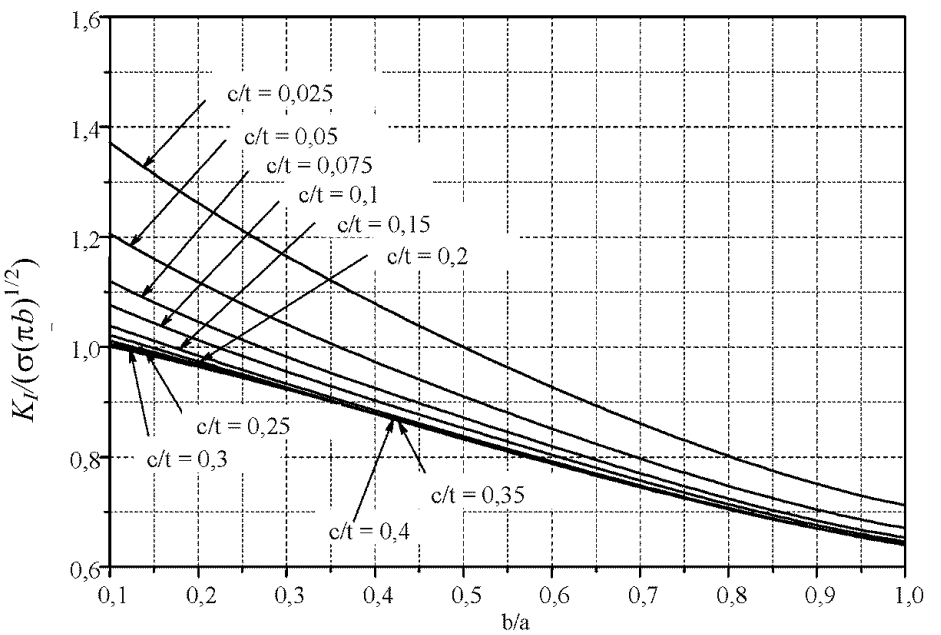

Рис. П.6.1 Значения A_T для поперечной подповерхностной трещины, b/t=0,1

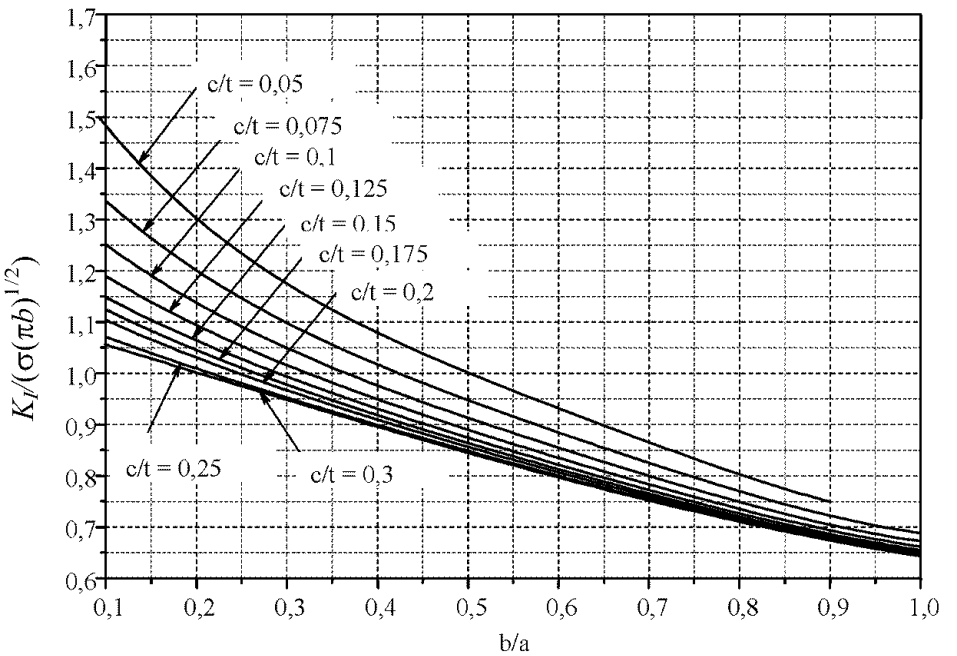

Рис. П.6.2 Значения A_T для поперечной подповерхностной трещины, b/t=0,2

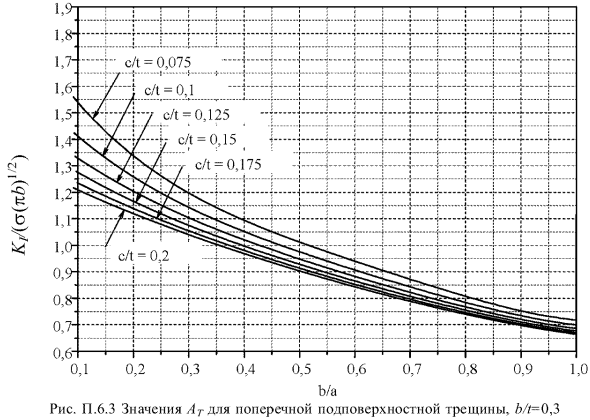

Рис. П.6.3 Значения A_T для поперечной подповерхностной трещины, b/t=0,3

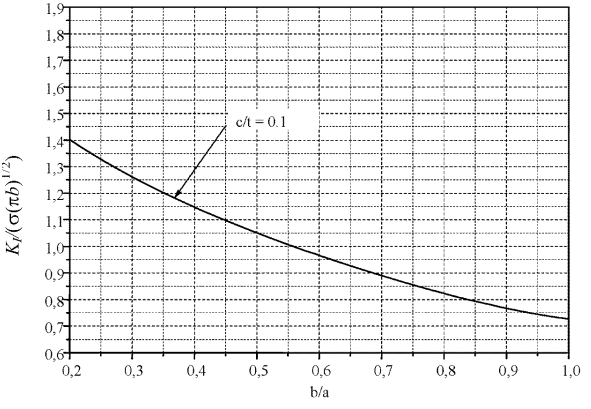

Рис. П.6.4 Значения A_T для поперечной подповерхностной трещины, b/t=0,4

Российский морской регистр судоходства

**Руководство по техническому наблюдению
за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов**

Редакционная коллегия Российского морского регистра судоходства
Ответственный за выпуск *Е. Б. Мюллер*
Главный редактор *М. Ф. Ковзова*
Редактор *С. А. Кротт*
Компьютерная верстка *И. И. Лазарев*

Подписано в печать 30.09.09. Формат 60 × 84/16. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 7,6. Уч.-изд. л. 7,5. Тираж 150. Заказ 2368.

Российский морской регистр судоходства
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая набережная, 8

РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
Санкт-Петербург

Циркулярное письмо № 003-4-482ц от 16.06.2010г.

КАСАТЕЛЬНО: *Изменений в Руководстве по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов, 2009 НД 2-030301-001 и Guidelines on Technical Supervision during Construction and Operation of Subsea Pipelines, 2009 НД 2-030301-001-Е*	Ввод в действие	*с момента получения*		
	Срок действия до		Срок действия продлен до	
	Отменяет/изменяет/дополняет циркулярное письмо № --- от			
ОБЪЕКТ НАБЛЮДЕНИЯ: *Код объекта технического наблюдения 23000000*	Количество страниц	*3*		

Приложения: *Текст изменений в Руководстве по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов - 2 л.*

Зам.генерального директора _____ *В.И. Евенко*
подпись Ф.И.О.

Вносит изменения в *руководство РС* | Название НД и № *Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов, 2009 НД 2-030301-001 и Guidelines on Technical Supervision during Construction and Operation of Subsea Pipelines, 2009 НД 2-030301-001-Е*

В Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов, 2009 НД 2-030301-001 и Guidelines on Technical Supervision during Construction and Operation of Subsea Pipelines, 2009 НД 2-030301-001-Е вносятся изменения, приведенные в приложении.

