МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

·ВНИИСТ·

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОЧИСТКЕ ПОЛОСТИ И ИСПЫТАНИЮ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ, ЯМБУРГА И ЯМАЛА

Р 616-87

Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.643.001.4:621.7

В настоящих Рекомендациях рассмотрены комплекс эффективных способов организации и производства работ по очистке полости и испытанию промысловых трубопроводов, прокладываемых в условиях Ямбурга, Ямала, Среднего Приобья, при отрицательных температурах, перечень машин, методы проведения теплотехнических и других расчетов.

В Рекомендации включены результаты исследований, выполненных во ВНИИСТе, а также обобщен отечественный и зарубежный опыт по очистке полости и испытанию трубопроводов в зимний период.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников, занятых проектированием и производством работ по очистке полости и испытанию промысловых трубопроводов при отрицательных температурах.

Рекомендации разработали сотрудники ВНИИСТа: Е.А.Подгорбунский, В.Г.Селиверстов, В.П.Ханкин, кандидаты техн.наук Е.М.Климовский, В.Б.Ковалевский, канд.хим.наук Р.Т.Сагателян, канд.биол.наук Г.М.Могильницкий, кандидаты техн.наук С.И.Керимов, А.Д.Двойрис, А.И.Тоут, Л.Н.Калинин при участии сотрудников ВНИИПКтехоргнефтегазстроя канд.техн.наук Ю.В.Колотилова, И.В.Борисова.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1987

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности	Рекомендации по очистке полости и испытанию промысловых трубопроводов при отрицательных температурах в условиях Западной Сибири, Ямбурга и Ямала	Р 6I6-87
		Впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Рекомендации распространяются на производство работ при отрицательной температуре грунта на глубине заложения трубопровода, а также при минусовой температуре наружного воздуха, если она в период испытаний оказывает влияние на температуру испытательной среды.

I.2. В настоящих Рекомендациях изложены вопросы технологии и организации работ по очистке полости и испытанию промысловых трубопроводов диаметром до I420 мм включительно при отрицательных температурах в условиях Западной Сибири, Ямбурга и Ямала.

I.3. Способы и схемы производства работ по очистке полости и испытанию трубопроводов при отрицательных температурах должны определяться проектной организацией с обоснованием необходимости теплотехнических параметров испытания, указанием дополнительных затрат и мероприятий по материально-техническому обеспечению этих работ.

I.4. На основании принятых проектной организацией решений по очистке полости и испытанию трубопроводов при отрицательных температурах Оргтехстрои и строительно-монтажные организации Миннефтегазстроя разрабатывают соответствующие проекты производства работ.

Внесены ООИ ВНИИСТа	Утверждены ВНИИСТом I8 декабря I986 г.	Срок введения в действие I сентября I987 г.

I.5. Учитывая сложность, повышенную стоимость и лимит времени на гидравлические испытания при отрицательных температурах, при разработке графиков организации строительства следует планировать проведение испытаний на II и III кварталы года.

2. ОЧИСТКА ПОЛОСТИ

Меры по предупреждению загрязнения полости

2.I. При строительстве необходимо принимать меры, исключающие попадание внутрь трубопровода воды, снега, грунта и посторонних предметов. Это особенно важно для промысловых трубопроводов с компенсаторами, исключающими пропуск очистных устройств.

2.2. Чистота полости промысловых трубопроводов должна обеспечиваться на всех этапах работы с трубой: при транспортировке, погрузке, разгрузке, развозке и раскладке секций по трассе, сварке секций в нитку и укладке.

2.3. Особое внимание необходимо уделить защите труб, хранящихся в штабелях, от попадания в них снега, который под действием солнечной радиации превращается в наст, сильно затрудняющий последующую очистку полости.

2.4. Для предотвращения загрязнения полости на концах труб и плетей следует устанавливать заглушки.

2.5. Строительство трубопроводов должно быть организовано так, чтобы исключить контакт трубопровода с грунтом (не разгружать трубы на землю, не волочить их по земле и т.д.).

Предварительная очистка полости

2.6. Непосредственно в технологическом потоке сварочно - монтажных работ следует выполнять предварительную очистку полости трубопроводов методом протягивания очистных устройств.

2.7. Предварительную очистку полости производят до укладки или монтажа трубопровода на опорах в процессе сборки и сварки отдельных труб или секций в нитку.

2.8. Очистку полости трубопроводов, собираемых в нитку с помощью внутреннего центратора, осуществляют очистным устройством, конструктивно объединенным с этим центратором.

Трубопроводы, монтируемые с использованием наружного центратора или других приспособлений, очищают специальным устройством.

2.9. В качестве очистного устройства рекомендуется использовать поршни типа ОП с металлическими щетками, перемещаемые внутри труб трубоукладчиком (трактором). Загрязнения удаляют в конце каждой трубы (секции).

2.10. Предварительная очистка полости протягиванием очистного устройства должна обеспечивать удаление из трубопровода основного объема загрязнений, снега, посторонних предметов.

2.11. После очистки на открытых концах трубопровода (технологические разрывы, захлесты и т.д.) необходимо установить временные заглушки, предотвращающие повторное загрязнение.

2.12. Перед монтажом полость компенсаторов должна быть продута воздухом.

Продувка

2.13. Основным способом очистки полости промысловых трубопроводов при отрицательных температурах является продувка.

2.14. Надземные трубопроводы продувают скоростным потоком природного газа или воздуха без пропуска очистных поршней (во избежание их застревания в компенсаторах и создания дополнительных динамических нагрузок в трубопроводе).

2.15. Подземные трубопроводы диаметром свыше 219 мм продувают с пропуском очистных устройств, а трубопроводы малых диаметров - скоростным потоком.

2.16. Продувка при отрицательных температурах обеспечивает надежность последующего пропуска поршня-разделителя в процессах заполнения трубопровода жидкостью для испытания и удаления ее после гидроиспытания.

2.17. Давление воздуха или газа в ресивере определяется по табл.1. При этом соотношение объемов ресивера и продувае-мого участка должно составлять:

для продувки с пропуском поршня ..... I:I
для продувки скоростным потоком 2:I

Таблица I

Условный диаметр трубопровода, мм	Давление в ресивере, МПа (кгс/см^2)	
	для трубопроводов, предварительно очищенных протягиванием очистных устройств	для трубопроводов, предварительно не очищенных протягиванием очистных устройств
До 250	I (I0)	2 (20)
От 300 до 400	0,6 (6)	I,2 (I2)
От 500 до 800	0,5 (5)	I (I0)
От I000 до I400	0,4 (4)	0,8 (8)

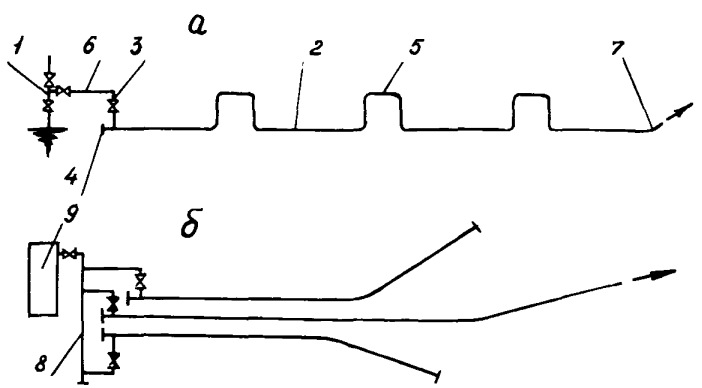

Рис.I. Схема продувки трубопровода:
а - природным газом от скважины; б - сжатым воздухом; I-скважина; 2-трубопровод; 3-кран; 4-заглушка; 5-компенсатор; 6-подводящий патрубок; 7-продувочный патрубок; 8-коллектор; 9-компрессор

2.I8. Для продувки воздухом рекомендуется применять передвижные компрессорные установки, приведенные в рекомендуемом приложении I.

2.I9. При использовании природного газа особое внимание следует уделить операции вытеснения воздуха из трубопровода перед его продувкой.

Газ для вытеснения воздуха должен подаваться с давлением не более 0,2 МПа.

Воздух из продуваемого участка считается вытесненным, если в выходящей из продувочного патрубка газовоздушной смеси будет не более 2% кислорода. Содержание кислорода определяется газоанализатором.

2.20. Схема продувки трубопровода приведена на рис.I.

3. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ, ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

3.I. Испытание промысловых трубопроводов при отрицательных температурах рекомендуется выполнять одним из методов, приведенных в табл.2.

Таблица 2

Метод испытания	Испытательная среда	Основная область применения
Пневматический	Природный газ, воздух	Трубопроводы любого диаметра
Гидравлический	Вода, имеющая естественную температуру водоема	Подземные без теплоизоляции трубопроводы диаметром 720-I420 мм
	Предварительно подогретая вода	Теплоизолированные трубопроводы диаметром 2I9-720мм
		Подземные без теплоизоляции трубопроводы диаметром 2I9-530 мм
	Жидкости с пониженной температурой замерзания	Трубопроводы диаметром до 2I9 мм
Комбинированный	Природный газ (воздух) и жидкость с пониженной температурой замерзания	Трубопроводы любого диаметра, испытательное давление в которых невозможно создать газом (воздухом)

3.2. Выбор метода испытания конкретного участка трубопровода должен осуществляться с учетом:

результатов теплотехнических расчетов параметров испытания;

наиболее рациональной области применения метода испытания;

ограничений использования метода испытания;

конструкции, назначения, диаметра и способа прокладки трубопровода;

данных о грунтовых условиях и содержании влаги по трассе, о погодных условиях в период испытания;

наличия технических средств, источников газа или воды для проведения испытаний;

возможности поиска утечек и необходимости проведения работ по ликвидации дефектов, а также полной потери испытательной среды при пневматическом и комбинированном методах;

требований техники безопасности, охраны труда и окружающей среды.

3.3. Универсальным, апробированным и потому наиболее предпочтительным является испытание природным газом, при котором исключается замораживание трубопровода.

Применение этого метода может ограничиваться требованиями техники безопасности в связи с взрывоопасностью и необходимостью выполнения огневых работ, а также невозможностью испытания объекта в заданные сроки на установленное давление.

3.4. Испытание сжатым воздухом осуществимо при наличии передвижных компрессорных установок, создающих необходимое давление и имеющих производительность, обеспечивающую испытание в заданное время.

Применение метода может быть ограничено требованиями техники безопасности, а также спецификой эксплуатации передвижных компрессорных установок в полевых условиях при отрицательных температурах наружного воздуха.

3.5. Комбинированный метод испытания используется при невозможности создания испытательного давления в трубопроводе газом от скважины или с помощью компрессорных установок.

Реализация метода связана с ограничениями в применении природного газа (воздуха) и жидкости с пониженной температурой замерзания.

3.6. Гидравлический метод испытания является самым безопасным, обеспечивает любое испытательное давление и возможность проведения работ в заданное время.

Применение метода может ограничиваться теплотехническими параметрами испытания, технической возможностью и экономической целесообразностью, а также техникой безопасности при использовании жидкостей с пониженной температурой замерзания.

Возможность применения гидравлического метода производства работ в зимнее время может ограничиваться сезонным отсутствием воды (промерзание рек и озер в районах Западной Сибири, Ямбурга, Ямала, Крайнего Севера) или требованиями защиты окружающей среды при сливе воды из трубопровода.

4. ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ

4.1. Испытание на прочность и герметичность природным газом или воздухом рекомендуется проводить на строительстве промысловых газопроводов.

По согласованию с проектной организацией и заказчиком пневматическое испытание может производиться при сооружении промысловых нефтепроводов.

4.2. Природный газ для испытания промысловых трубопроводов подается от скважины или от действующих газопроводов, пересекающих строящийся объект или проходящих непосредственно около него.

4.3. Сжатый воздух получают от передвижных компрессорных установок, которые в зависимости от объема полости испытываемого участка и величины испытательного давления используются по одной или объединяются в группы.

Для пневматического испытания воздухом рекомендуется применять передвижные компрессорные установки, приведенные в рекомендуемом приложении I.

4.4. Перед началом пневматических испытаний необходимо провести продувку воздухом или газом отводов для подключения измерительных приборов и проверить надежность работы всего измерительного комплекса в условиях отрицательных температур.

4.5. Для повышения надежности работы при отрицательных температурах передвижные компрессорные установки рекомендуется устанавливать в специально сооружаемых утепленных укрытиях.

4.6. При испытании трубопроводов газом из них предварительно необходимо вытеснить воздух.

4.7. В процессе закачки в природный газ или воздух рекомендуется добавлять одорант, что облегчает последующий поиск утечек в трубопроводе. Для этого на узлах подключения к источникам природного газа или воздуха необходимо монтировать установки для дозирования одоранта. Рекомендуемая норма одоризации этилмеркаптаном 50-80 г на 1000 $м^3$ газа или воздуха.

4.8. Давление при пневматическом испытании промыслового трубопровода на прочность должно быть равно 1,1 $P_{раб}$, продолжительность выдержки под этим давлением 6 ч.

4.9. Проверку на герметичность производят после испытания на прочность и снижения испытательного давления до рабочего.

4.10. Учитывая, что при пневматическом испытании процесы наполнения трубопровода природным газом или воздухом до испытательного давления занимают значительное время, необходимо особое внимание обращать на рациональное использование накопленной в трубопроводе энергии путем многократного перепуска и перекачивания природного газа или воздуха из испытательных участков в участки, подлежащие испытанию.

5. ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ

Основные требования и особенности

5.1. Определяющим при производстве работ в условиях отрицательных температур является фактор времени. Гидравлическое испытание и удаление воды после гидроиспытания необходимо завершить в строго определенное расчетное время, в течение которого исключается замерзание воды в трубопроводе.

В связи с этим требуются тщательная подготовка, расчет и высокий уровень организации работ по очистке полости и испытанию.

5.2. Выбор гидравлического способа испытания следует обосновать специальным расчетом теплотехнических параметров, подтверждающим возможность проведения работ в заданное время (включая время на ликвидацию отказов) без замерзания воды в трубопроводе.

5.3. Необходимо обеспечить обязательный контроль температуры воды в трубопроводе и особенно в его самом холодном месте - в конце участка.

5.4. Не допускается заполнение трубопровода водой до:

тщательной засыпки подземного и обвалования наземного трубопровода на всем его протяжении;

нанесения теплоизоляции на надземный трубопровод и дополнительного утепления мест укладки трубопровода на опоры;

утепления и укрытия линейной арматуры, узлов запуска и приема поршней, сливных патрубков и других открытых частей испытываемого трубопровода;

утепления и укрытия узлов подключения наполнительных и опрессовочных агрегатов, обвязочных трубопроводов с арматурой;

проведения мероприятий по предупреждению замерзания используемых при испытании приборов;

осуществления работ по присоединению узлов подключения к источнику газа или воздуха, используемого для удаления воды из трубопровода.

5.5. Запрещается предварительная заливка воды в трубопровод перед поршнем-разделителем в процессе заполнения полости водой.

5.6. Нельзя производить промывку и заполнение трубопровода водой на открытый конец, слив воды из трубопровода самотеком, а также другие неконтролируемые процессы перемещения воды в трубопроводе.

С целью обеспечения контроля за движением воды на конце трубопровода устанавливают сферическую заглушку со сливным патрубком и задвижкой.

5.7. В течение всего испытания должна обеспечиваться возможность немедленного удаления воды из трубопровода в случае появления отказов.

Это гарантируется наличием источников газа или воздуха (скважина, параллельная нитка трубопровода, ресивер) и их подсоединением до начала испытания к обоим концам испытываемого участка.

5.8. Для гидравлического испытания рекомендуется использовать агрегаты, приведенные в рекомендуемом приложении 2.

Испытание теплоизолированных трубопроводов подогретой водой

5.9. Возможность испытания конкретного трубопровода подогретой водой, а также теплотехнические параметры испытания определяются расчетом применительно к реальным условиям испытания и срокам производства работ.

5.10. К основным теплотехническим параметрам испытания относятся:

начальная температура воды в конце трубопровода, при которой обеспечивается остывание участка в течение наперед заданного времени;

температура воды в начале участка;

объем прокачки воды для прогрева участка.

5.11. Расчет теплотехнических параметров испытания осуществляется в такой последовательности:

задаются временем испытания, температурой наружного воздуха в период испытания и определяют начальную температуру воды в трубопроводе (в конце участка), при которой исключается образование наледи в трубопроводе в течение этого времени;

задаются суммарной производительностью наполнительных агрегатов и с учетом требуемой начальной температуры воды в конце участка находят температуру воды в начале трубопровода;

при известных температурах наружного воздуха и закачиваемой в трубопровод воды определяют объем прокачки воды через испытываемый участок для достижения расчетной начальной температуры воды в конце трубопровода.

5.12. Методика расчета теплотехнических параметров испытания теплоизолированных трубопроводов подогретой водой приведена в рекомендуемом приложении 3.

5.I3. Тепловой расчет следует выполнять исходя из затрат времени на подъем давления, испытание, поиск утечки, а также с учетом потерь времени из-за непредвиденных задержек испытания.

При подготовке испытания необходимо принимать организационно-технические мероприятия, сокращающие время от момента окончания прокачки воды до полного удаления ее из трубопровода.

5.I4. На основании результатов теплотехнического расчета определяют:

расход и потребное количество подогретой воды для испытания конкретного участка трубопровода;

мощность источника подогрева воды.

5.I5. Приготовление воды для испытания промысловых газопроводов можно осуществлять в резервуарах, имеющихся на установках комплексной подготовки газа (УКПГ). Подогрев воды производят газовыми подогревателями типа ПВР, характеристика которых дана в рекомендуемом приложении 4.

5.I6. Для испытания возможно использование подогретой воды от теплообменников, водоподогревательных установок, коммуникаций горячего водоснабжения.

5.I7. Температура подаваемой в трубопровод воды не должна превышать максимальной рабочей температуры данного трубопровода.

5.I8. Комплекс работ по заполнению, испытанию и удалению воды после гидроиспытания осуществляют по схеме, приведенной на рис.2.

5.I9. При подготовке трубопровода к проведению работ в соответствии с принятой схемой необходимо:

смонтировать узлы запуска и приема поршней-разделителей;

смонтировать с обоих концов участка узлы подключения к источникам газа или воздуха;

подключить наполнительно-опрессовочную станцию к резервуару горячей воды и к трубопроводу;

установить контрольно-измерительные приборы;

проверить наличие и сплошность теплоизоляции на трубопроводе, качество ее нанесения, при необходимости отремонтировать теплоизоляцию, дополнительно утеплить открытые части трубопровода.

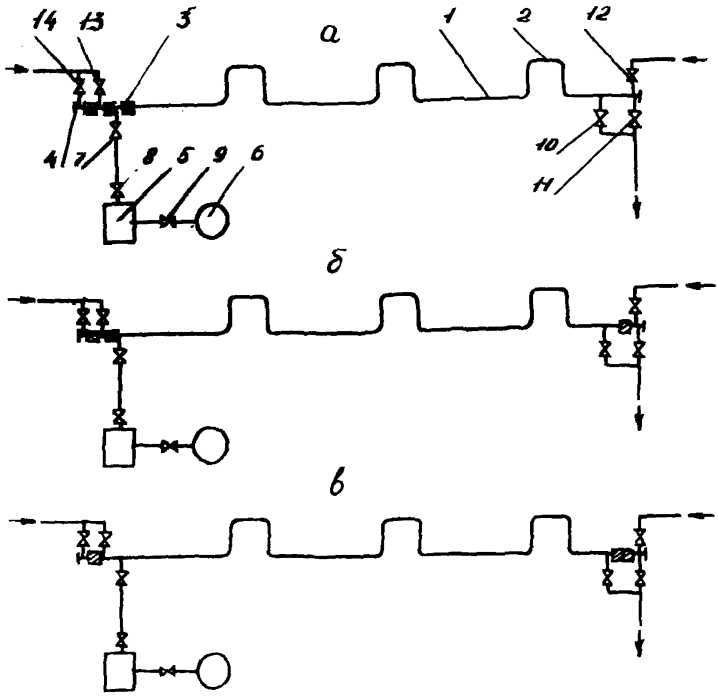

Рис.2. Схема испытания трубопровода подогретой водой:
а-заполнение трубопровода с пропуском разделителя; б-подъем давления, испытание; в-удаление воды; I-трубопровод; 2-компенсатор; 3-разделитель; 4-заглушка; 5-наполнительно-опрессовочная станция; 6-емкость горячей воды; 7,8,9,I0,II - задвижки; I2,I3,I4 - краны

5.20. Заполнение трубопровода горячей водой осуществляют с пропуском поршня-разделителя типа ДЗК из узла запуска в узел приема.

5.21. После поступления поршня-разделителя в узел приема прокачку воды по трубопроводу продолжают до тех пор, пока температура воды на конце трубопровода (в узле приема) не достигнет расчетной, обеспечивающей последующее проведение испытания без замерзания воды в течение заданного наперед времени.

5.22. В процессе прокачки следует контролировать температуру воды на входе и выходе испытываемого участка.

5.23. При возникновении задержек в производстве работ по испытанию, приводящих к превышению принятого в расчете времени испытания, следует возобновить прокачку воды через испытываемый участок. Допускается осуществлять прокачку воды не только в период между испытаниями на прочность и герметичность, а также и тогда, когда трубопровод находится не под испытательным давлением.

5.24. При оценке результатов испытания необходимо учитывать изменение температуры опрессовочной воды в период выдержки трубопровода под испытательным давлением. Температура воды определяется как средняя между температурами в начале и в конце испытываемого участка. Допускаемая величина изменения давления определяется в соответствии с рекомендуемым приложением 5.

5.25. Удаление воды из трубопровода производится сразу же после завершения гидроиспытания последовательным пропуском двух поршней-разделителей под давлением газа или воздуха.

5.26. При разрыве трубопровода в процессе испытания из него необходимо немедленно удалить воду. Это достигается одновременным перемещением поршней-разделителей с обоих концов (из камеры запуска и камеры приема) к месту разрыва. Удаление воды осуществляется через разрыв в трубопроводе.

Испытание водой подземных
трубопроводов без теплоизоляции

5.27. Для обеспечения испытания водой подземного трубопровода при отрицательной температуре грунта на уровне заложе-

ния трубы необходимо проводить предварительный прогрев магистрали и окружающего грунта путем прокачки воды.

5.28. Возможность испытания конкретного трубопровода с прокачкой воды, имеющей естественную температуру водоема (реки, озера и т.п.), а также теплотехнические параметры испытания определяются расчетом применительно к реальным условиям испытания и срокам производства работ.

5.29. К основным теплотехническим параметрам испытания подземных трубопроводов без теплоизоляции относятся:

скорость прокачки воды, определяемая выбором суммарной производительности наполнительных агрегатов;

объем (время) прокачки воды через испытываемый участок;

температура воды на входе в трубопровод.

5.30. При высокой скорости прокачки тепло воды, не успевая передаваться грунту, будет выноситься из трубопровода.При малой скорости прокачки прогревается в основном начальный участок и возможно образование наледи в конце трубопровода, которая не будет смываться потоком воды. Следовательно, существует оптимальная, определяемая расчетом, скорость прокачки.

5.31. Методика расчета теплотехнических параметров испытания подземного без теплоизоляции трубопровода, уложенного в мерзлый грунт, приведена в рекомендуемом приложении 6.

5.32. Технологическая схема комплексного производства работ по заполнению, испытанию и удалению воды представлена на рис.3.

5.33. При подготовке испытания необходимо проверить тщательность засыпки трубопровода грунтом, утепление и укрытие открытых частей трубопровода, обеспечить подключение к испытываемому участку источников газа или воздуха для экстренного удаления воды из полости, принять меры по предупреждению замерзания приборов.

5.34. Для снижения обледенения стенок трубы вследствие свободного растекания воды впереди потока запускают поршень-разделитель, обеспечивающий заполнение трубопровода водой полным сечением.