Данные изменения будут внесены в Руководство по техническому наблюдению за постройкой и эксплуатацией морских подводных трубопроводов и Guidelines on Technical Supervision during Construction and Operation of Subsea Pipelines при переиздании.

Необходимо выполнить следующее:

1) Ознакомить инспекторский состав, а также заинтересованные организации в районе деятельности подразделений РС, с содержанием настоящего циркулярного письма.
2) Применять требования, введенные настоящим циркулярным письмом, при подготовке документов Регистра по результатам первоначальных освидетельствований МПТ, одобрении изделий для МПТ и периодических освидетельствованиях МПТ в эксплуатации.

Исполнитель: *Авдонкин А.С.* (Ф.И.О.) *003* (отд.) *+7(812)380-19-54* (тел.)

Приложение к циркулярному письму
№003-4-482ц от « 16 » июня 2010 г.

Текст изменений

РУКОВОДСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НАБЛЮДЕНИЮ ЗА ПОСТРОЙКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ МОРСКИХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

1.6 Номенклатура объектов технического наблюдения Регистра

Таблица 1.6.1, внести изменения в таблицу (для групп объектов 23000000 «Трубопроводы» и 23007000 «Детали соединений»)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
23000000	**Трубопроводы:**							
23100000	магистральные	-	-	-	-	Р	Р	Р
23200000	внутрипромысловые	-	-	-	-	Р	Р	Р
23300000	резервные	-	-	-	-	Р	Р	Р
23007000	**Детали соединений:**							
23007001	фланцевые соединения	Р	СТО	СЗ	-	Р	Р	Р
23007002	детали крепежа	Р	СТО	СЗ	-	Р	-	-

3.7 Монтаж, укладка и испытания морских подводных трубопроводов

3.7.5.1 Исключить предпоследний абзац.

3.7.5.6 Пункт исключить. Номера последующих пп. 3.7.5.7 и 3.7.5.8 заменить соответственно на 3.7.5.6 и 3.7.5.7

4.1 Освидетельствования морских подводных трубопроводов в эксплуатации

4.1.3.1.2 Последнее предложение первого абзаца заменить на:
«Оценка допустимости дефектов труб МПТ может быть произведена по процедурам, описывающим», далее по тексту.

В конце пункта добавить текст:
«По согласованию с Регистром для оценки допустимости дефектов могут быть применены стандарты предприятий, национальные или международные стандарты».

4.1.5.1 Заменить текст на:
«По результатам ежегодного/промежуточного/очередного освидетельствования МПТ Регистром оформляется Акт (форма 9.9.3), который при положительных результатах освидетельствований подтверждает действие класса на следующий годовой период, а при очередном освидетельствовании – возобновляет действие класса, как правило, на пятилетний период (с ежегодным подтверждением)».

4.1.5.2 Заменить текст на:
«При положительных результатах очередного или первоначального освидетельствования МПТ Регистром оформляется Классификационное свидетельство морского подводного трубопровода (форма 9.9.2), действующее (с ежегодным подтверждением) до следующего очередного освидетельствования».

Таблица 4.1.4.1, ввести сноски [10] в строки 1.4, 2.7, текст сноски и Примечание в последней графе таблицы следующего содержания:

Срок эксплуатации МПТ, лет	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 и т.д.
1. МПТ с заглублением в донный грунт:																				
1.4 Гидравлические испытания, в том числе на объектах 1.5, 1.6, 1.9					ОН[10]Е					ОН[10]Е					ОН[10]Е					ОН[10]Е
2. МПТ без заглубления:																				
2.7 Гидравлические испытания, в том числе на объектах 2.8, 2.9, 2.12					ОН[10]Е					ОН[10]Е					ОН[10]Е					ОН[10]Е

[10] гидравлические испытания осуществляются при невозможности проведения или не полном проведении дефектации (внутритрубной диагностики) МПТ.

Примечание. Состав ежегодных освидетельствований после 2-го очередного освидетельствования по согласованию с Регистром может быть изменен в зависимости от технического состояния МПТ и условий эксплуатации.

gost.e-ecolog.ru