5.35. В процессе заполнения водой происходит нагрев трубопровода и окружающего грунта. Фронт закачиваемой воды посто-

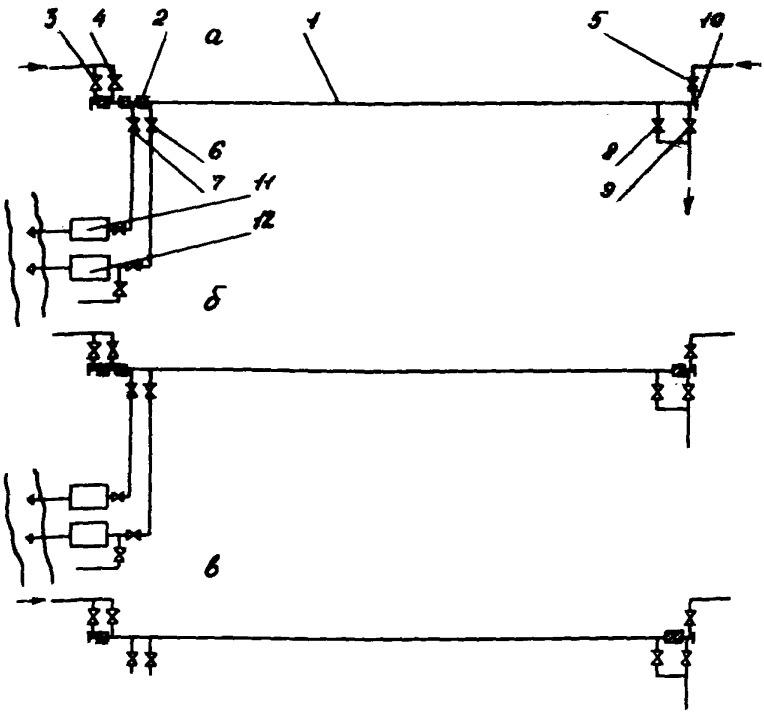

Рис.3. Схема испытания подземных трубопроводов без теплоизоляции:

а-заполнение трубопровода с пропуском разделителя; б-подъем давления, испытание; в-удаление воды с пропуском разделителя под давлением газа; 1-трубопровод; 2-разделитель; 3,4,5 - краны подачи газа; 6,7,8,9 - задвижки; 10-заглушка; 11-наполнительный агрегат;12-опрессовочный агрегат

янно охлаждается. После прихода поршня-разделителя в узел приема прокачка воды продолжается до тех пор, пока сток тепла в грунт не образует вокруг трубы талое пространство, снижающее скорость обратного промерзания системы грунт-трубопровод.

5.36. Температура воды постоянно контролируется на входе и выходе испытываемого участка.

5.37. Следует отметить, что при движении замерзание воды практически исключается. Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы вода в трубопроводе как можно меньше времени находилась в статическом состоянии.

5.38. Оценка результатов испытания и удаление воды осуществляются аналогично тому, как это делается при испытании надземных теплоизолированных трубопроводов.

5.39. Для подземных трубопроводов диаметром 219-530 мм и небольшой протяженности (до 10 км) рекомендуется предвари - тельный подогрев прокачиваемой через трубопровод воды.

5.40. Величина подогрева воды, суммарная производитель - ность наполнительных агрегатов и время прокачки определяются применительно к конкретным условиям испытания в соответствии с рекомендуемым приложением 6.

5.41. Температура подаваемой в трубопровод воды не должна превышать максимальной рабочей температуры для данного трубопровода.

Испытание жидкостями с пониженной температурой замерзания

5.42. Жидкости с пониженной температурой замерзания, используемые для очистки полости и испытания трубопровода, должны удовлетворять нижеперечисленным требованиям:

оставаться в жидком состоянии и быть технологически эффективными при температурах окружающей среды от $-40^{\circ}C$ до $+40^{\circ}C$;

не оказывать коррозионного или нежелательного воздейст - вия на объекты испытания и применяемые при этом машины и оборудование, а их остатки в трубопроводе - на качество транспортируемого газа или нефти;

быть безопасными для человека и окружающей среды;

иметь приемлемую стоимость.

5.43. Очистку полости и испытание промысловых трубопроводов при отрицательных температурах можно выполнять с использованием жидкостей на основе:

хлористого кальция с добавлением ингибиторов коррозии;

метанола;

гликолей, в том числе этиленгликоля (ЭГ) и диэтиленгликоля (ДЭГ);

дизельного топлива, подтоварной воды, криопэгов.

5.44. Основные свойства жидкостей с пониженной температурой замерзания приведены в табл.3.

5.45. Температурный диапазон применения жидкости для испытания трубопроводов определяется температурой ее замерзания, которая зависит от концентрации раствора.

В табл.4 указана концентрация раствора, необходимая для предотвращения их замерзания при различных температурах внутри трубопровода.

5.46. 30%-ный водный раствор хлористого кальция с ингибиторами коррозии рекомендуется применять при температуре до $-30^{\circ}C$. При более низкой температуре, особенно в случае отклонения концентрации раствора на I-2% от заданного, возможно выпадение твердой фазы - кристаллов льда или хлористого кальция.

5.47. Резкое повышение вязкости ЭГ и ДЭГ с понижением температуры вызывает падение производительности и коэффициента полезного действия насосных установок, что ограничивает область применения гликолей температурой $-30^{\circ}C$.

5.48. Водный раствор метанола при концентрации не менее 60% может быть использован практически для всех отрицательных температур наружного воздуха.

5.49. Дизельное топливо можно применять:

летнее - до $-10^{\circ}C$;

зимнее - до $-35^{\circ}C$;

арктическое - до $-65^{\circ}C$.

5.50. Водный раствор, используемый для испытания трубопроводов, готовят путем смешения безводного хлористого кальция (метанола, ЭГ или ДЭГ) с технической или питьевой водой, свободной от твердых взвесей или примесей.

№ п/п	Наименование жидкости с пониженной температурой замерзания	Формула	Плотность при 20°С, г/см³	Температура кипения, °С	Токсичность, предельно допустимая концентрация для окружающей среды, мг/л
I	Хлорид кальция ингибированный фосфатом (НКФ)	$CaCl_2$ Na_2HPO_4	I,286	-	Слаботоксичен, I-2 мг/л
2	Нитрит-нитрат хлорида кальция (ННХК, 30%-ный раствор)	$CaCl_2$ $Ca(NO_3)_2$ $Ca(NO_3)_2$	I,263	-	То же
3	Хлористый кальций (30%-ный раствор)	$CaCl_2$	I,286	-	Нетоксичен, I-2 мг/л
4	Хлористый кальций с ингибитором коррозии - хроматами 0,0I% или ингибиторами органического происхождения - катонином А 0,I%	То же	I,286	-	Слаботоксичен, I-2 мг/л
5	Метанол	CH_3OH	0,79I	64	Токсичен, 0,I мг/л
6	Этиленгликоль (ЭГ)	$C_2H_6O_2$	I,II6	I97,3	Слаботоксичен, 0,25 мг/л
7	Диэтиленгликоль (ДЭГ)	$C_4H_{10}O_3$	I,II8	244,8	То же
8	Дизельное топливо	-	0,88-0,9I	350	Нетоксичен
9	Крионэг	$NaCl$ $MgCl$ $CaCl_2$ и др.	I,6	I00	То же

Таблица 3

Пожароопасность	Коррозионная активность	Стоимость за 1 т, руб.	Ориентировочная стоимость с доставкой в Уренгой за 1 т, руб.	Производство	Примечание
Непожароопасен	Слабокоррозионноактивен	110	110	Многотоннажное	Выпускается промышленностью с добавкой фосфатов
То же	Некоррозионноактивен	20	120	То же	Выпуск составит: в 1987 г. 1000 т, в перспективе 120 - 200 тыс.т
"	Слабокоррозионноактивен	10	110	"	Могут использоваться растворы других концентраций
"	То же	10	110	"	Готовится на месте смешением компонентов
Пожаро- и взрывоопасен	Некоррозионноактивен	110	900	"	Используются водные растворы
Пожароопасен	То же	530	750	"	То же
То же	"	630	750	"	" "
"	"	89	189	"	" "
"	Коррозионноактивен	-	-	-	Может использоваться после определения состава, температуры замерзания, добавки ингибитора

Таблица 4

Жидкость с пониженной температурой замерзания		Температура замерзания раствора антифриза, °С											
		-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60
Раствор хлорида кальция	Концентрация, % масс	8,4	14,0	18,2	21,4	23,8	25,4	26,8	28,0	28,7	29,3	30,0	-
	Плотность, г/см³	1,076	1,126	1,162	1,191	1,214	1,234	1,253	1,265	1,274	1,282	1,292	-
Раствор метанола	Концентрация, % масс	6,6	12,6	15,4	18,5	26,0	31,5	35,0	40,7	43,0	47,2	47,6	50,0
	Плотность, г/см³	0,989	0,978	0,975	0,971	0,960	0,951	0,945	0,936	0,932	0,928	0,923	0,919
Раствор этиленгликоля	Концентрация, % масс	16,6	26,4	32,0	36,4	42,0	45,6	49,4	52,6	55,8	58,4	-	-
	Плотность, г/см³	1,018	1,034	1,048	1,051	1,057	1,063	1,067	1,071	1,076	1,078	-	-

Приготовление водного раствора хлористого кальция рекомендуется осуществлять по схеме, приведенной на рис.4.

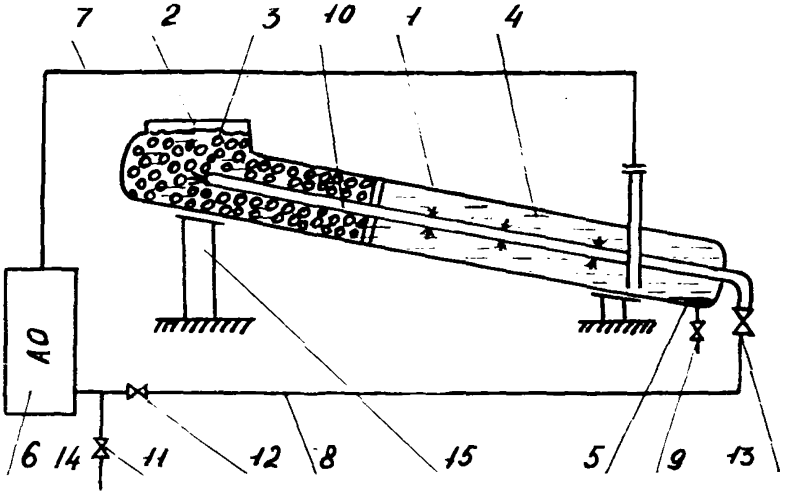

Рис.4. Схема установки приготовления раствора хлористого кальция:

I-емкость; 2-загрузочный люк; 3-хлористый кальций; 4-раствор; 5-осадок; 6-опрессовочный агрегат; 7-линия всасывания; 8-линия нагнетания; 9-сливной патрубок; I0-труба с соплами; II,I2,I3 - задвижки; I4-линия к трубопроводу; I5-опора

В емкость (например, трубу диаметром I420 мм) в определенной расчетом пропорции заливают воду и через люк загружают чешуированный хлористый кальций. С целью ускорения процесса растворения хлористого кальция воду забирают из емкости опрессовочным агрегатом и вновь нагнетают в ту же емкость через специальную трубу, имеющую отверстия-сопла, т.е. она циркулирует в системе емкость - насос - емкость.

Готовый раствор тем же опрессовочным агрегатом подают в трубопровод.

5.51. Процентное содержание хлористого кальция (метанола, ЭГ или ДЭГ) в растворе определяют по плотности раствора и контролируют с помощью ареометра.

5.52. Очистку полости и испытание трубопровода следует планировать так, чтобы в период проведения этих работ температура внутри трубопровода не снизилась (например, вследствие понижения температуры наружного воздуха) до температуры замерзания испытательной жидкости.

5.53. Учитывая, что наличие воды, снега, льда в трубопроводе приводит к разбавлению поступающих в полость первых порций раствора и, следовательно, к повышению температуры их замерзания, необходимо использовать для очистки полости и испытания растворы, концентрация которых обеспечивает температуру замерзания раствора не менее чем на 10°С ниже возможной температуры наружного воздуха в процессе испытания.

5.54. В комплекс работ по гидроиспытанию низкозамерзающими жидкостями входят:

подготовка к испытанию и удалению жидкости;

приготовление раствора антифриза необходимой концентрации;

заполнение трубопровода жидкостью с пропуском разделителя;

подъем давления в трубопроводе до испытательного;

испытание на прочность;

проверка на герметичность;

удаление жидкости.

5.55. Очистку полости, испытание и удаление жидкости после гидроиспытания осуществляют по схеме, приведенной на рис.5.

5.56. При подготовке трубопровода к проведению работ в соответствии с принятой схемой необходимо:

смонтировать с обоих концов участка узлы подключения к источникам газа или воздуха (скважина, ресивер, параллельная нитка газопровода);

смонтировать и испытать узлы подключения к трубопроводу и обвязку опрессовочного агрегата;

смонтировать специальный резервуар, из которого жидкость будет подаваться в трубопровод, и резервуар (котлован) для слива жидкости из трубопровода;

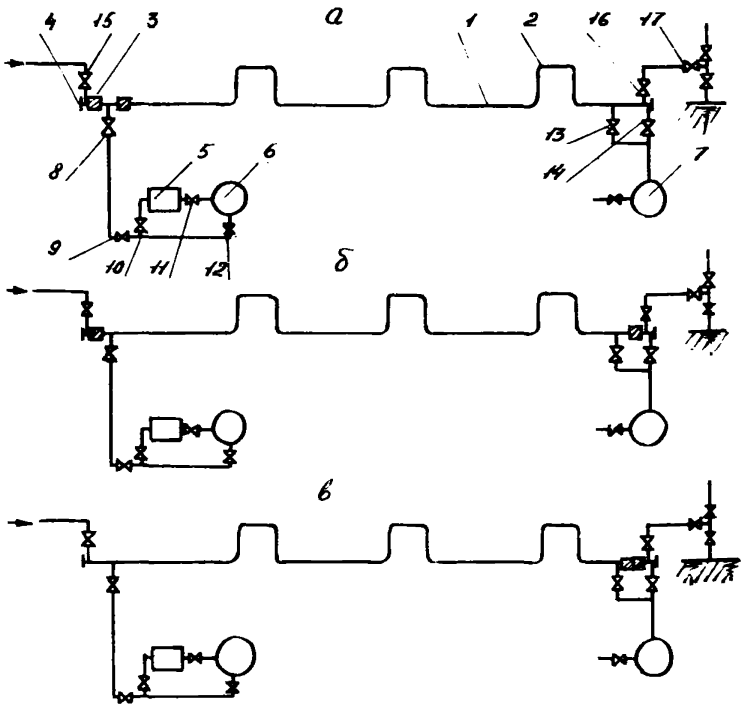

Рис.5. Схема испытания трубопровода жидкостью с пониженной температурой замерзания:

а-заполнение трубопровода с пропуском разделителя; б-подъем давления, испытание; в-удаление жидкости газом с пропуском разделителя; I-трубопровод; 2-компенсатор; 3-разделитель; 4-заглушка; 5-опрессовочный агрегат; 6,7-резервуар; 8,9,I0, II,I2,I3,I4 - задвижки; I5,I6-краны; I7-скважина

установить контрольно-измерительные приборы.

5.57. Заполнение трубопровода осуществляется с пропуском эластичного поршня-разделителя ДЗК под давлением жидкости. Заполнение завершается поступлением поршня-разделителя в узел приема.

5.58. Удаление жидкости после гидроиспытания производят с пропуском поршня-разделителя под давлением газа или воздуха из узла запуска в узел приема. Возможно удаление жидкости перемещением поршня из узла приема в узел запуска.

Слив жидкости производят либо в резервуар, либо в специально подготовленный котлован.

5.59. При разрыве трубопровода необходимо оперативно локализовать зону выброса испытательной жидкости с помощью запруд, обвалования (из снега, грунта) с последующей нейтрализацией (сбор вытекающего антифриза, сжигание, разбавление раствора водой до уровня, не превышающего предельно допустимой концентрации и др.).

5.60. После испытания водный раствор хлористого кальция (метанола, ЭГ или ДЭГ) рекомендуется собрать в емкость, очистить от примесей путем фильтрации и использовать повторно.

5.61. Регенерация используемых при испытании водных растворов производится по мере необходимости путем добавления в емкость с этим раствором хлористого кальция (метанола, ЭГ или ДЭГ) до требуемой концентрации, определяемой по плотности раствора.

5.62. При использовании водных растворов хлористого кальция, метанола, ЭГ или ДЭГ в качестве жидкости с пониженной температурой замерзания следует соблюдать специальные требования по их хранению, транспортировке и утилизации (рекомендуемое приложение 7), а также принимать меры, обеспечивающие пожаро- и взрывобезопасность работ, безопасность обслуживающего персонала и охрану окружающей среды (обязательное приложение 8).

Испытание криопэгом, подтоварной водой

5.63. Применение криопегов из сеноманских и других геологических горизонтов, подтоварной воды для очистки полости и испытания рекомендуется на трубопроводах любого назначения в районах сооружения промыслов, где имеются источники таких вод и возможен их отбор в необходимых объемах.

5.64. Подземные воды должны быть подвергнуты анализу с определением состава, степени минерализации, коррозионной активности и температуры замерзания. По результатам анализа в воду при необходимости добавляют ингибиторы коррозии.

5.65. Организация и технология проведения очистки полости и испытания должны учитывать температуру замерзания криопэга, которая зависит от его состава и степени минерализации (например, при минерализации 80-100 г/л температура замерзания криопэга составляет от -5 до -7°С).

5.66. Возможный период проведения испытания определяют из условия, что температура замерзания криопэга, подтоварной воды должна быть ниже минимальной температуры грунта засыпки (при подземной прокладке) или температуры наружного воздуха (при надземной прокладке) в процессе испытания.

5.67. Технология испытания, техника безопасности при работе с подземными водами из сеноманских и других геологических горизонтов, а также с подтоварной водой те же, что и при использовании ингибированных растворов хлористого кальция.

6. КОМБИНИРОВАННОЕ ИСПЫТАНИЕ

6.1. При комбинированном испытании в условиях низких температур давление внутри трубопровода создают двумя средами - природным газом (воздухом) и жидкостью с пониженной температурой замерзания.

6.2. Испытываемый участок заполняют природным газом от скважины (действующего газопровода) или сжатым воздухом от компрессорных установок в порядке, принятом для пневмоиспытания.

6.3. После заполнения участка природным газом (воздухом) давление в нем до испытательного следует поднимать опрессовочными агрегатами, закачивая жидкость с пониженной температурой замерзания.

6.4. Слив жидкости после испытания производят предварительно под давлением газа (воздуха) через патрубки, заранее установленные в местах закачки жидкости, а затем поршнями-разделителями.

7. КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОЧИСТКИ ПОЛОСТИ, ИСПЫТАНИЯ И УДАЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ ПОСЛЕ ГИДРОИСПЫТАНИЯ

7.1. Завершающие процессы строительства промысловых трубопроводов - очистка полости, испытание и удаление жидкости должны быть объединены общими технологическими и организационными решениями в едином комплексном процессе, причем удаление воды выполняется только на объектах (участках), испытание которых проводили гидравлическим способом.

7.2. Рекомендуемая структура комплексных процессов очистки полости и испытания промысловых трубопроводов при отрицательных температурах приведена в табл.5.

7.3. В комплексные процессы, помимо основных процессов очистки полости, испытания, удаления жидкости, входят следующие работы:

подготовительные (сварочно-монтажные и другие работы) - обеспечивают возможность проведения основных процессов;

промежуточные (сварочно-монтажные и другие работы) - обеспечивают возможность последовательного проведения соответствующих основных процессов;

заключительные (сварочно-монтажные и другие работы) - проводят с целью демонтажа узлов и оборудования, использованных при очистке полости и испытании, и подготовки объекта (участка) к последующей эксплуатации (только в пределах обязанностей строительно-монтажных организаций);

ликвидация отказов (сварочно-монтажные и другие работы) обеспечивает устранение возможных отказов (застревание в тру-

бопроводе очистных и разделительных устройств; утечки, разрывы и т.п.) и восстановление единой непрерывной нитки трубопровода.

7.4. Процесс испытания трубопровода является ведущим, определяет структуру всего комплекса работ и соответствующую организацию их выполнения.

Таблица 5

Структура комплексных процессов	Основная область применения
Протягивание очистного устройства Продувка скоростным потоком газа или воздуха Испытание газом или воздухом	Трубопроводы диаметром до 219 мм Трубопроводы с компенсаторами диаметром до 1420 мм
Продувка с пропуском поршня Испытание газом или воздухом	Трубопроводы диаметром более 219 мм
Продувка газом или воздухом с пропуском поршня Испытание подогретой водой Удаление воды газом или воздухом	Теплоизолированные трубопроводы диаметром 219-720 мм Подземные без теплоизоляции трубопроводы диаметром 219-530 мм
Протягивание очистного устройства Продувка скоростным потоком газа или воздуха Испытание жидкостями с пониженной температурой замерзания Удаление жидкости газом или воздухом	Трубопроводы диаметром менее 219 мм
Продувка газом или воздухом Испытание водой с предварительным прогревом трубопровода и окружающего грунта прокачкой воды Удаление воды газом или воздухом	Подземные трубопроводы диаметром более 530 мм без теплоизоляции

Окончание табл.5

Структура комплексных процессов	Основная область применения
Продувка газом или воздухом Испытание газом (или воздухом) и жидкостью с пониженной температурой замерзания Удаление жидкости газом (или воздухом)	Трубопроводы диаметром до 1420 мм, испытательное давление в которых создается жидкостью

7.5. Наиболее экономичными по времени и стоимости производства работ являются комплексные процессы очистки полости и испытания трубопроводов с использованием только одной рабочей среды, например, продувка и испытание природным газом.

7.6. Основным способом очистки полости в условиях отрицательных температур следует считать продувку. Продувка не лимитирована временем воздействия отрицательных температур, позволяет удалить загрязнения и проверить проходное сечение по всей длине участка. Это исключает застревание поршней-разделителей в процессах заполнения трубопровода водой и удаления воды после гидроиспытания, значительно сокращает общее время производства работ, снижает риск замораживания воды в трубопроводе, разбавления и замерзания антифриза.

7.7. Участки трубопровода, продуваемые скоростным потоком газа или воздуха, должны предварительно очищаться протягиванием очистного поршня с металлическими щетками в процессе сборки секций и труб в нитку трубопровода.

7.8. При отрицательных температурах промывка трубопровода не рекомендуется, так как это связано с повышенным риском застревания поршня-разделителя в трубопроводе и замораживанием воды.

7.9. Предусмотренная проектом на Ямбургском газоконденсатном месторождении надземная прокладка теплоизолированных газопроводов-шлейфов диаметром 530 мм с П-образными компенсаторами, исключающими пропуск каких-либо очистных поршней, и специальными устройствами для удаления конденсата из трубопровода в про-

цессе эксплуатации определяет специфику работ по очистке полости и испытанию этих газопроводов.

Очистку прямых участков следует проводить протягиванием очистного поршня типа ОП в процессе сборки труб в нитку. Затем каждый смонтированный шлейф продувают скоростным потоком воздуха или газа без пропуска очистных устройств.

Испытание при отрицательных температурах рекомендуется производить подогретой водой с использованием резервуаров, установленных на УКПГ, или жидкостями с пониженной температурой замерзания (водные растворы хлористого кальция, криопэг и др.).

Воду после гидроиспытания удаляют с пропуском эластичного разделителя ДЗК удлиненной конструкции под давлением газа (от скважины, параллельной нитки) или воздуха (от ресивера или непосредственно от группы компрессоров).

Удаление воды можно осуществлять через проектные сливные устройства с последующим вытеснением оставшейся в шлейфах воды скоростным потоком природного газа.

7.10. Теплотехнические параметры испытания промысловых газопроводов-шлейфов Ямбургского газоконденсатного месторождения приведены в рекомендуемом приложении 9.

7.11. Газопроводы-шлейфы месторождений полуострова Ямал проектируются в надземном исполнении с компенсаторами без теплоизоляции. Очистка и испытание этих газопроводов аналогична очистке и испытанию трубопроводов Ямбургского месторождения. Отсутствие теплоизоляции требует более высоких температур нагрева воды, подаваемой в трубопровод.

7.12. Промысловые нефтепроводы и нефтегазопроводы Среднего Приобья проложены подземно без теплоизоляции, имеют небольшую протяженность, разнообразны по диаметру и назначению.

Для указанных трубопроводов при отрицательных температурах рекомендуется испытание гидравлическим способом с предварительным прогревом трубопровода и окружающего грунта прокачкой воды. При необходимости (определяется расчетом) воду подогревают.

Аварийное удаление воды осуществляют пропуском поршня-разделителя под давлением воздуха.

При нормальном завершении испытания воду из трубопровода вытесняют при одновременном заполнении полости нефтью.

8. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

8.I. При очистке полости и испытании следует руководствоваться документами по технике безопасности:

СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве". - М.: Стройиздат, I980;

Правилами устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов. - М.: Недра, I980;

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок. - М.: Атомэнергоиздат, I986;

Правилами техники безопасности при строительстве магистральных трубопроводов. - М.: Недра, I982.

8.2. Все люди, машины, механизмы и контрольно-измерительные приборы в процессе очистки полости и испытания трубопроводов должны находиться за пределами охранной зоны.

8.3. Все работы по врезке в действующие газопроводы должны выполняться эксплуатирующей организацией.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I
Рекомендуемое

Компрессорные установки для продувки, испытания и удаления воды из трубопроводов

Марка компрессорной установки	Производительность, $м^3$/мин	Давление нагнетания, МПа	База	Привод от двигателя	Мощность двигателя, л.с.	Размеры, м	Масса, т
Компрессорные установки низкого давления							
АМС-4	57,5-70,3	I,0-2,0	Тележка на пневмоколесном ходу	-	700	I3,82xx3,25xx3,45	52
ЗИФ-55	5,0	0,7	То же	ЗИЛ-I2I	98	3,45xI,82xxI,77	2,75
КС-9	8,5	0,6	" "	КДМ-I00	I00	5,08xI,89xx2,I0	5,75
ДК-9	I0,0	0,6	" "	КДМ-I00	I00	5,03xI,85xx2,55	5,65
ПК-I0	I0,5	0,7	" "	Д-I08	I08	4,70xI,89xx2,6I	2,6I
НВ-I0	I0,0	0,8	На раме				I,8
ПР-I0М	II,0	0,8	Тележка на пневмоколесном ходу	А-0I МК	II0	5,65xI,70xx2,2I	2,9

Окончание прил.I

Марка компрессорной установки	Производительность, м³/мин	Давление нагнетания, МПа	База	Привод от двигателя	Мощность двигателя, л.с.	Размеры, м	Масса, т
			Компрессорные установки высокого давления				
АМС-2	57,5-70,3	I,0-I0,0	Тележка на пневмоколесном ходу	-	770	II,32x3,25x x3,45	38,7
СД-9/I0I	9,0	I0,0	Автомобиль КрАЗ-257БI	2ДI2Б или В2-500С3		I0,3x3,02x x3,7	2I,0
СД-I2/250	I2,0	25,0	Автомобиль КрАЗ-257БI	2ДI2Б или В2-500С3			
КС-I00	I6,0	I0,0	Тележка на пневмоколесном ходу	IДI2Б	4I0	II,00x3,I4x x3,40	23,0
АКС-8	2,0	23,0	То же	ЯАЗ-204	II0	3,53xI,9Ix x2,22	3,95
УКС-400	2,3	40,0	" "	ЯАЗ-М204В		4,7x2,35x x2,40	5,0

Приложение 2
Рекомендуемое

Агрегаты для промывки и гидравлического испытания трубопроводов

Марка агрегата	Марка насоса	Производительность агрегата, м³/ч		Напор при наполнении, м вод.ст.	Давление при опрессовке, МПа	Мощность двигателя, л.с.	Масса, т
		при наполнении	при опрессовке				
		Наполнительные агрегаты					
АН-26I	8МС-7 х 3	260	-	I55	-	300	9,4
АН-50I	3В-200 х 4	540	-	240	-	500	9,4
АСН-I000	ЦН I000-I80	I000	-	I80	-	900	20,0
		Опрессовочные агрегаты					
АО-I6I	9МГр-6I	-	20-40	-	I6	I30	9,5
Азинмаш-32	IНП-I60	-	I2-5I	-	I6-4	I00	I5,I
ЦА-320М	9Т	-	I8,4-82,2	-	I8,2-4	I80	I7,2

Приложение 3

Рекомендуемое

МЕТОДИКА РАСЧЕТА

теплотехнических параметров испытания теплоизолированных трубопроводов подогретой водой

Настоящая методика предназначена для выполнения теплотехнических расчетов параметров испытания стальных надземных теплоизолированных трубопроводов.

Методика позволяет определять требуемую температуру воды в трубопроводе для начала испытания, параметры наполнения трубопровода водой, количество воды для его отогрева, а также оценивать интенсивность льдообразования в трубопроводе после испытания.

Методика может быть также использована для оценки теплотехнических параметров испытания надземных нетеплоизолированных участков трубопроводов.

О с н о в н ы е о б о з н а ч е н и я

$C_в$ – удельная теплоемкость воды, Дж/кг·К;
$C_т$ – удельная теплоемкость материала стенки трубы, Дж/кг·К;
$Д$ – наружный диаметр трубы, м;
L – длина трубопровода, км;
Q – количество воды, необходимое для отогрева трубопровода, м^3;
q – расход воды при заполнении трубопровода, м^3/ч;
R – термическое сопротивление, м^{2}К/Вт;
$t_в$ – температура воздуха, °С;
$t_н$ – температура воды в трубопроводе в начале испытания (минимальная), °С;
t_0 – температура воды на входе в трубопровод, °С;
W – скорость ветра, м/с;
δ – толщина стенки трубы, м;

$\delta_{из}$ – толщина теплоизоляционного покрытия, м;
δ^* – скорость роста наледи, мм/ч;
$\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности материала теплоизоляции, Вт/м·К;
$\rho_в$ – плотность воды, кг/м^3;
$\rho_т$ – плотность материала стенки трубы, кг/м^3.

I. Определение начальной температуры воды в трубопроводе

Температура воды в трубопроводе выбирается таким образом, чтобы исключить образование наледи в нем в течение всего времени испытания. Искомая температура рассчитывается по формуле

$$t_н = -t_в\left(1 - exp\frac{A\tau}{R}\right),$$

где

$$A = 3600 \cdot Д\left[C_т\rho_т(Д - \delta)\delta + C_в\rho_в\frac{(Д-2\delta)^2}{4}\right]^{-1};$$

$$R = \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}.$$

Для графического определения начальной температуры воды в трубопроводе может использоваться номограмма, приведенная на рис.I.

D, м	δ, м	A	B	C
0,53	0,008	0,00652	I,39	II,4
0,53	0,009	0,00652	I,38	I2,9
0,53	0,0I3	0,00655	I,36	I8,4
0,72	0,0084	0,00479	I,90	I6,4
0,72	0,009	0,00479	I,89	I7,5
0,82	0,009	0,00420	2,I6	20,0
I,02	0,0I2	0,00338	2,68	33,2
I,02	0,0I7	0,00339	2,65	46,7

Окончание таблицы I

D, м	δ, м	A	B	C
I,22	0,0I52	0,00283	3,2I	50,2
I,22	0,0I6	0,00283	3,20	52,8
I,22	0,0I68	0,00283	3,I9	55,I
I,42	0,0I57	0,00273	3,74	60,4
I,42	0,0I75	0,00243	3,73	67,3

Порядок пользования номограммой изложен в п.6 настоящей методики.

2. Определение параметров наполнения трубопровода

Параметры наполнения трубопровода назначаются таким образом, чтобы при заданной суммарной производительности наполнительных агрегатов температура воды, подаваемой в трубопровод, обеспечивала требуемое значение температуры воды в конце участка.

Для принятой суммарной производительности наполнительных агрегатов температуру воды, подаваемой в трубопровод, рассчитывают по формуле

$$t_0 = t_в + (t_н - t_в)\exp\frac{BL}{qR},$$

где

$$B = 6\cdot10^4\,\frac{\pi(Д - 2\delta)}{C_в\rho_в}.$$

Для графического определения температуры воды, подаваемой в трубопровод, может использоваться номограмма, приведенная на рис. I. Порядок пользования номограммой изложен в п.6 настоящей методики.

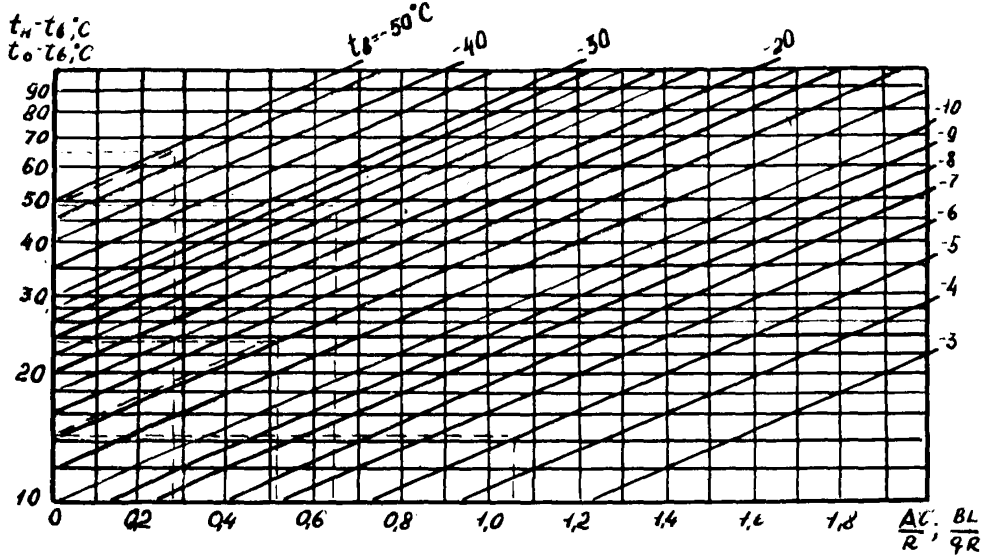

Рис.I. Номограмма для определения начальной температуры воды в трубопроводе

3. Оценка количества воды, необходимого для отогрева трубопровода

Если трубопровод, подлежащий испытанию, имеет температуру стенки ниже $0^{\circ}C$, то для удаления образующейся в процессе его заполнения наледи необходима прокачка воды через испытываемый участок.

Количество воды, которое должно быть слито из трубопровода, в процессе прокачки может быть оценено по формуле :

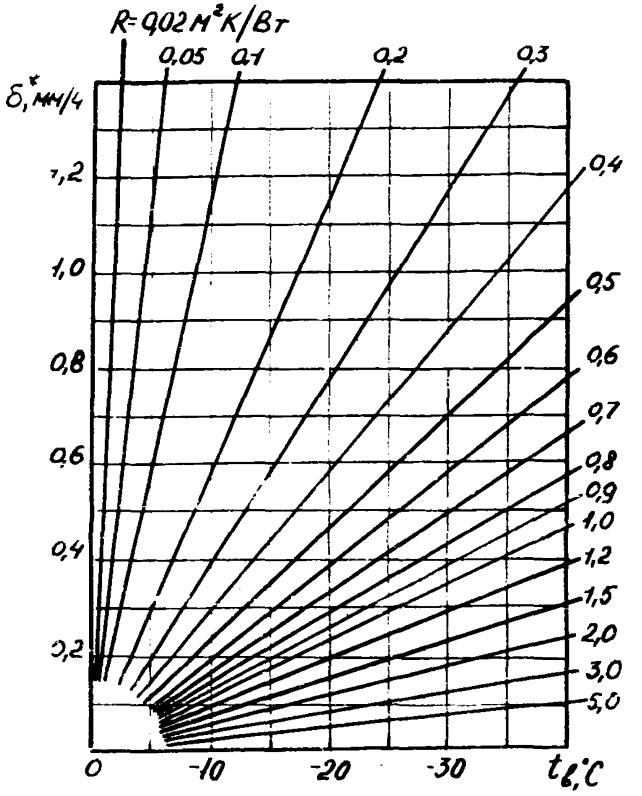

Рис.2. Номограмма для определения скорости роста наледи в трубопроводе в зависимости от температуры наружного воздуха и термического сопротивления теплоизоляции

$$Q = C\left(1 - \frac{t_в}{t_н}\right)L,$$

где
$$C = 10^3 \frac{\pi(Д - \delta)\delta\rho_т C_т}{C_в \rho_в}.$$

В табл.I приведены значения коэффициентов А,Б,С для трубопроводов из труб диаметром 530–1420 мм.

4. Оценка интенсивности льдообразования в трубопроводе

При возникновении задержек в проведении работ по испытанию, приводящих к увеличению продолжительности пребывания воды в трубопроводе по сравнению с принятой в расчете, на внутренней поверхности трубы образуется наледь. Скорость роста толщины наледи рассчитывают по формуле

$$\delta^* = 0{,}0117 \frac{t_0}{R},$$

где
$$R = \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}.$$

Величина δ^* может быть определена по номограмме (рис.2).

5. Надземные нетеплоизолированные трубопроводы

Приведенная в пп.I–4 методика может быть использована для оценочных теплотехнических расчетов надземных нетеплоизолированных трубопроводов. В этом случае величина R, используемая в пп.I,4, должна определяться по формуле

$$R = 0{,}21 \frac{Д^{0,2}}{W^{0,8}}.$$

Величину R можно найти по номограмме (рис.3)

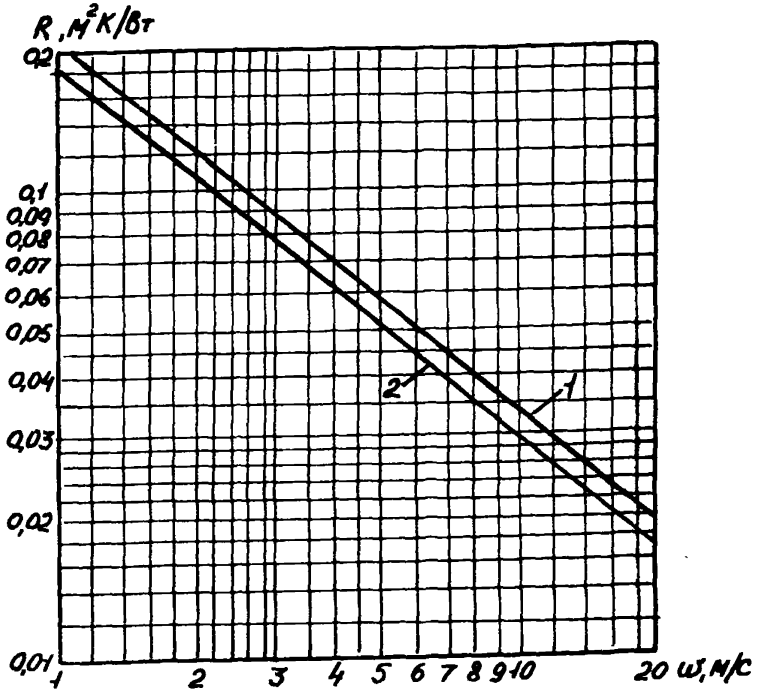

Рис.3. Номограмма для определения термического сопротивления R теплоизолированного трубопровода в зависимости от скорости ветра W и диаметра трубопровода:
I - диаметр 1420 мм; 2 - диаметр 530 мм

6. Примеры теплотехнических расчетов гидроиспытания

Пример I. Определить теплотехнические параметры гидроиспытания участка надземного теплоизолированного трубопровода при следующих исходных данных: τ = 40 ч; L = 8 км; $Д$ = 0,53 м; δ = 0,009 м; $\delta_{из}$ = 0,04 м; $\lambda_{из}$ = = 0,I Вт/м·К; $t_в$ = -25°С; q = I00 м³/ч.

Для заданного размера трубы по таблице определяем значение коэффициентов А, В, С: А = 0,00652; В = I,38; С = I2,9. Рассчитываем значение термического сопротивления теплоизоляции:

$$R = \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} = \frac{0,04}{0,I} = 0,4.$$

Определяем значение комплекса:

$$\frac{A\tau}{R} = \frac{0,00652 \times 40}{0,4} = 0,652.$$

Из точки 0,652 оси абсцисс номограммы, приведенной на рис.I, проводим линию, параллельную оси ординат, до пересечения с прямой $t_в = -25^{\circ}C$. Опустив из точки пересечения перпендикуляр на ось ординат, находим величину превышения начальной температуры воды над температурой воздуха:

$$t_н - t_в = 49^{\circ}C.$$

Находим начальную температуру воды в трубопроводе:

$$t_н = 49 + t_в = 49 - 25 = 24^{\circ}C.$$

Рассчитываем значение комплекса:

$$\frac{B\ L}{q_{\cdot} R} = \frac{I,38 \times 8}{I00 \times 0,4} = 0,276.$$

Из точки $t_н - t_в = 49$ оси ординат проводим прямую, параллельную прямым $t_в = const$, и определяем точку ее пересечения с перпендикуляром к оси абсцисс в точке 0,276. Из найденной таким образом точки пересечения опускаем перпендикуляр на ось ординат и рассчитываем величину превышения температуры воды на входе в трубопровод над температурой воздуха:

$$t_0 - t_в = 65^{\circ}C.$$

Вычисляем температуру воды на входе в трубопровод:

$$t_0 = 65 + t_в = 65 - 25 = 40^{\circ}C.$$

Порядок пользования номограммой при решении данного примера отображен на рис.I штриховой линией.

Рассчитываем количество воды, необходимое для отогрева трубопровода:

$$q = C \left(I - \frac{t_в}{t_н} \right) L = 12{,}9 \cdot (I - \frac{-25}{24}) \, 8 = 210 \text{ м}^3.$$

Определяем скорость роста наледи в трубопроводе по номограмме рис.2. Из точки абсцисс $t_в = -25^0$С проводим линию, параллельную оси ординат до пересечения с прямой $R = 0{,}4$. Опустив из точки пересечения перпендикуляр на ось ординат, определяем значение $\delta^* = 0{,}72$ мм/ч.

Таким образом, для проведения гидравлического испытания заданного участка трубопровода необходимо:

иметь температуру воды в конце трубопровода на начало испытания не ниже 24^0С, что обеспечивает проведение испытания за 40 ч без замерзания воды. Для этого температура воды, подаваемой в трубопровод, должна быть не ниже 40^0С (при подаче 100 м^3/ч);

прокачать через трубопровод около 210 м^3 воды путем слива ее с противоположного конца испытываемого участка. Прокачку необходимо контролировать измерением температуры сливаемой воды. При достижении расчетного значения $t_н = 24^0$С прокачка прекращается.

В случае превышения заданного времени пребывания воды в трубопроводе на его внутренней поверхности образуется наледь. Скорость роста наледи составит 0,72 мм/ч.

Пример 2. Определить теплотехнические параметры гидроиспытания надземного нетеплоизолированного трубопровода при следующих исходных данных: $\tau = 25$ ч; $L = 8$ км; $D = 1{,}42$ м; $\delta = 0{,}0175$ м; $t_в = -5^0$С; $W = 5$ м/с; $q = 1000$ м^3/ч.

Для заданного размера трубы по таблице определяем значение коэффициентов А, Б,С: А = 0,00243; В = 3,73; С = 67,3. По номограмме (рис.3) находим величину термического сопротивления R. Для этого из точки $W = 5$ м/с оси абсцисс проводим линию, параллельную оси ординат, до пересечения с прямой $D = 1{,}4$ м. Опуская перпендикуляр из точки пересечения на ось ординат, определяем значение $R = 0{,}058$ м$^2 \cdot$К/Вт.

Рассчитываем значение комплекса:

$$\frac{A\tau}{R} = \frac{0{,}00243 \times 25}{0{,}058} = 1{,}05.$$

Из точки 1,05 оси абсцисс номограммы, приведенной на рис.1, проводим линию, параллельную оси ординат, до пересечения с прямой $t_в = -5^{\circ}C$. Опустив из точки пересечения перпендикуляр на ось ординат, определяем величину превышения начальной температуры воды над температурой воздуха:

$$t_н - t_в = 14{,}5^{\circ}C.$$

Вычисляем начальную температуру воды в трубопроводе:

$$t_н = 14{,}5 - 5 = 9{,}5^{\circ}C.$$

Рассчитываем значение комплекса:

$$\frac{BL}{qR} = \frac{3{,}73 \times 8}{1000 \times 0{,}058} = 0{,}52.$$

Из точки $t_н - t_в = 14{,}5^{\circ}C$ оси ординат проводим прямую, параллельную прямым $t_в = const$, и определяем точку ее пересечения с перпендикуляром к оси абсцисс в точке 0,52.

Из найденной таким образом точки пересечения опускаем перпендикуляр на ось ординат и находим величину превышения температуры воды на входе в трубопровод над температурой воздуха: $t_0 - t_в = 24^{\circ}C$.

Определяем температуру воды на входе в трубопровод:

$$t_0 = 24 + t_в = 19^{\circ}C.$$

Порядок пользования номограммой при решении данного примера показан на рис.1 штриховой линией.

Рассчитываем количество воды, которое необходимо для отогрева трубопровода:

$$Q = C\left(1 - \frac{t_н}{t_в}\right)L = 67{,}3\left(1 - \frac{9{,}5}{-5}\right)8 = 1560\ м^3.$$

Устанавливаем возможную скорость роста наледи в трубопроводе по номограмме (см.рис.2). Из точки абсцисс $t_g = -5^0C$ проводим прямую, параллельную оси ординат до пересечения с прямой $R = 0{,}058$. Опустив из точки пересечения перпендикуляр на ось ординат, находим значение $\delta^* = I$ мм/ч.

Приложение 4
Рекомендуемое

ОГНЕВЫЕ ПОДОГРЕВАТЕЛИ ВОДЫ ПВР

Предназначены для подогрева воды и поддержания определенных температурных режимов в теплоизолированных металлических резервуарах, работающих на открытых площадках при низких температурах окружающего воздуха.

Основные параметры	Модель подогревателя									
	ПВР-8	ПВР-9	ПВР-10	ПВР-11	ПВР-12	ПВР-13	ПВР-14	ПВР-15	ПВР-16	ПВР-17
	Вместимость резервуара, $м^3$									
	50	100	200	400	700	1000	2000	3000	5000	20000
Теплопроизводительность, МВт	0,314	0,498	0,504	1,167	1,263	1,908	2,178	2,080	2,147	9,977
Расход топливного газа, $м^3/ч$	40	60	60	160	160	240	240	240	240	1300
Давление газа перед горелками, МПа	0,07	0,12	0,12	0,27	0,14	0,22	0,24	0,22	0,22	0,23

Приложение 5

Рекомендуемое

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

При испытании замкнутого участка трубопровода изменение давления в зависимости от изменения температуры воды определяется соотношением

$$\Delta p = \frac{\beta(t) - 2\alpha(1+\mu)}{\beta(p) + \frac{1-\mu^2}{\delta_T E_T} D} \Delta t,$$

где Δp - изменение давления за время испытания, МПа;

$\Delta t = t_1 - t_2$ - изменение температуры за время испытания, ^{0}С;

$\beta(t)$ - коэффициент температурного расширения воды, 1/град;

α - коэффициент линейного расширения стали, $\alpha = 1{,}2 \times 10^{-5}$ 1/град;

μ - коэффициент Пуассона, $\mu = 0{,}3$;

D - внутренний диаметр трубопровода, м;

δ_T - толщина стенки трубопровода, м;

E_T - модуль упругости стали, $E = 2{,}1 \times 10^{11}$ н/м^2;

$\beta(p)$ - коэффициент объемного сжатия воды, $\beta(p) = 4{,}651 \times 10^{-10}$ м^2/н.

Коэффициент температурного расширения воды можно вычислить по эмпирической формуле

$$\beta(t) \times 10^5 = -6{,}4268 + 1{,}70105 \times t - 0{,}020359 t^2 + 0{,}0001605 t^3.$$

В расчете следует использовать среднеарифметическое значение температуры воды в процессе испытания:

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

Пример. Найти падение давления в трубопроводе диаметром 530 мм с толщиной стенки 13 мм, вызванное теплообменом с окружающей средой. Испытательное давление 14,0 МПа. Средняя по дли-

не трубопровода температура воды в начале испытания составляла 15°С, а в конце испытания - 5°С.

Решение. Определяем среднюю температуру воды в процессе испытания:

$$t_{ср} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{15 + 5}{2} = 10^{\circ}С.$$

Вычисляем коэффициент температурного расширения воды при $t = 10^{\circ}С$:

$$\beta\,(10) \times 10^{5} = -6{,}4268 + 1{,}70106 \times 10 - 0{,}020369 \times$$

$$\times 100 + 0{,}0001605 \times 100 = 8{,}7074.$$

Находим падение давления в трубопроводе за время испытания, обусловленное охлаждением воды:

$$\Delta p = \frac{8{,}7074 \times 10^{-5} - 2 \times 1{,}2 \times 10^{-5}\,(1 + 0{,}3)}{4{,}651 \times 10^{-10} + \dfrac{1 - 0{,}3^{2}}{2{,}1 \times 10^{11}} \times \dfrac{530}{13}} \times 10 =$$

$$= 0{,}87 \times 10^{6}\ н/м^{2} = 0{,}87\ МПа.$$

Приложение 6
Рекомендуемое

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИСПЫТАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА БЕЗ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

Методика предназначена для проведения теплотехнических расчетов трубопроводов, уложенных в мерзлый грунт. Изложенные ниже материалы позволяют в зависимости от диаметра трубопровода и протяженности испытываемого участка установить возможность проведения гидроиспытания и выбрать параметры наполнения трубопровода.

Подлежат определению в зависимости от природно-климатических факторов следующие параметры:

суммарная производительность наполнительных агрегатов;

время прокачки воды через испытываемый участок;

температура воды на входе в испытываемый участок (в случае испытания трубопровода подогретой водой).

Определение параметров наполнения трубопровода основано на использовании данных по эталонному трубопроводу, полученных путем численного моделирования на ЭВМ процесса теплового взаимодействия трубопровода с грунтом в условиях испытания.

Параметры эталонного трубопровода:

протяженность испытываемого участка $L^* = 4$ км;

грунт - суглинок водонасыщенный;

температура грунта $T^*_{гр} = -10^{\circ}C$;

температура воды на входе в испытываемый участок $T^*_{вх} = 5^{\circ}C$ (или $50^{\circ}C$);

продолжительность испытания $\tau^*_и = 40$ ч.

На рис.I,2 представлены зависимости времени прокачки для эталонного трубопровода в функции от его диаметра для различных значений суммарной производительности наполнительных агрегатов.

Зависимости рис.I рассчитаны для температуры воды, подаваемой в трубопровод $T^*_в = 5^{\circ}C$, и рекомендуются для определения параметров наполнения протяженных участков трубопроводов большого диаметра.

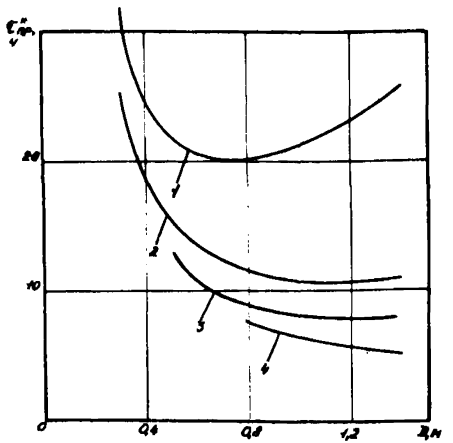

Рис.I. Зависимость времени прокачки воды с температурой $T_в$ = 5°С для эталонного трубопровода от его диаметра при суммарной производительности Q наполнительных агрегатов, м³/ч:

I - Q = 500; 2 - I000; 3 - I500; 4 - 2000

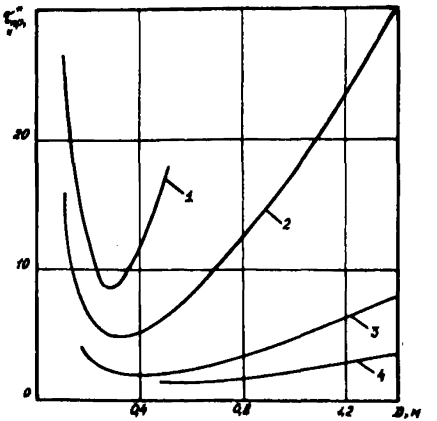

Рис.2. Зависимость времени прокачки воды с температурой $T_в$ = 50°С для эталонного трубопровода от его диаметра при суммарной производительности Q наполнительных агрегатов, м³/ч:

I - Q = 50; 2 - I00; 3 - 200; 4 - 300

Зависимости рис.2, рассчитанные для $T_в^* = 50^0C$, рекомендуются в основном для трубопроводов малого диаметра (200 - 500 мм) и относительной небольшой протяженности (до 10 км), когда имеется возможность обеспечения значительного подогрева прокачиваемой через испытываемый участок воды.

Для определения параметров наполнения испытываемого участка необходимо:

для данного диаметра трубопровода, исходя из имеющихся ресурсов воды, возможности ее подогрева, по графикам на рис.1, 2 выбрать суммарную производительность наполнительных агрегатов и соответствующее ей время прокачки $\tau_{пр}^*$, необходимое для испытания эталонного трубопровода;

уточнить время прокачки применительно к конкретным параметрам испытываемого участка по формуле

$$\tau_{пр} = K\tau_{пр}^* \left(\frac{L}{L^*}\right)^{1,4} \left(\frac{T_{гр}}{T_{гр}^*}\right)^{1,5} \cdot \left(\frac{T_в}{T_в^*}\right)^{-1,7}$$

при использовании графических зависимостей, представленных на рис.1 или по формуле

$$\tau_{пр} = K\tau_{пр}^* \left(\frac{L}{L^*}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{T_{гр}}{T_{гр}^*}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{T_в}{T_в^*}\right)^{-1,3}$$

с применением данных рис.2.,

где L - длина испытываемого участка;

$T_{гр}$ - температура грунта;

$T_в$ - температура воды;

K - коэффициент, учитывающий свойства грунта, безразмерный.

Для водонасыщенных глинистых грунтов и торфа К = 1, для песчаных грунтов К = 2. Для осушенных грунтов величина К может быть снижена на 50%.

При продолжительности испытания более 40 ч время прокачки должно увеличиваться пропорционально предполагаемой продолжительности испытания.

Для расчетной продолжительности прокачки более 50 ч необ-

ходимо оценивать возможную величину относительного обледенения выходного участка трубопровода $\bar{S}_{\Lambda}$ по формуле

$$\bar{S}_{\Lambda} = -1{,}65 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{T_{гр} \cdot \sqrt{\tau_{пр}}}{D},$$

где $\tau_{пр}$ – время прокачки воды, ч;
D – диаметр трубопровода, м.

При величине $\bar{S}_{\Lambda} > 0{,}2$ необходимо пересмотреть принятые в расчете параметры наполнения трубопровода, увеличив суммарную производительность наполнительных агрегатов, а если возможно, то и температуру подаваемой в трубопровод воды. В противном случае необходимо сократить длину испытываемого участка или перенести испытания на более теплый период.

Пример 1. Определить параметры наполнения трубопровода для проведения гидроиспытания продолжительностью 60 ч.

Исходные параметры:

L = 20 км – протяженность испытываемого участка;
D = 1420 мм – диаметр трубопровода;
грунт – суглинок водонасыщенный;
$T_{гр}$ = –6°С – температура грунта;
$T_{в}$ = 4°С – температура воды.

Подогрев воды перед подачей в трубопровод не предусмотрен.

Решение.

Задаемся суммарной производительностью наполнительных агрегатов Q = 1000 м³/ч. По графикам рис.1 для диаметра трубопровода 1420 мм определяем продолжительность прокачки эталонного трубопровода:

$$\tau^{*}_{пр} = 11 \text{ ч.}$$

По формуле

$$\tau_{пр} = K\tau^{*}_{пр}\left(\frac{L}{L^{*}}\right)^{1,4}\left(\frac{T_{гр}}{T^{*}_{гр}}\right)^{1,5}\left(\frac{T_{в}}{T^{*}_{в}}\right)^{1,7}$$

определяем требуемое время прокачки воды через испытываемый участок для гидроиспытания продолжительностью 40 ч (К = 1):

$$\tau_{пр} = 11 \cdot \left(\frac{20}{4}\right)^{1,4}\left(\frac{-6}{-10}\right)^{1,5}\left(\frac{5}{4}\right)^{1,7} = 71 \text{ ч.}$$

Уточним время прокачки применительно к продолжительности испытания $\tau_и$ = 60 ч;

$$\tau_{пр} = 71 \cdot \frac{60}{40} = 107 \text{ ч.}$$

Оцениваем величину относительного обледенения выходного участка трубопровода:

$$\bar{\delta}_л = -1{,}65 \cdot 10^{-3} \frac{T_{гр} \cdot \sqrt{\tau_{пр}}}{D} = 1{,}65 \cdot 10^{-3} \frac{6 \cdot 107}{1{,}4} = 0{,}073.$$

Поскольку $\bar{\delta}_л < 0{,}2$, принимаем определенные выше параметры наполнения Q = 1000 м³/ч $\tau_{пр}$ = 107 ч как рекомендуемые для испытания данного участка трубопровода.

Пример 2. Определить параметры наполнения трубопровода для проведения гидроиспытания продолжительностью $\tau_и$ = 40 ч.

Исходные параметры:

L = 6 км – протяженность испытываемого участка;

D = 0,30 м – диаметр трубопровода;

грунт – песок водонасыщенный;

$T_{гр}$ = -15°С – температура грунта.

Температура трубопровода не должна превышать 40°С.

Решение.

Задаемся значением температуры воды на входе в трубопровод $T_в$ = 40°С и производительностью наполнительных агрегатов Q = 150 м³/ч.

По графикам рис.2 для эталонного трубопровода диаметром 0,30 определяем требуемую для его испытания продолжительность прокачки:

$$\tau^*_{пр} = 3 \text{ ч.}$$

По формуле

$$\tau_{пр} = K \tau^*_{пр} \left(\frac{L}{L^*}\right)^{1,3} \left(\frac{T_{гр}}{T^*_{гр}}\right)^{1,3} \left(\frac{T_в}{T^*_в}\right)^{-1,3}$$

рассчитываем время прокачки испытываемого трубопровода (К=2):

$$\tau_{пр} = 3 \cdot 2 \cdot \left(\frac{6}{4}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{-15}{-10}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{40}{50}\right)^{-1,3} = 13 \text{ ч.}$$

Приложение 7

Рекомендуемое

ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И УТИЛИЗАЦИЯ ЖИДКОСТЕЙ С ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ЗАМЕРЗАНИЯ - АНТИФРИЗОВ

I. Кальций хлористый твердый чешуированный, нитрит - нитрат хлорида кальция и хлорид кальция с добавками фосфата хранят в полиэтиленовых мешках. Допускается их упаковка и хранение в пятислойных битумизированных бумажных мешках.

Хранить хлористый кальций необходимо под навесом, предохраняющим продукт от попадания влаги.

2. Нитрит - нитрат хлорида кальция поставляется заводами в виде 30%-ного раствора, либо готовится путем смешения препарата с водой.

Резервуары для приготовления или хранения раствора хлористого кальция должны иметь сливное устройство для удаления иламовидных осадков. На внутреннюю поверхность резервуара наносится антикоррозионное покрытие, например, битум марки Ш.

3. Метанол, этиленгликоль, диэтиленгликоль и их растворы хранят в соответствии с правилами безопасности в нефтегазодобывающей промышленности.

Хранение жидких антифризов производят в резервуарах, цистернах или герметично закупоренных бочках. Антифриз заливают в емкость, предварительно промытую водой, так, чтобы свободное пространство до пробки составляло 50-80 мм.

4. На резервуарах, цистернах или бочках несмываемой краской согласно ГОСТу 159-52 наносят:

наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак;

наименование продукта и его марку;

номер настоящего ГОСТа;

массу брутто и нетто;

обозначение "Яд", "Огнеопасно", если это требуется.

5. Хранить антифризы необходимо на специальной площадке, оборудованной средствами пожаротушения, а также ограждениями, запрещающими допуск к антифризам посторонних лиц.

6. Система заполнения и слива антифриза должна быть рассчитана таким образом, чтобы исключить случайный слив антифриза, в том числе посторонними лицами.

7. При хранении жидкостей с пониженной температурой замерзания следует предусмотреть меры, позволяющие осуществить их подогрев в период понижения температуры наружного воздуха ниже температуры замерзания антифриза.

8. Емкости для хранения жидкости с пониженной температурой замерзания рекомендуется оборудовать приспособлениями для перемешивания антифриза и удаления осадка.

9. Транспортировка антифризов должна производиться в цистернах, бочках, в полиэтиленовых мешках в соответствии с правилами безопасности в нефтегазодобывающей промышленности с учетом требований, касающихся маркировки, пожарной безопасности и мер, предупреждающих контакт с антифризом посторонних лиц.

10. Использованный водный раствор хлористого кальция, метанола, гликоля утилизируется путем закачки в скважину на глубину ниже уровня грунтовых вод или с учетом геологических условий ниже водоносного горизонта, обеспечивающего водой соответствующий район.

11. Допускается выпуск антифриза в проточную воду (реку) при условии, что его концентрация в месте сброса не будет превышать предельно допустимой концентрации, и место сброса будет расположено ниже населенного пункта не менее чем на 10 км или выше его не менее чем на 50 км.

12. Предельно допустимые концентрации антифриза в воде водоемов санитарно-бытового водопользования составляют, мг/л:

для хлористого кальция и его растворов в сочетании с нитратами и нитритами - 1-2;

для метанола - 0,1;

для этиленгликоля - 0,25.

Приложение 8

Обязательное

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С АНТИФРИЗАМИ

I. Хлористый кальций и его растворы

На всех емкостях, предназначенных для перевозки и хранения хлористого кальция и его растворов, а также ингибиторов коррозии, должны быть нанесены несмываемой краской название препарата и его концентрация.

Емкость для хранения препаратов и их растворов должна быть расположена на огражденной площадке под навесом.

После опорожнения емкости и шланги должны промываться.

Производственные помещения, в которых ведутся работы с хлористым кальцием и его растворами, должны иметь вентиляцию.

При отборе проб, анализе и применении раствора хлористого кальция с ингибиторами коррозии следует использовать обычную спецодежду: халат или комбинезон, резиновые перчатки, при необходимости защитные очки и респиратор.

При попадании растворов на кожу необходимо удалить продукт обильным количеством теплой воды. При попадании на кожу ингибиторов коррозии продукт предварительно смывается тампоном, смоченным в этаноле.

Запрещается во время работы с растворами и ингибиторами принимать пищу и воду. После работы с ингибированными растворами хлорида кальция необходимо вымыть руки и при необходимости лицо, очистить инструмент и рабочее место.

2. Метанол, этиленгликоль, диэтиленгликоль и их растворы

Работа с метанолом, этиленгликолем и диэтиленгликолем и их растворами должна проводиться в строгом соответствии с "Правилами безопасности в нефтегазодобывающей промышленности" (М., Недра, 1974) и "Общими санитарными правилами по хранению и применению метанола" (в "Справочнике по технике безопасности, противопожарной технике и производственной санитарии. Правила, инструкции, нормы". Л., "Судостроение", 1972, т.3, с.293–296 и 333).

В каждой организации, применяющей метанол, ЭГ, ДЭГ и их растворы, специальным приказом должно быть назначено лицо, ответственное за хранение, отпуск, применение и правильную организацию работ, проведение инструктажа всех работников, привлекаемых к обращению с этими антифризами.

На всех емкостях, предназначенных для перевозки и хранения метанола, ЭГ, ДЭГ и их растворов, должны быть нанесены несмываемой яркой краской надписи "Яд" и "Огнеопасно".

Емкости для хранения метанола и его растворов должны быть оборудованы дыхательными и гидравлическими клапанами и запломбированы. Емкости с метанолом, ЭГ и ДЭГ располагаются на огражденной площадке под навесом или в складских помещениях, оснащенных противопожарными средствами.

Слив метанола, ЭГ и ДЭГ и их растворов разрешается только в герметически закрывающиеся емкости насосом или самотеком. Запрещается наполнять емкости ведрами или аналогичными сосудами. После заполнения емкости должны пломбироваться.

Опорожненные емкости и шланги промывают водой. Запрещается использовать трубы, насосы и шланги, применяемые при перекачке метанола, ЭГ, ДЭГ и их растворов для перекачки других жидкостей без предварительной промывки обильным количеством воды.

В случае замерзания трубопроводов в системе хранения, перекачки и перевозки метанола, ЭГ, ДЭГ и их растворов отогревать их следует паром или горячей водой после отключения от действующей системы. Отогрев открытым огнем запрещается.

Приложение 9

Рекомендуемое

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИСПЫТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ-ШЛЕЙФОВ ЯМБУРГСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Объект испытания

Надземные участки газопроводов протяженностью до 13 км, выполненные из труб диаметром 530 мм с толщиной стенки 13 мм, теплоизолированные слоем пенополиуретана толщиной 60 мм.

Условия испытания

Температура окружающего воздуха $-40^{\circ}C$, продолжительность испытания - до 7 сут, испытательная среда - вода с температурой до $50^{\circ}C$, производительность наполнительных агрегатов - 300 $м^3/ч$, минимальная температура воды в процессе испытания - не ниже $4^{\circ}C$.

Параметры испытания

Зависимость требуемой на начало испытания температуры воды в трубопроводе от предполагаемой продолжительности работ по испытанию приведена на рис.1. При указанных условиях испытания изменение температуры воды по длине трубопровода после прекращения прокачки составляет не более 3° на 10 км.

Зависимости объема прокачиваемой воды от длины испытываемого участка для температуры окружающего воздуха $-20^{\circ}C$ и $-40^{\circ}C$ приведены соответственно на рис.2 и 3.

При снижении температуры воды в трубопроводе до $0^{\circ}C$ (в случае непредвиденных задержек в проведении работ по испытанию) скорость роста наледи составит 0,27 мм/ч при температуре воздуха $-40^{\circ}C$ и 0,135 мм/ч - при $-20^{\circ}C$.

Теплотехнические параметры испытания газопроводов-шлейфов УКПГ-1 Ямбургского газоконденсатного месторождения представлены в таблице.

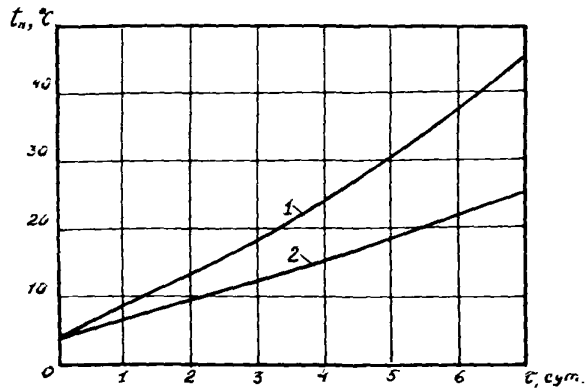

Рис.I. Зависимость начальной температуры воды от продолжительности испытания при температуре наружного воздуха:
I - $t_в$ = -40°С; 2 - $t_в$ = -20°С

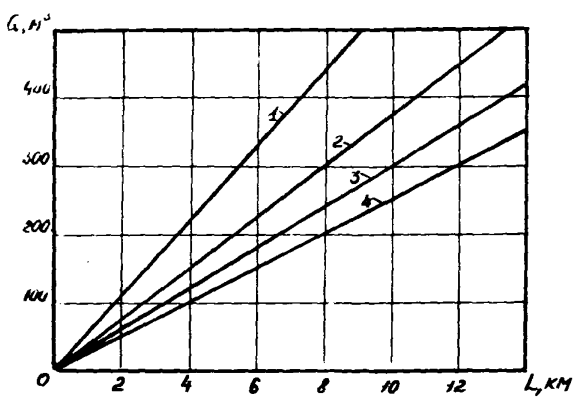

Рис.2. Зависимость объема прокачиваемой воды Q от длины участка L при температуре наружного воздуха $t_в$ = -20°С и начальной температуре воды $t_н$:
I - $t_н$= I0°С; 2 - $t_н$ = 20°С; 3 - $t_н$ = 30°С; 4 - $t_н$= 50°С

ПАРАМЕТРЫ ИСПЫТАНИЯ

газопроводов-шлейфов УКПГ-I при температуре наружного воздуха -40^{0}С и времени испытания 4 сут

№ кустов скважин	Протяженность, км	Температура, ^{0}С		Ориентировочный объем прокачки, м^{3}	Общий потребный объем воды для прокачки и испытания, м^{3}
		на входе	на выходе		
I0I	6,5	26	24	320	I750
I02	5,I	26	24	250	I370
I04	5,9	26	24	290	I590
I06	9,75	27	24	480	2630
I05	2,75	25	24	I40	750
I07	6,I	26	24	300	I645
III	8,2I	27	24	4I0	2220
II2	5,I5	26	24	250	I385
II4	I2,6	28	24	630	34I0
I08	2,97	25	24	I50	805
II3	7,86	27	24	390	2I20
II6	8,63	27	24	430	2I35

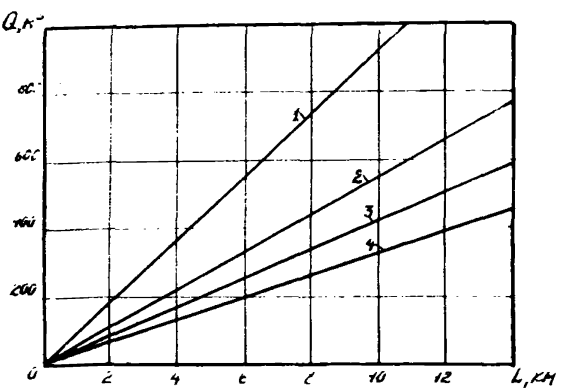

Рис.3. Зависимость объема прокачиваемой воды Q от длины участка L при температуре наружного воздуха $t_в$ = $= -40^{0}$С и начальной температуре воды $t_н$:

I - $t_н = I0^{0}$С; 2 - $t_н = 20^{0}$С; 3 - $t_н = 30^{0}$С; 4 - $t_н = 50^{0}$С

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3
2. Очистка полости 4
3. Методы испытания, область их применения 7
4. Пневматическое испытание 9
5. Гидравлическое испытание ..... IO
6. Комбинированное испытание 27
7. Комплексные процессы очистки полости, испытания и удаления жидкости после гидроиспытания 28
8. Техника безопасности 32
Приложения 33

Рекомендации
по очистке полости и испытанию
промысловых трубопроводов при
отрицательных температурах
в условиях Западной Сибири, Ямбурга и Ямала

Р 6I6-87

Издание ВНИИСТа

Редактор Л.С.Панкратьева
Корректор Г.Ф.Меликова
Технический редактор Т.Л.Датнова

Л-I00079 Подписано в печать 8/УП I987г. Формат 60x84/I6
Печ.л. 4,0 Уч.-изд.л. 3,6 Бум.л. 2,0
Тираж I200 экз. Цена 36 коп. Заказ 85

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru