

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
ВНИИСТ

руководство

ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ
СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Р 391-80

Москва 1981

Настоящее Руководство содержит ряд рекомендаций, направленных на дальнейшее усовершенствование системы инструментального контроля качества (разработку новых и модернизацию применяемых средств измерений, удовлетворяющих требованиям точности, достоверности, полноты и оперативности измерительной информации), а также практические вопросы, касающиеся метрологического обслуживания строительства подводных трубопроводов, приведена номенклатура контролируемых параметров при строительстве подводных трубопроводов, даны диапазоны их изменения, допустимые погрешности измерений, а также рассмотрены вопросы организации и деятельности ведомственной метрологической службы.

Руководство является первым отраслевым документом по метрологическому обеспечению трубопроводного строительства и направлено на повышение уровня метрологического обеспечения.

Руководство предназначено для инженерно-технических работников, осуществляющих инструментальный контроль качества в процессе строительства подводных трубопроводов и может быть использовано в части общих строительных работ для других строительных трестов.

Руководство разработано сотрудниками ВНИИСТА, кандидатами техн. наук О.И. Молдавановым, А.Г. Катнером; сотрудниками треста Союзподводгазстрой В.Н. Шишовым, Н.Г. Молдавановой и сотрудником СНКБ "Проектнефтегазспецмонтаж" В.Р. Андриановым при участии канд. техн. наук Б.М. Кукушкина (ВНИИСТ) и Ю.Г. Жемчужина (Государственная инспекция по качеству строительства Миннефтегазстрой).

Замечания и предложения просьба присылать по адресу: Москва, 105058, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ. Лаборатория надежности трубопроводов.

ВНИИСТ	Руководство по метрологическому обеспечению строительства подводных переходов магистральных трубопроводов	Р 391-80
		Впервые

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Метрологическое обеспечение - это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

1.2. Основными целями метрологического обеспечения строительства подводных трубопроводов являются:

повышение качества и технического уровня инструментального контроля строительства подводных переходов, удовлетворяющего критериям точности, достоверности, полноты и оперативности;

повышение организационного уровня инструментального контроля;

обеспечение эффективного контроля условий труда и охраны окружающей среды.

1.3. Метрологическое обеспечение осуществляется в соответствии с правилами и положениями:

Государственной системы стандартизации [1];

Государственной системы обеспечения единства измерения [2,3,4];

государственных стандартов единой системы технологической подготовки производства - ЕСТПП;

отраслевых стандартов;

стандартов предприятия.

Рекомендуемый перечень стандартов предприятия, регламентирующих положения метрологического обеспечения трубопроводного строительства в системе треста и разрабатываемый для каждого предприятия, дан в прил. I.

Внесено лабораторией надежности конструкции трубопроводов	Утверждено ВНИИСТом 16 мая 1980 г.	Срок введения 1 января 1981 г.
---	---------------------------------------	-----------------------------------

1.4. Сооружение подводных трубопроводов включает комплекс технологических процессов и операций, выполнение которых обуславливает в конечном счете качественный уровень законченного строительством подводного перехода.

Технологические задачи трубопроводного строительства могут быть успешно решены только при условии обеспечения достоверной информацией о свойствах и параметрах качества, получаемой с помощью разнообразных измерений. Качество же самой измерительной информации определяет уровень метрологического обеспечения.

1.5. Особое значение вопросы метрологического обеспечения приобретают в связи с:

возрастающими требованиями к качеству строительства;
увеличением числа контролируемых параметров, необходимостью обоснования точности их измерений и разработки соответствующих норм.

Кроме того, возрастающая роль метрологического обеспечения связана с внедрением более сложных технологических процессов и новой техники, требующей более полного и достоверного контроля.

1.6. Эффективность инструментального контроля качества работ при сооружении трубопроводов определяется качеством измерительной информации (по критериям точности, достоверности, полноты и оперативности).

Улучшение качества измерительной информации в условиях строительства подводных трубопроводов достигается:

усовершенствованием средств инструментального контроля;
улучшением метрологического обслуживания;
усовершенствованием методик выполнения измерений.

1.7. Средства измерений, сохраняя свою конструктивную надежность (оставаясь внешне работоспособными), могут в процессе эксплуатации снизить свои начальные метрологические характеристики и перейти в состояние метрологического отказа. В этом случае результаты контроля утрачивают свою точность и достоверность, а показатели качества не отражают действительного состояния трубопроводного строительства.

2. ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СИСТЕМЕ ТРЕСТА

2.1. Метрологическое обеспечение трубопроводного строительства в системе треста является необходимым условием повышения эффективности контроля качества на всех этапах сооружения трубопроводов.

2.2. Методические вопросы метрологического обеспечения при строительстве подводных переходов должны решаться на основе соответствующих общесоюзных и отраслевых нормативно-технических документов, в которых содержатся единые положения для всех строительных организаций отрасли [1], [4] - [9].

2.3. Задачи метрологического обеспечения имеют многоплановый характер, и они тесно связаны с более общими задачами управления производством, в том числе управления качеством строительства.

2.4. Основными задачами метрологического обеспечения строительства подводных трубопроводов являются следующие:

проведение анализа состояния измерений в процессе строительства подводных трубопроводов;

планирование метрологического обеспечения (разработка мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения в тресте, предложения к программам метрологического обеспечения отрасли, разработка планов стандартизации в части метрологического обеспечения в системе треста);

установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений;

разработка и внедрение методик выполнения измерений, необходимых для контроля и обеспечения безопасности труда;

аттестация методик выполнения измерений;

разработка рекомендаций по выбору средств измерений и установление рациональной номенклатуры, применяемых средств измерений;

участие в разработке нестандартизованных средств измерений;

внедрение государственных и отраслевых стандартов, регламентирующих положения метрологического обеспечения;

разработка и внедрение стандартов для данного предприятия (см. прил. I) и нормативно-технической документации (НТД), регламентирующих положения метрологического обеспечения, а также качество подводно-технических работ;

проведение метрологической экспертизы проектов СТП, технических заданий, конструкторской и технологической документации, предъявляемой тресту - заказчику;

организация оперативного учета, хранения и ремонта средств измерений;

контроль за состоянием и применением средств измерений в строительных управлениях;

организация работ по подготовке и повышению квалификации кадров в области метрологического обеспечения;

оценка технико-экономической эффективности метрологического обеспечения.

2.5. метрологическая служба треста осуществляет контроль за метрологическим обеспечением в строительных управлениях, который включает проверку:

наличия технической документации, устанавливающей требования к контрольно-измерительным операциям и эффективности метрологической экспертизы этой документации;

обеспеченности входного, операционного и приемочного контроля качества строительства необходимыми методиками и средствами измерений;

соответствия условий и процедуры выполнения измерений, а также квалификации контролирующих лиц требованиям технической документации;

состояния и применения средств измерений.

2.6. Контроль за состоянием и правильным использованием средств измерений, применяемых в процессе строительства подводных трубопроводов, включает проверку:

наличия и правильности учета средств измерений;

исправности средств измерения и своевременности их поверки;

соответствия условий применения средств измерений нормированным для них условиям эксплуатации;

соблюдения лицами, применяющими средства измерений, правил их эксплуатации и технического обслуживания;

соответствия условий хранения средств измерений требованиям обеспечения их исправности.

3. КОНТРОЛИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Процесс строительства подводных трубопроводов включает комплекс технологических операций, качественное выполнение которых может быть обеспечено при условии тщательно разработанной системы инструментального контроля рабочих параметров, определяющих условия строительства, технологию работ, конструктивные характеристики трубопровода.

Классификация контролируемых параметров строительства подводных трубопроводов по видам производства работ, а также этапам входного, операционного и приемочного контроля приведена на рис.1.

3.2. Контролируемые параметры строительства подводных трубопроводов образуют систему разнородных физических величин, имеющих различные размерности и численные нормативные значения.

3.3. Как видно из схемы, строительство трубопроводов характеризуется тремя группами параметров:

I - Условия строительства.

II - Технологические процессы.

III - Конструктивные характеристики трубопровода.

Г р у п п у I образуют основные контролируемые параметры, характеризующие условия строительства и объединенные в пять самостоятельных подгрупп (см.рис.1):

A - топографические;

Б - гидрологические;

В - геологические;

Г - гидроморфологические;

Д - климатические.

Необходимо отметить, что подгруппы А,Б,В,Г группы I, характеризующие специфику водной преграды, влияют, главным образом, на производство подводно-технических работ, а подгруппа Д практически влияет на все виды работ.

Параметры группы I используют для обоснованной регламентации входного и операционного контроля технологических процессов.

Характеристика контролируемых параметров по группе I не приведена, так как в настоящее время существует регламент контроля по всем подгруппам этой группы, отраженный в действующих общесоюзных нормативных документах и справочной литературе.

В частности, вопросы нормирования рассмотренных параметров (характеризующих условия строительства), а также характеристики применяемых средств измерений этих параметров содержатся в нормативных документах [10] - [15].

3.4. Г р у п п а II включает технологические процессы, которые определяют качество общестроительных и подводно-технических работ на различных стадиях сооружения подводных трубопроводов.

Параметры группы II подразделяются по специфике технологических процессов на следующие подгруппы:

по общестроительным работам:

- А - сварка,
- Б - изоляция,
- В - балластировка.

по подводно-техническим работам:

- Г - подводные земляные работы,
- Д - укладка подводного трубопровода.

3.5. Каждая из подгрупп общестроительных и подводно-технических работ в свою очередь подразделена на три категории по этапам контроля:

1) параметры входного контроля, определяющие исходные показатели качества материалов и оборудования, а также выбор режимов (технологии) работ;

2) параметры операционного контроля, определяющие качество технологического режима (или процессы формирования качества);

3) параметры приемочного контроля, определяющие качество законченного технологического процесса (или конечный результат работы).

3.6. Контролируемые параметры, характеризующие условия строительства подводных трубопроводов (группа I), классифицируют следующим образом (по рис. I):

I.А - топографические:

линейные размеры подводного перехода;
превышения на сухопутных участках;
глубины на подводных участках;

I.Б - гидрологические:

отметка уровня воды;
скорость течения в точке;
направление течения в точке;
температура воды;
плотность воды;
толщина льда;
прочность льда;
высота волны;

I.В - геологические:

гранулометрический состав грунта;
объемная масса грунта;
влажность грунта;
пористость грунта;
сцепление;

сопротивление сдвигу;

I.Г - гидроморфологические:

линейные размеры русловых форм;
скорость смещения русловых форм;

I.Д - климатические:

температура воздуха;
влажность воздуха;
скорость ветра;
направление ветра.

3.7. Контролируемые параметры, характеризующие сварку - сварочные работы (группа II), классифицируют так:

П.А.Г.а - сварочные материалы:

температура сушки сварочных материалов (электродов, флюсов);

эксцентрисность широты электродов (разность толщин покрытия);

дефекты покрытия электрода (трещина, поры, вмятина);

П.А.1.б - трубы:
дефекты поверхности стенки трубы (риска, вмятина, забоина);
свальность трубы по любому сечению;

П.А.2.а - сборка труб под сварку:
угол скоса кромок под сварку;
зазор между кромками стыкуемых труб;
разнотолщинность стыкуемых труб;
превышение кромок;
притупление кромок;
удельное контактное давление на торце трубы под действием внутреннего центрафора;
косина торцов свариваемых труб;
температура предварительного подогрева;

П.А.2.б - режим ручной сварки:
сила сварочного тока;
напряжение на дуге;
скорость сварки;
угол наклона электрода к вертикали;

П.А.2.в - режим автоматической сварки:
скорость подачи электродной проволоки;
поперечная коррекция электрода;
окружная скорость вращения трубной секции;
вылет электрода;
смещение электрода с зенита;

П.А.3.а - внешняя характеристика сварного шва:
ширина шва;
высота усиления шва;
смещение кромок после сварки;
наружные дефекты шва (поры, наплывы, кратеры, подрезы);

П.А.3.б - внутренняя характеристика сварного шва:
вид дефекта (непровар, трещина, раковина, поры, шлаковое включение);
длина дефектов (непровар, шлаковые включения, раковины);
ширина дефектов (непровар, шлаковые включения, раковины);
глубина дефектов (непровар, шлаковые включения).

3.8. Контролируемые параметры, характеризующие изоляцию - изоляционные работы в процессе трубопроводного строительства, имеют следующую классификацию:

П.Б.1.а - изоляционные материалы:

геометрический профиль рулона;

усилие отрыва пленки от рулона;

состояние втулки рулона;

П.Б.1.б - подготовка трубы под изоляцию:

нормальное усилие прижатия рабочего органа очистной машины;

степень очистки наружной поверхности труб;

степень осушки наружной поверхности труб;

П.Б.1.в - подготовка оборудования:

угол наклона шпуля;

нормальное усилие прижатия рабочего органа трубоочистной машины;

П.Б.2 - режим изолирования:

тормозное усилие на шпулях (степень натяжения ленты);

линейная скорость разматывания рулона;

П.Б.3 - качество изоляционного покрытия:

внешние характеристики состояния (гофры, провисы и др.);

сплошность покрытия;

прилипаемость покрытия;

толщина пленочного покрытия (однослойного);

поляризационный потенциал (оценка).

3.9. Для контролируемых параметров, характеризующих балластировку - качество балластировочных работ в процессе строительства подводных трубопроводов (группа П), принята следующая классификация:

П.В.1.а - балластировочные материалы

(плотность исходных материалов - компонентов);

П.В.1.б - состояние механизмов и оборудования для изготовления и нанесения балласта;

П.В.2 - процесс изготовления (нанесения) балласта

(дозировка исходных материалов по объему);

П.В.3. - характеристика балласта:

линейные размеры конструкции балласта;

вес балласта;

объем балласта.

3.10. Контролируемые параметры, характеризующие подводные земляные работы – состояние подводных земляных работ, классифицируют следующим образом:

П.Г.1 – состояние механизмов и оборудования для разработки траншей;

П.Г.2.а – характеристика местонахождения и ориентации земснаряда:

удаление грунтаарабатывающего судна от фиксированной точки на берегу;

смещение фиксированной точки оси судна относительно створа;

угол между продольной осью судна и створом;

П.Г.2.б – состояние процесса разработки (и засыпки) траншей:

угол поворота стрелы относительно оси судна (для одночерпаковых снарядов);

глубина опускания рабочего органа земснаряда;

боковой крен судна (под действием течения, волн, ветра);

длина подвижки судна по становому тросу (или перестановки на свайных опорах);

нагрузка на механические грунтозаборные устройства;

глубина воды в месте грунтозабора и отвала;

расход пульпы;

объемный вес пульпы;

П.Г.3.а – геометрическая характеристика траншей:

глубина воды с одновременной фиксацией планового положения промерных вертикалей и измерением уровня воды;

ширина траншей по основанию;

ширина траншей по верху;

П.Г.3.б – характеристика засыпки траншей

(толщина слоя грунта над верхом трубопровода).

3.11. Контролируемые параметры, характеризующие укладку трубопровода – процесс укладки подводных трубопроводов, классифицируют следующим образом:

П.Д.1.а – состояние оборудования для укладки трубопровода;

состояние троса и такелажных приспособлений;

радиус кривых искусственного гнутья;

П.Д.1.б – геометрическая и весовая характеристики трубопровода (радиус смонтированной конструкции из кривых изогнутого собственного гнущегося);

П.Д.1.в – разрывное усилие троса;

П.Д.2.а – рабочий режим оборудования:

усилие тяговой лебедки (сила натяжения тягового троса);

усилие тормозной лебедки;

глубина погружения устройств, на которые опирается трубопровод;

нагрузка на опорные устройства при погружении трубопровода;

расстояние до опорной точки на берегу от места контакта погружаемого трубопровода с поверхностью дна на участке S -образной кривой;

П.Д.2.б – состояние трубопровода в процессе укладки (деформация трубопровода в процессе укладки, радиус кривизны оси трубопровода);

П.Д.3.а – характеристика положения уложенного трубопровода:

глубина воды до верха уложенного трубопровода и дна траншеи с фиксацией расстояний до опорной точки на берегу;

горизонтальное смещение оси уложенного трубопровода от проектного створа;

П.Д.3.б – испытания подводного трубопровода:

давление среды в трубопроводе;

температура среды в трубопроводе;

расход среды при гидравлическом испытании трубопровода на прочность;

местонахождение утечки при гидроиспытании трубопровода.

3.12. Конструктивные характеристики трубопровода (группа Ш) определяют следующими контролируемыми параметрами:

Ш.А – прочностные показатели:

размеры дефектов на поверхности стенки трубопровода (риски, царапины, задиры, вмятины);

размеры скрытого дефекта в стенке трубопровода.

Ш.Б – геометрические показатели (относительные деформации стенки трубы);

Ш.В. – весовые показатели:

масса одного метра оснащенного трубопровода в воздухе;
плавуемость Γ м оснащенного трубопровода в воде.

П р и м е ч а н и е. Прочностные геометрические и весовые показатели контролируют по следующим стадиям технологических процессов:

прочностные – при операционном и приемочном контроле;

геометрические – при входном, операционном и приемочном контроле.

3.13. Контролируемые параметры в соответствии с [2] характеризуются рядом метрологических показателей.

Для количественного выражения контролируемого параметра и последующего его использования в целях нормирования и оценки свойств сооружаемого объекта необходимо выразить в конкретном виде такие понятия, как:

единица физической величины, которая определяет единицу измерения контролируемого параметра;

предел измерений;

погрешность измерения.

Единица физической величины – это физическая величина, которой по определению [2] присвоено числовое значение, равное 1.

Размерность физической величины – есть выражение, которое отражает связь величины с основными величинами системы и коэффициент пропорциональности которого принят равным 1.

3.14. Предел измерений – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерения, под которым понимается область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средств измерений.

3.15. Погрешность измерения – отклонение результата измерения (т.е. значения величины, найденного путем ее измерения) от истинного значения измеряемой величины.

В общем случае суммарная погрешность измерения Δ_x определяется величиной инструментальной $\delta_{\text{и}}$ и величиной методической $\delta_{\text{м}}$ погрешностей, т.е.

$$\Delta_{\Sigma} = \delta_{\text{сл}} + \delta_{\text{м}}, \quad (1)$$

причем, методическая погрешность, в свою очередь, складывается из случайной $\delta_{\text{сл}}$ и систематической θ ее составляющих, т.е.

$$\delta_{\text{м}} = \delta_{\text{сл}} + \theta. \quad (2)$$

В прил.2 приведены основные, дополнительные и производные единицы физических величин, используемые в номенклатурном перечне контролируемых параметров строительства подводных переходов.

В табл.1 дан номенклатурный перечень рассмотренных контролируемых параметров с конкретными, рекомендуемыми значениями метрологических показателей. Пределы измерения указаны в международной системе единиц (СИ), а для некоторых общепринятых, установившихся величин (например, сила и давление) в скобках приведены размеры в единицах, временно допускаемых к применению, указаны только параметры, обеспеченные приборами.

Допустимые погрешности измерений даны в абсолютном виде (т.е. выражены в единицах измеряемой величины) или в относительном виде (т.е. выражены в процентах или отношении).

3.16. Полевые исследования грунтов регламентированы общесоюзными нормативными документами. Основные из них:

- а) неоднородность состава, состояние и свойства грунтов:
 - при статическом зондировании (до 20 м) по [16], [17];
 - при динамическом зондировании (до 20 м) по [17], [18];
- б) деформационные свойства грунтов (до 20 м):
 - при испытании статическими нагрузками на штампы по [19];
 - при испытании прессиометрами по [20];
 - при статическом зондировании по [16], [17];
 - при динамическом зондировании по [17], [18];
- в) прочностные свойства грунтов:
 - при статическом зондировании по [16], [17];
 - при динамическом зондировании по [17], [18].
 - при испытании на срез по [21].

Таблица I

№ п/п	Шифр параметра (по рис.1)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерений		Допустимая погрешность измерения *
				минимальный	максимальный	
I П.А.І.а1						
Температура сушки сварочных материалов: °С						
		электродов		80	350	10
		флюсов		250	500	10
2 П.А.І.а2						
		Экцентricность покрытия электродов (разность толщины покрытия)	мм	0,12	0,25	0,01
3 П.А.І.а3						
		Дефекты покрытия электрода:	мм			
		длина трещины		0	12	1,0
		глубина поры		0	0,5 $h_{п}$	5%
		диаметр поры		0	2,0	0,2
		длина вмятины		0	12	1,0
		глубина вмятины		0	0,5 $h_{п}$	5%
4 П.А.І.б1						
		Дефекты поверхности стенки трубы:	мм			
		глубина коррозионных каверн		0	5,0	0,1
		глубина риска, царапины, задира		0	0,2 (0,05 $\sigma_{ст}$)	0,05
		глубина вмятины		0	50	5,0
		глубина забоин и задилов фасок		0	5,0	0,5
		глубина забоин на торцах		0	2,0	0,2

5	П.А.1.б ₂	Овальность труб по любому сечению	%	0	1,0	0,1
6	П.А.2.а ₁	Угол скоса кромок под сварку	град	20	35	1,0
7	П.А.2.а ₂	Зазор между кромками стыкуемых труб	мм	0,5		0,1
8	П.А.2.а ₃	Разнотолщинность стыкуемых труб	мм	0	3,0	0,5
9	П.А.2.а ₄	Превышение кромок	мм	0	3,0	0,5
10	П.А.2.а ₅	Прогнутление кромок	мм	1,5	8,5	0,5
11	П.А.2.а ₆	Удельное контактное давление на торце труб под действием внутреннего центрирования	МПа ₂ (кг/см ²)	8,0 (80)	20 (200)	1,0 (10)
12	П.А.2.а ₇	Косина торцов свариваемых труб	град.	0	5,0	1,0
13	П.А.2.б ₁	Сила сварочного тока	А	400	1000	5,0
14	П.А.2.б ₂	Напряжение на дуге	В	30	55	1,0
15	П.А.2.б ₃	Скорость сварки	м/ч	25	70	2,0
16	П.А.2.б ₄	Угол наклона электрода к вертикали	град	0	30	1,0
17	П.А.2.б ₅	Вылет электрода	мм	25	55	2,0
18	П.А.2.б ₆	Смещение электрода с зенита	мм	20	120	2,0
19	П.А.2.в ₁	Скорость подачи электродной проволоки	м/ч	150	600	10
20	П.А.2.в ₂	Поперечная коррекция электрода	мм	0	70	1,0
21	П.А.2.в ₃	Окружная скорость вращения трубной секции	м/ч	15	200	5,0
22	П.А.3.а ₁	Ширина шва	мм	5	50	200
23	П.А.3.а ₂	Высота усиления шва	мм	1,0	5,0	0,5
24	П.А.3.а ₃	Смещение кромок после сварки	мм	0	1,0	0,1

№ п/п	Шифр параметра (по рис. 1)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерений		Допустимая погрешность измерения *
				минимальный	максимальный	
25	П.А.3.а4	Наружные дефекты шва (глубина, порыв, наплыв, кратер, подрез)	мм	0	1,0	0,1
26	П.А.3.б1	Длина непровара (корень шва, межслойный)	мм	0	150	2,0
		Длина шлаковых включений, раковин	мм	0	60	2,0
27	П.А.3.б2	Ширина дефекта: непровар шлаковые включения	мм	0	5,0	0,1
		Геометрический профиль рулона:		0	5,0	0,1
28	П.Б.1.а1	Длина телескопического сдвига	см	0	10	0,5
		Угол между боковой образующей и торцевой плоскостью	град	60	90	5,0
29	П.Б.1.а2	Усилие отрыва пленки от рулона	Н/м (кг/см)	0	1000 (1,0)	20 (0,1)
30	П.Б.1.б1	Угол наклона шпуди	град	0	60	1,0
31	П.Б.1.в1	Нормальное усилие пржатия рабочего органа трубоочистной машины	кН (кг)	0,5 (50)	1,0 (100)	0,05 (5,0)
32	П.Б.2.а1	Тормозное усилие на шпудлах	кН (кг)	0 (0)	0,5 (50)	0,05 (5,0)
33	П.Б.2.а2	Линейная скорость размотывания рулона	м/мин	0	50	5,0

34	П.Б.3.а1	Сплотность покрытия (величина испытательного напряжения при искровой дефектоскопии)	В	10^3	$25 \cdot 10^3$	10^2
35	П.Б.3.а2	Степень прилипаемости покрытия	Н/м (кг/см)	$5 \cdot 10^2$ (15)	$5,0 \cdot 10^2$ (0,5)	10 (0,1)
36	П.Б.3.а3	Толщина пленочного покрытия (один слой)	мм	0,3	0,5	0,1
37	П.В.1.а1	Плотность исходных материалов	кг/м ³	12	60	1,5%
38	П.В.2.а1	Дозировка исходных материалов по объему	%	-	-	1,5%
39	П.В.3.а1	Линейные размеры конструкции балласта:				
		длина	м	1,0	10,0	0,1%
		толщина	мм	50	200	2,0%
40	П.В.3.а2	Масса балласта	кг	10	200	1,5%
41	П.В.3.а3	Объем балласта	м ³	(1,0)	(20)	(1,5%)
42	П.Г.2.а1	Удаление грунта с разбавляющего судна от берега	м	0,4	8,0	1,5%
43	П.Г.2.а2	Смещение фиксированной точки оси судна относительно створа	м	10	2500	0,2%
44	П.Г.2.а3	Угол между продольной осью судна и створом	град	0	15	2%
45	П.Г.2.б1	Угол поворота стрелы относительно оси судна (для одночерпаковых снарядов)	град	0	90	0,5
46	П.Г.2.б2	Глубина опускания рабочего органа земснаряда	м	0	30	1%

№ п/п	Шифр параметра (по рис. I)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерений		Допустимая погрешность измерения *
				минимальный	максимальный	
47	П.Г.2.63	Боковой крен судна	град	0	10	1,0
48	П.Г.2.64	Длина подвешки судна по становому тросу	м	0	300	1%
49	П.Г.2.65	Нагрузка на механические грунтозаборные устройства	кН (т)	0 (0)	500 (50)	1,5% 1,5%
50	П.Г.2.66	Глубина воды в месте грунтозабора и отвала	м	2	30	1%
51	П.Г.2.67	Расход пульпы	м ³ /с	0,3	1,5	2%
52	П.Г.2.68	Объемный вес пульпы	кН/м ³ (т/м ³)	-	-	5% 5%
53	П.Г.3.а1	Глубина воды с одновременной фиксацией планового положения промерных вертикалей	м	0	40	1%
54	П.Г.3.а2	Ширина траншеи по низу	м	10	2500	0,2%
55	П.Г.3.б1	Толщина слоя грунта над верхом трубопровода	м	2,5	200	5%
56	П.Д.2.а1	Усилие тяговой лебедки	кН (т)	0	5,0 3·10 ³ (300)	10% 2% (2%)
57	П.Д.2.а2	Усилие тормозной лебедки	кН (т)	0 (0)	500 (50)	2% (2%)

58	П.Д.2.а3	Глубина погружения опорных устройств и разность отметок смежных опор	м	0	40	1%
59	П.Д.2.а4	Нагрузка на опорные устройства при погружении трубопровода	кН (т)	0 (0)	5,0 100 (10)	0,5% 2,0% (2,0%)
61	П.Д.2.а5	Расстояние погружаемого (S - об-разного) участка до берега	м	100	2500	0,5%
61	П.Д.2.б1	Деформация трубопровода в процессе укладки (радиус кривизны оси трубопровода)	м	200	2000	1,5%
62	П.Д.3.а1	Глубина воды до верха уложенного трубопровода	м	1,5	40	1:100
63	П.Д.3.а2	Горизонтальное смещение оси уложенного трубопровода от проектного створа	м	0	10,0	10%
64	П.Д.3.б1	Давление среды в трубопроводе	(кг/см ²)	0 (0)	15 (150)	2% (2%)
65	П.Д.3.б2	Температура среды в трубопроводе	°С	0	40	1,0
66	П.Д.3.б3	Расход среды при испытании трубопровода на прочность	м ³ /с	0,03	0,5	0,5%
67	П.Д.3.б4	Координаты утечки при испытании трубопровода	м	0	2500	1,0

Окончание табл. I

№ п/п	Шифр на номер метода (рис. 1.1)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерения		Допустимая погрешность измерения
				минимальный	максимальный	
68	Ш.А	Дефекты на поверхности стенок трубопровода				
		(тщательная зачистка и коррозионных каверн)	мм	0	5,0	2%
69	Ш.В.1	Масса осадочного трубопровода в ванночке	кг/м (г/м)	2 (0,2)	25 (2,5)	1% 1%
70	Ш.В.2	Масса осадочного трубопровода в ванночке	кг/м (г/м)	0,5 (0,05)	3,0 (0,3)	5% 5%

Относительные значения допустимой погрешности измерения в % определены от среднего значения диапазона измерения.

кг/м — толщина покрытия электрода.

мм — толщина стенки трубы.

3.17. В соответствии с номенклатурным перечнем в процессе контроля строительства подводных трубопроводов измерению подлежат 9 групп параметров:

- количественные величины (масса, вес);
- временные величины;
- геометрические величины (параметры положения, линейные размеры, угловые величины и др.);
- кинематические величины (величины, относящиеся к скорости);
- величины, характеризующие физические свойства (плотность, удельный вес, влажность, вязкость и др.);
- силовые переменные величины (давление, силы и др.);
- тепловые величины;
- радиационные величины (фотометрические, акустические и др.);
- электрические и магнитные величины.

3.18. В целях сокращения номенклатуры средств измерений для контроля строительства подводных трубопроводов, а также внедрения активного контроля строительства в процессе разра- ботки измерительных приборов необходимо предусматривать:

- а) возможность совмещения измерений параметров одним прибором;
- б) возможность совмещения конкретной технологической и контрольной операций.

Учитывая специфику строительства подводных трубопроводов, активным контролем могут быть охвачены следующие параметры:

по сварке:

- 1) удельное контактное давление на торце трубы под действием внутреннего центриатора;
- 2) силу сварочного тока;
- 3) напряжение на дуге;
- 4) скорость сварки;
- 5) угол наклона электрода;
- 6) вылет электрода;
- 7) смещение электрода с зенита;
- 8) скорость подачи электродной проволоки;
- 9) поперечная коррекция электрода;
- 10) окружная скорость вращения трубной секции.

по изоляции:

- 1) нормальное усилие прижатия рабочего органа трубоочистной машины;
- 2) тормозное усилие на шпулях (или степень натяжения ленты);
- 3) линейная скорость разматывания рулона;

по подводным земляным работам:

- 1) удаление грунторазрабатывающего судна от фиксированной точки на берегу;
- 2) смещение фиксированной точки оси судна относительно створа;
- 3) угол между продольной осью судна и створом;
- 4) угол поворота стрелы относительно оси судна (для однокорпусных снарядов);
- 5) глубина опускания рабочего органа земснаряда;
- 6) боковой крен судна (под действием течения, волн и ветра);
- 7) длина подвижки судна по становому тросу;
- 8) нагрузка на механические грунтозаборные устройства;
- 9) расход пульпы;
- 10) объемный вес пульпы;
- 11) глубина воды с одновременной фиксацией планового положения промерных вертикалей;

по укладке подводных трубопроводов:

- 1) усилие тяговой лебедки (или сила натяжения тягового троса);
- 2) усилие тормозной лебедки;
- 3) глубина погружения устройств, на которые опирается трубопровод;
- 4) нагрузка на опорные устройства при погружении трубопровода;
- 5) расстояние до опорной точки на берегу от места контакта погружаемого трубопровода с поверхностью дна на участке S-образной кривой;
- 6) деформация трубопровода в процессе укладки (радиус кривизны оси трубопровода);
- 7) глубина воды до верха уложенного трубопровода с фиксацией расстояний до опорной точки на берегу;

которых погрешность δ состоит из двух составляющих: систематической погрешности δ_1 и случайной δ_2 .

Уравнение точности в общем виде можно представить как сумму

$$\delta_1 + \delta_2 = \rho_i - Q(N, \Delta_H). \quad (4)$$

Приведенные выше значения погрешностей измерения являются допустимыми суммарными погрешностями, включающими как систематическую составляющую, так и случайную.

4.2. Показателями точности измерений, устанавливаемыми в соответствии с [22] являются:

- а) числовые характеристики систематической и случайной составляющих погрешности;
- б) интервалы, в которых систематические и случайные составляющие погрешностей находятся с заданной вероятностью;
- в) функции распределения систематической и случайной составляющих погрешности.

4.3. Систематическая погрешность измерения обусловлена, главным образом, погрешностью собственно средства измерения (инструментальная погрешность δ_u).

Случайная погрешность характеризует условия проведения и индивидуальные ошибки измерения и является в основном методической погрешностью δ_m . Приближенно можно считать

$$\Delta_{\Sigma} = \delta_1 + \delta_2 \approx \delta_u + \delta_m. \quad (5)$$

4.4. Нормативный допуск на параметры при выполнении строительных работ компенсирует все виды погрешностей (технологических погрешностей δ_T и погрешностей измерений)

$$\Delta_H = \delta_T + \delta_u + \delta_m. \quad (6)$$

Технологические погрешности обусловлены неточностью выполнения отдельных рабочих операций (например, опускания рамы земснаряда, угла поворота земснаряда, рабочего хода и т.п.) и зависят от применяемых технологических средств и технологии работ.

Технологические погрешности регламентируются нормативными документами на соответствующие виды работ.

Погрешность измерений составляет часть нормативного допуска и определяется по формуле

$$\Delta_{\Sigma} = \delta_U + \delta_M - K \cdot \Delta_H, \quad (7)$$

где K - коэффициент, учитывающий долю нормативного допуска, приходящуюся на погрешность измерения ($0 < K < 0,5$).

Коэффициент K для геометрических параметров принимают в соответствии с [5] в зависимости от вида измерений и требуемого класса его точности (табл.2).

Таблица 2

Вид измерения	Класс точности	Значение K
Измерение линейных размеров	I-4 5-7	0,30 0,20
Контроль непрямолинейности, неплоскостности, перпендикулярности	Для всех размеров по всем классам точности	0,25
Передача осей по вертикали	I-3 4-6	0,30 0,20
Передача высотных отметок	I-3 4-6	0,30 0,20
Измерение длины опирания элементов	Для всех классов точности	0,25
Измерения совмещения ориентиров при установке низа элементов	Для всех классов точности	0,25
Измерения совмещения ориентиров при установке верха элементов	Для всех классов точности	0,25

Показатель точности и способ его выражения в зависимости от цели измерения находят в соответствующей нормативно-технической и технологической документации. Способы выражения показателей точности устанавливаются в соответствии с [22].

4.5. Измерения на этапах операционного и приемочного контроля следует выполнять с одинаковым классом точности. В случае, если класс точности измерений на этапе приемочного контроля ниже, чем при операционном контроле (в процессе выполнения технологических операций), результаты измерений приемочного контроля могут дать недостоверную информацию (выйти за пределы нормативного допуска при его фактическом обеспечении).

В случае, если класс точности измерения при операционном контроле ниже, чем на этапе приемочного контроля, отклонения параметров от нормативных допусков могут быть не выявлены в процессе выполнения работ и потребовать дополнительных непроизводительных затрат на их устранение.

4.6. Оценку точности результатов измерений при определении действительного значения контролируемого параметра Q выполняют путем вычисления среднего арифметического значения ряда повторных измерений $\bar{\rho}$ и отклонений δ_{ρ} от него каждого из выполненных измерений. Наибольшее отклонение не должно выходить за пределы случайных погрешностей примененных средств измерений

$$\bar{\rho} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \rho_i ; \quad \delta_{\rho_i} = \rho_i - \bar{\rho}, \quad (8)$$

где n - число измерений контролируемого параметра.

Реальное рассеивание средних арифметических при многократных измерениях оценивается средним квадратическим отклонением среднего арифметического (оценка случайной погрешности)

$$S_{\delta_2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2}{n(n-1)}}. \quad (9)$$

Среднее квадратическое отклонение для систематической погрешности вычисляют по формуле

$$S_{\delta_1} = \sqrt{\frac{1}{3} \sum_{i=1}^n \delta_{1i}^2}, \quad (10)$$

где δ_{1i} - систематическая погрешность измерения.

Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности результата измерений находят по формуле

$$\delta_{\delta} = \sqrt{\delta_{\delta_1}^2 + \delta_{\delta_2}^2}. \quad (II)$$

Предельное (доверительное) значение суммарной погрешности измерения δ определяют

$$\delta = t_p \delta_{\delta}. \quad (I2)$$

где t_p - коэффициент, зависящий от параметров нормального распределения погрешностей.

Коэффициент t_p выбирают из табл.3 с учетом доверительной вероятности результата P .

Рекомендуется два значения доверительной вероятности: $P = 0,95$ и $P = 0,99$, соответствующие удвоенной и утроенной средним квадратическим отклонениям при нормальном распределении погрешностей.

При оценке влияния систематических и случайных погрешностей на результат измерения необходимо иметь в виду, что систематические погрешности влияют только на абсолютную точность измерения и устраняются соответствующими поправками.

Случайные погрешности влияют на повторяемость результатов и учитываются путем осреднения по большому числу измерений.

4.7. Оценку методической погрешности δ_m выполняют следующим образом.

Количественной оценкой случайной погрешности измерения является среднее квадратическое отклонение результата измерения σ_p , с помощью которого можно оценить вероятность того, что при однократном измерении случайная погрешность δ_2 по абсолютной величине не превысит некоторой, наперед заданной величины Δ_{NM} , являющейся долей нормативного допуска, т.е. вероятность $P(|\delta_2| < \Delta_{NM})$.

Для практических целей расчета точности данную вероятность приводят к неравенству Чебышева

$$P(|\delta_2| > \Delta_{NM}) < \frac{\sigma_p^2}{(\Delta_{NM})^2},$$

в котором Δ_{NM} может быть выражена в относительных долях среднего квадратического отклонения σ_p .

Если, например, $\Delta_{NM} = 3\sigma_p$, то вероятность того, что случайная погрешность измерения окажется большей Δ_{NM} , составит:

$$P(|\delta_2| > 3\sigma_p) < \frac{\sigma_p^2}{(3\sigma_p)^2} = \frac{1}{9} \approx 0,11 \quad (13)$$

Соответственно, вероятность того, что случайная погрешность измерения не превысит $\Delta_{нн} = 3\sigma_p$ составит

$$P(|\delta_2| < \Delta_{нн}) = 1 - \frac{\sigma_p^2}{(3\sigma_p)^2} \approx 0,89. \quad (14)$$

Таблица 3

Число измерений n	Значения коэффициента t_p при P , равном		
	$P = 0,90$	$P = 0,95$	$P = 0,99$
2	6,31	12,71	63,7
4	2,35	3,18	5,84
6	2,02	2,57	4,03
8	1,89	2,36	3,50
10	1,83	2,26	3,25
12	1,80	2,20	3,11
14	1,77	2,16	3,01
16	1,75	2,13	2,95
18	1,74	2,11	2,90
20	1,73	2,09	2,86
Свыше 20	1,64	1,96	2,58

В случае, если имеется средство измерения с нормированным значением инструментальной систематической погрешности, оценку точности измерения производят следующим образом:

1) по заданным значениям нормативного допуска Δ_n и инструментальной погрешности средства измерения δ_n определяют часть допуска на методические случайные погрешности измерения параметра $\Delta_{нн}$:

$$\Delta_{нн} = K\Delta_n - \delta_n ; \quad (15)$$

2) по заданной доверительной вероятности обеспечения нормативного допуска из неравенства Чебышева определяют значение среднего квадратического отклонения σ_p ;

3) по результатам серии равнооточных измерений контролируемого параметра оценивают среднее квадратическое отклонение результатов измерений из уравнения

$$\delta_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2}{n-1}}, \quad (16)$$

где ρ_i - результат отдельного измерения;
 $\bar{\rho}$ - среднее арифметическое результатов измерений;
 n - количество измерений контролируемого параметра;

4) сравнивают среднее квадратическое отклонение δ_p (характеризующего гарантированный уровень обеспечения нормативного допуска $\Delta_{нм}$) с его оценкой δ_p (характеризующей качество процесса измерения контролируемого параметра), т.е.

$$\delta_p \leq \sigma_p.$$

Пример расчета точности по рассмотренной методике дан в прил.4.

В случае, если нормативный допуск контролируемого параметра отсутствует, критерием точности измерений может служить суммарная допустимая погрешность измерения, значения которой приведены выше в табл. I.

4.8. В процессе балластировки подводных трубопроводов необходимо строго соблюдать требования, предъявляемые к точности выполнения работ.

Для балластировки подводных трубопроводов применяют:
 чугунные кольцевые грузы;
 сплошные покрытия из обычного или тяжелого бетона;
 железобетонные кольцевые грузы.

Балластные покрытия или штучные балластные грузы должны удовлетворять заданным допускам по весу, размерам и качеству изготавливаемой поверхности.

Интервалы изменения контролируемых параметров в зависимости от диаметра трубопровода (320-1220 мм) приведены в табл.4.

Качество поверхности бетонного покрытия по соответствующим техническим условиям допускает наличие раковин диаметром до 15 мм, глубиной до 5 мм.

сколы бетона ребер утяжелителей на длине 1 м должны быть глубиной не более 10 мм и протяженностью не более 100 мм, усадочные технологические трещины - шириной до 0,1 мм.

Таблица 4

Вид балласта	Единица измерения	Масса, т	Длина, м	Внутренний радиус, мм	Толщина, мм	
					Общая	Защитного слоя
Сплошное бетонное покрытие	Одна труба	2,0-27,0	До 10	330-1230	25-260	2,5-4,0
Железобетонные кольцевые утяжелители	Один утяжелитель	0,23-2,85	1,2-2,4	200-655	120-230	3,5-4,0

При приемке балластного покрытия контролируют:
 внешний вид и размеры балластного покрытия;
 объемную массу бетона;
 прочность бетона;
 массу изделия в целом;
 морозостойкость;
 водонепроницаемость.

При приемке железобетонных изделий дополнительно контролируют положение монтажных петель и отверстий.

Линейные размеры следует определять с абсолютной погрешностью до 1 мм с помощью металлических измерительных линеек по [23], а также измерительных металлических рулеток 2-го класса типа РЗ-2, РЗ-5 по [24].

На строительной площадке выполняют 5%-ный выборочный входной контроль с целью проверки соответствия утяжелителей действующим техническим требованиям.

Для укладки трубопровода по проектному профилю траншеи первостепенное значение имеет величина отрицательной плавучести трубопровода, которая примерно на порядок меньше массы тру-

опротода в воздухе. Небольшое отклонение этой массы в меньшую сторону может привести к резкому снижению отрицательной плавучести трубопровода, явиться причиной провисания трубопровода на криволинейных участках или даже его всплытия.

Точность измерения массы трубопровода в воздухе должна исключать возможное недопустимое отклонение (снижение) величины отрицательной плавучести.

Для подводных газопроводов с бетонной пригрузкой допустимая погрешность измерения массы в воздухе должна составлять не более 1%. При отсутствии средств измерений, обеспечивающих указанную точность, допускается проводить контроль непосредственно отрицательной плавучести, для которой относительная погрешность измерения может быть увеличена до 5%.

4.9. В процессе разработки подводных траншей необходимо строго соблюдать требования, предъявляемые к точности выполнения всех технологических операций.

Контроль процесса разработки подводных траншей имеет следующие цели:

а) определение расположения и ориентации земснарядов в створе перехода при его рабочих перемещениях;

б) определение параметров, характеризующих точность отдельных технологических операций разработки или засыпки траншей и в конечном счете влияющих на качество подводных земляных работ в целом;

в) определение параметров, характеризующих режимы работы земснаряда и его производительность по грунту.

Технологический процесс разработки траншей включает операции опускания (или подъема) грунтоработывающего устройства на заданную глубину и рабочие перемещения земснаряда.

Расположение грунтоработывающего устройства на дне перехода определяют координатами X, Y, Z которые находят из следующих выражений и в соответствии со схемой

(рис.2):

$$\left. \begin{aligned} X &= x_A - (l_K \sqrt{1 - \left(\frac{Z}{l_K}\right)^2} - a) \cos \alpha; \\ Y &= y_A - (l_K \sqrt{1 - \left(\frac{Z}{l_K}\right)^2} - a) \sin \alpha; \\ Z &= H, \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

- где x_A - удаление фиксированной точки А на оси судна (точки наблюдения) от закрепленного на берегу поперечника;
- y_A - смещение фиксированной точки А относительно проектного створа;
- l_K - длина всасывающей конструкции земснаряда от шарнирного закрепления до зева всасывающего устройства;
- z - превышение шарнирного закрепления всасывающей конструкции над точкой всасывания, примерно равное глубине всасывания H ;
- q - расстояние по горизонтали от точки наблюдения до шарнирного закрепления всасывающего устройства;
- α - угол между продольной осью судна и направлением створа.

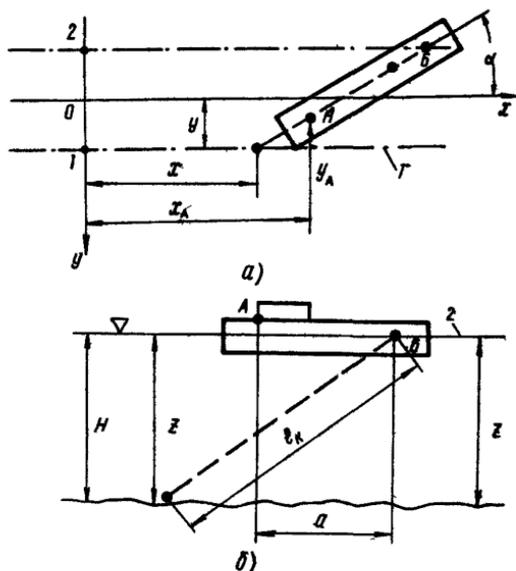


Рис.2. Схема определения нахождения грунторазрабатывающего устройства в створе перехода:

а - в плане; б - по глубине; 1 - створ; 2 - горизонт воды, А - фиксированная точка на оси судна; Б - шарнирное закрепление всасывающей конструкции

К параметрам, влияющим на точность разработки поперечного сечения траншеи, относятся:

глубина опускания рабочего органа;

близость крен судна от воздействия волны и поперечного течения;

угол поворота стрелы (для одночерпаковых земснарядов);

длина подвешки судна по станковому тросу.

К основным параметрам, определяющим режим работы земснаряда, относятся:

нагрузка на механические грунтозаборные устройства;

расход пульпы;

объемная масса пульпы;

разряжение во всасывающей линии;

усилия в тросах.

Приемочный контроль разработанной или засыпанной траншеи базируется на измерении глубины в точке с одновременной фиксацией ее расположения в плане.

В качестве основной характеристики траншеи служит ее продольный профиль по проектному отвору, дополненный поперечными профилями в различных сечениях.

Задача приемочного контроля состоит в том, чтобы установить соответствие фактических отметок в полосе возможной зоны укладки трубопровода проектным отметкам. Для этой цели измеряют глубину траншеи с помощью эхолотов различной конструкции. Относительная инструментальная погрешность применяемых эхолотов обычно составляет 1%.

Плановая привязка промерных точек осуществляется геодезическим способом. Суммарные погрешности измерений в процессе геодезического контроля точности (в соответствии с [14]) должны быть не более 0,20 величины допустимых отклонений, предусмотренных в главах II части СНиП или проекте.

4.10. Номенклатура и значения параметров, контролируемых в процессе укладки подводного трубопровода, зависят от способа укладки.

При укладке трубопровода способом протаскивания по дну основным контролируемым параметром является величина тягового усилия. В случае использования спусковых роликовых устройств

или рельсового пути дополнительно необходимо контролировать величину тормозного усилия, которое предотвращает самопроизвольное скатывание трубопровода и снижает силы инерции при трогании с места и остановке трубопровода.

Величину тягового и тормозного усилий измеряют динамометрами с суммарной допустимой погрешностью не более 5%.

Для уменьшения тягового усилия при протаскивании используют типовые разгружающие понтоны грузоподъемностью от 1,0 до 10 т. Грузоподъемность таких понтонов следует контролировать с погрешностью весовых измерений до 5%.

При укладке трубопровода с поверхности воды свободным погружением или с применением плавучих площадок (опор, стягиверов и других средств) в зависимости от характера водной преграды и принятой технологии опуски можно контролировать следующие параметры:

максимальную глубину погружения трубопровода в определенные моменты времени;

скорость погружения;

параметры изгиба трубопровода (кривизна);

глубину погружения опорных устройств;

нагрузку на опорные устройства;

смещение трубопровода от проектного створа.

Все нагрузки в процессе укладки трубопровода необходимо контролировать с относительной допустимой погрешностью до 5%, а глубину с погрешностью до 1%.

Радиус кривизны трубопровода можно контролировать по результатам измерения глубин в фиксированных (опорных) точках.

Приближенное значение радиуса кривизны трубопровода рекомендуется определять выражением

$$R_i \approx \frac{\left[l^2 + \left(\frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2} \right)^2 \right]^{3/2}}{(y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}) \cdot l}, \quad (18)$$

где l - расстояние между контролируемыми опорными точками (рис.3);

y_i, y_{i-1}, y_{i+1} - координаты точек трубопровода.

Для речных переходов в большинстве случаев характерно условие

$$\Delta y_{(i+1, i-1)} \ll l,$$

поэтому

$$R_i \approx \frac{l^2}{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}. \quad (19)$$

Кривизну трубопровода в процессе его укладки можно также контролировать путем измерения стрелки прогиба f , связанной с радиусом упругого изгиба R соотношением $f = \frac{L^2}{8R}$ (где L - базовая длина измерения искривленного участка трубопровода).

Допустимая погрешность измерения стрелки прогиба может быть найдена с учетом величины допустимого напряжения в стенке трубопровода по выражению

$$f = \frac{L^2 [\sigma]}{4DE}, \quad (20)$$

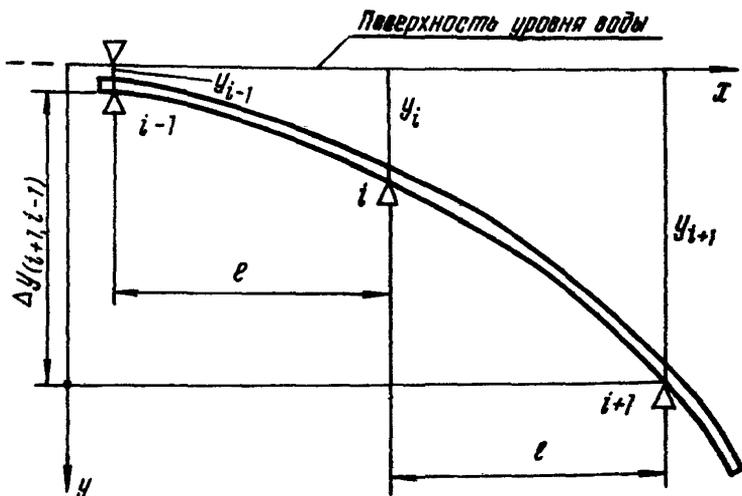


Рис.3. Схема контроля кривизны трубопровода в процессе его укладки погружением:

l - расстояние между опорными точками; y_{i-1}, y_i, y_{i+1} - координаты трубопровода

где $[6]$ - допустимое напряжение в стенке трубы (исходя из нормативных требований), МПа (кгс/см²);

D - диаметр трубопровода, мм;

E - модуль упругости, МПа (кгс/см²).

Допустимое смещение оси трубопровода от проектного створа определяется шириной подводной траншеи по дну, которая назначается в зависимости от ширины водоема (реки).

Для водных преград шириной от 200 до 5000 м допустимое смещение оси трубопровода в плане может соответственно составить 0,5-10,0 м.

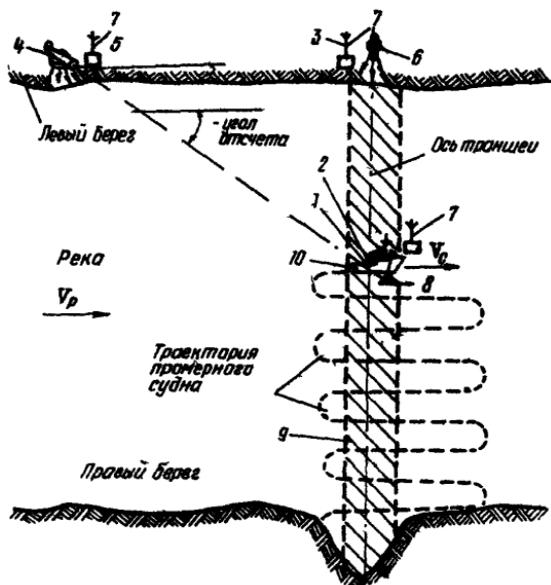


Рис.4. Схема технологии производства контроля качества подводных траншей:

1, 2 - рабочие места оператора эхолота и оператора связи на плавсредстве; 3 - рабочее место контролера на створе перехода; 4 - рабочее место контролера на отсчетном теодолите; 5 - теодолит отсчетный; 6 - теодолит створный; 7 - радиостанция связи; 8 - вибратор эхолота; 9 - траншея подводная; 10 - судно промерное; V_P - скорость течения реки; V_G - скорость перемещения судна

Допустимая суммарная погрешность измерения величины смещения не должна превышать 10%.

Схема технологии производственного контроля качества работки подводных траншей приведена на рис.4.

5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Процесс измерения состоит из следующих основных этапов:

- а) подготовки измерений;
- б) проведения измерений;
- в) оформления результатов измерений.

5.2. Подготовка измерений включает:

- а) анализ объекта и выбор метода измерения;
- б) предварительный расчет точности;
- в) выбор измерительного инструмента;
- г) подготовку условий для проведения измерений.

5.3. Проведение измерений состоит из:

- а) подготовки объекта измерения и средства измерения;
- б) выполнения соответственно измерения в строгом соответствии с методикой измерения;
- в) регистрации результатов измерения и контроля.

5.4. Оформление результатов измерений включает:

- а) оценку точности результатов измерений;
- б) статистическую обработку полученных данных в соответствии с целью измерений.

В процессе измерений следует фиксировать также действительные значения величин, влияющих на результат измерения (например, температура, влажность. Если эти значения выходят за пределы нормальных, то результаты измерений приводят к нормальным условиям путем введения соответствующих поправок.

5.5. При расчете суммарной погрешности результата измерений следует учитывать требования и условия измерений, указанные в паспорте и руководствах по эксплуатации средств измерений.

5.6. Если результаты измерений вышли за пределы нормативного допуска, то измерения необходимо повторить.

Для оценки случайных (методических) погрешностей (см. п.4.7) рекомендуемое число измерений конкретного контролируемого параметра должно составлять от 3 до 20 (в зависимости от условий проведения измерений).

5.7. Измерения могут выполнять только лица, имеющие специальную техническую подготовку.

Средства и методика измерений должны соответствовать требуемой точности измерений.

6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДВОДНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

6.1. Анализ состояния измерений выполняют с целью установить соответствие средств и методов измерений, применяемых в процессе сооружения подводных трубопроводов, современным требованиям строительного производства и разработать на этой основе мероприятия по улучшению метрологического обеспечения трубопроводного строительства.

6.2. При проведении анализа состояния измерений в системе строительного треста выполняют следующие работы:

а) при анализе состояния действующей нормативно-технической документации проверяют состояние внедрения основных положений Государственной системы обеспечения единства измерений в действующей нормативно-технической документации:

правильность установленных требований к точности измерений рабочих параметров строительства;

достоверность нормируемого метода оценки результатов измерений;

выявляют взаимосвязь требований к точности контроля основных параметров с качеством формируемого объекта;

устанавливают, какие дополнительные требования должны быть включены в документацию или в каком направлении должны быть повышены предъявляемые требования в целях обеспечения более эффективного контроля параметров строительства и улучшения его качества;

б) при анализе состояния оснащенности технологического процесса строительства выявляют оснащенность всех строитель-

ных подразделений треста необходимыми средствами измерений, отвечающими требованиям точности производственного контроля параметров строительства.

В результате анализа оснащенности строительства определяются потребности строительных подразделений в:

средствах измерений, выпуск которых должен быть увеличен; новых средствах измерений, разработка которых должна быть предусмотрена в плане организационно-технических мероприятий по улучшению метрологического обеспечения строительных организаций отрасли;

импортных средствах измерений, которые следует приобрести.

6.3. По результатам анализа состояния измерений в строительных подразделениях треста непосредственно заполняют таблицы по формам № 1, 2, 3 прил. 5. Эти формы, заполненные каждым строительным управлением, ежегодно направляют с соответствующей справкой (пояснительной запиской) в центральную строительно-монтажную лабораторию треста в трех экземплярах.

Справку (пояснительную записку) составляют лица, которые провели анализ состояния измерений в строительном подразделении совместно с руководителями подразделения, принимавшими участие в подготовке исходных материалов анализа.

Содержание справки (пояснительной записки) включает следующие необходимые разделы:

введение, в котором приведено краткое содержание анализа (наименование конкретных технологических операций подводно-технических и общестроительных работ, по которым проводили анализ, объемы выполненных технологических работ и объемы измерений по ним, фактические сроки выполнения строительных работ и проведения инструментального контроля и др.);

главную часть, в которой должна быть дана общая характеристика состояния метрологического обеспечения в строительном подразделении по всем вопросам, перечисленным в п. 6.2;

заключение, в котором должны быть сформулированы предложения по улучшению метрологического обеспечения трубопроводного строительства в данном подразделении, а также предложения для включения в общий план организационно-технических мероприятий по улучшению метрологического обеспечения отрасли

6.4. Центральная лаборатория треста ежегодно проводит обработку результатов анализа состояния измерений по материалам, полученным от всех строительных подразделений треста. На основании этих материалов составляют сводный отчет о состоянии метрологического обеспечения в системе треста, который утверждает управляющий или главный инженер треста.

6.5. При обработке материалов анализа необходимо установить процент допущенного брака (отступлений от регламентированных норм) вследствие недостаточного метрологического обеспечения строительства.

Целесообразно опираться на следующую классификацию причин возникновения такого брака:

отсутствие контрольных операций в технологическом процессе;

неправильный выбор или назначение средств измерений;

применение средств измерений с погрешностью больше допустимой;

неправильное использование средств измерений (в том числе применение неаттестованных методов измерений, несоответствие СИ требованиям технической документации, ошибки измерений);

использование неисправных средств измерений.

6.6. Для количественной оценки фактического уровня метрологического обеспечения строительства могут быть использованы показатели, характеризующие:

оснащенность строительного подразделения средствами измерений;

загрузку средств измерений;

уровень современности используемых средств измерений;

степень обновления парка контрольно-измерительной техники;

уровень унификации;

наработку на отказ конкретного прибора;

время восстановления прибора в условиях его эксплуатации;

степень готовности прибора к выполнению требуемых функций;

уровень технического использования технических средств измерений и контроля;

удельную трудоемкость технического обслуживания приборов;

удельную трудоемкость ремонтов;
уровень квалификации работников метрологической службы;
стоимость эксплуатации технических средств измерений и
контроля.

Для количественной оценки перечисленных показателей можно использовать следующие расчетные формулы:

1) коэффициент оснащенности строительного подразделения средствами измерений (K_0 в шт/р) — это отношение общего (суммарного) количества числящихся на балансе подразделения средств измерений $\sum_{i=1}^m \pi_i$ к объему капиталовложений C (в р.):

$$K_0 = \frac{\sum_{i=1}^m \pi_i}{C}, \quad (21)$$

где $m = 1, 2, 3, \dots$ — количество средств измерений по каждой группе контролируемых параметров трубопроводного строительства;

2) средний коэффициент загрузки средств измерений (K_3) — среднее значение отношения времени работы (активного использования) всех имеющихся π средств измерений к календарному фонду времени T_K (без учета времени, затрачиваемого на ремонт и профилактику):

$$K_3 = \frac{1}{T_K} \sum_{i=1}^n T_i; \quad (22)$$

3) коэффициент современности средств измерений (K_c) — отношение фактической разности общего числа используемых средств измерений π и числа средств, подлежащих замене (списанию) π_3 , к общему количеству π :

$$K_c = \frac{\pi - \pi_3}{\pi}; \quad (23)$$

4) коэффициент обновления парка средств измерений ($K_{об}$) — отношение количества средств измерений, введенных в эксплуатацию за определенный промежуток времени ΔT ($\pi_{\Delta T}$), к общему числу эксплуатируемых средств измерений π :

$$K_{об} = \frac{\pi_{\Delta T}}{\pi}; \quad (24)$$

5) коэффициент унификации ($K_{ун}$) - отношение серийно выпускаемых средств измерений Π_c к их общему числу Π :

$$K_{ун} = \frac{\Pi_c}{\Pi};$$

6) наработка на отказ (T_0) отношение суммарного времени проработанного однотипными средствами измерения T_i к числу их выхода из строя (количеству отказов) m :

$$T_0 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m T_i; \quad (25)$$

7) среднее время восстановления средства измерения (T_B) - отношение суммарного времени, затраченного на отыскание и устранение неисправности T_{B_i} однотипного средства измерения, к общему числу его отказов m :

$$T_B = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m T_{B_i}; \quad (26)$$

8) коэффициент готовности (K_r) - отношение наработки на отказ T_0 к суммарному времени наработки и восстановления T_B :

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_B}; \quad (27)$$

9) коэффициент технического использования ($K_{ТИ}$) - отношение суммарной наработки в течение определенного промежутка времени T_c к сумме времени, слагаемой из суммарной наработки T_c , продолжительности простоя средства измерения во время его ремонта T_p и технического обслуживания $T_{об}$:

$$K_{ТИ} = \frac{T_c}{T_c + T_p + T_{об}}; \quad (28)$$

10) удельная суммарная трудоемкость технического обслуживания ($K_{то}$) отношение средней суммарной трудоемкости техобслуживания $T_{то}$ к средней наработке средства измерения за один и тот же период времени эксплуатации T_{cp} :

$$K_{то} = \frac{T_{то}}{T_{cp}}; \quad (29)$$

II) Удельная трудоемкость ремонтов ($K_{\text{ТР}}$) - отношение суммарных трудозатрат на средний и капитальный ремонты $T_{\text{ТР}}$ за определенный период эксплуатации к средней наработке средства измерения за тот же период эксплуатации $T_{\text{СР}}$:

$$K_{\text{ТР}} = \frac{T_{\text{ТР}}}{T_{\text{СР}}}; \quad (30)$$

12) показатель квалификации персонала в сфере метрологического обслуживания:

$$K_{\text{КВ}} = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^m \alpha_i N_i + \sum_{j=1}^n \alpha_j N_j \right), \quad (31)$$

где

i, j - индексы признаков квалификации;

α_i, α_j - соответственно коэффициенты образовательного ценза и производственного стажа;

N_i, N_j - соответственно количество специалистов по i -му и j -му признакам квалификации;

N - число специалистов, занятых в сфере метрологического обслуживания.

Значения коэффициентов α_i, α_j для различных признаков и групп квалификации приняты следующие:

<u>Образовательный ценз</u>	<u>Значения коэффициента α_i</u>
Высшее со специализацией	1,0
Высшее общетехническое	0,8
Среднее специальное (со специализацией)	0,5
Среднее	0,4
Неполное среднее	0,3

<u>Стаж работы после окончания курсов по повышению квалификации</u>	<u>Значения коэффициента α_j</u>
более 10 лет	1,0
от 3 до 10 лет	0,7
менее 3 лет	0,5

13) относительная стоимость эксплуатации (C_0) отношение суммарных затрат на эксплуатацию средств измерений C_{Σ} к среднему сроку службы до списания $T_{\text{ср}}$

$$C_0 = \frac{C_{\Sigma}}{T_{\text{ср}}} \quad (32)$$

Показатель C_0 может быть также рассчитан как отношение годовых эксплуатационных затрат на обслуживание средства измерения $C_{\Sigma \text{г}}$ к ее первоначальной стоимости (покупной цене) C_H т.е.

$$C_0 = \frac{C_{\Sigma \text{г}}}{C_H} \quad (33)$$

6.7. Система количественных показателей (см.п.6.6) позволяет выполнять оценку уровня метрологического обеспечения строительства для:

- конкретного средства измерения;
- группы средств измерений в пределах конкретного вида производства работ;
- отдельного строительного подразделения или отдельной группы строящихся объектов;
- треста в целом.

6.8. Решение задач, связанных с оптимальной обработкой результатов эксплуатационных наблюдений за состоянием средств измерений, позволяет наметить рациональные пути совершенствования метрологического надзора за состоянием средств измерений.

Наличие достоверной статистической информации о работе - способности применяемых средств измерений дает возможность выявить действительные причины выхода их нормируемых метрологических характеристик за установленные пределы и обоснованно назначить регламент технического обслуживания измерительных приборов.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ, КОНСТРУКТОРСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

7.1. Метрологическую экспертизу проводят с целью обеспечения эффективности измерений при контроле качества трубопроводного строительства. Основными задачами метрологической экспертизы является определение:

необходимой номенклатуры измеряемых параметров при контроле с целью обеспечения эффективности и достоверности контроля качества;

возможности проведения инструментального контроля в конкретных условиях строительства;

соответствия показателей точности и оперативности измерений требованиям производственного инструментального контроля качества;

соответствия показателей точности измерений допускам на технологические параметры строительства, контролируемые в процессе выполнения общестроительных и подводно-технических работ;

полноты и правильности требований к средствам измерений и методикам выполнения измерений;

возможности применения унифицированных, автоматизированных средств измерений, обеспечивающих получение заданной точности измерений и необходимой производительности контроля;

правильности выбора средств измерений и методик выполнения измерений;

возможности применения стандартизованных или наличия аттестованных методик выполнения измерений;

соответствия оперативности контрольных измерений заданной производительности технологического процесса строительства;

правильности наименований и обозначений физических величин и их единиц;

правильности указаний по организации и проведению измерений для обеспечения безопасности труда.

7.2. Разрабатываются основные организационно-методические положения метрологической экспертизы в системе треста

должно быть осуществлено на уровне стандарта предприятия, отвечающего требованиям ГОСТ 8.103-73 "Государственная система обеспечения единства измерений. Организация и порядок проведения метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации" [25] .

7.3. Метрологическую экспертизу документации в системе треста осуществляет метрологическая служба под методическим руководством и при непосредственном участии представителей головной и соответствующей базовой организаций метрологической службы.

7.4. В процессе разработки средств измерений для контроля строительства подводных трубопроводов метрологическую экспертизу проводят на следующих этапах подготовки документации:

- 1) техническое задание;
- 2) эскизный проект (пояснительная записка, расчет);
- 3) технический проект (пояснительная записка, технические условия, чертежи общего вида, габаритные чертежи);
- 4) рабочая документация (чертежи, схемы, спецификации, эксплуатационные документы, маршрутная и операционная карты, технологическая инструкция, ведомость технологических документов, карта технологического процесса).

7.5. В комиссию для проведения метрологической экспертизы входят специалисты, назначаемые главным инженером треста.

Метрологическая служба треста составляет годовой график проведения метрологической экспертизы, в котором должны быть указаны:

- вид документации и этапы ее разработки;
- организация (или подразделение), представляющая документацию на экспертизу;
- срок представления документации;
- срок проведения экспертизы.

Рекомендуемая форма графика проведения метрологической экспертизы дана в прил.6.

Ответственность за полноту и своевременность представления документации на метрологическую экспертизу возложена на разработчиков документации.

7.6. По результатам метрологической экспертизы составляется экспертное заключение в двух экземплярах (один экземпляр

для организации, проводившей экспертизу, второй - организацией-разработчику документации).

Экспертное заключение составляет также и в случае проведения метрологической экспертизой действующей документации. Форма экспертного заключения приведена в прил.7.

7.7. Экспертная комиссия имеет право возвращать документацию разработчикам в случае, если:

- нарушена установленная комплектность;
- нет обязательных подписей.

Экспертная комиссия может также потребовать от разработчиков дополнительные материалы для выяснения вопросов, возникших при проведении экспертизы.

7.8. Экспертная комиссия несет ответственность за полноту и качество проведенной метрологической экспертизы документации.

Учет документации, которая прошла метрологическую экспертизу, а также замечаний и предложений по ее результатам, ведут в журнале; форма журнала приведена в прил.8.

7.9. Для обобщения наиболее характерных и часто встречающихся недостатков документации по метрологическому обеспечению строительства ежегодно метрологическая служба проводит анализ результатов метрологической экспертизы и разрабатывает предложения по устранению недостатков в документации.

8. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Все нестандартизованные средства измерений, предназначенные для контроля строительства подводных трубопроводов, могут быть допущены к применению только после их метрологической аттестации.

Основными задачами метрологической аттестации являются: анализ метрологических характеристик средств измерений и определение их соответствия предъявляемым к ним техническим требованиям;

~~определение порядка метрологического обслуживания нестан-~~
~~дартизованных средств измерений при их эксплуатации.~~

8.2. Нестандартизованные средства измерений должны быть представлены на метрологическую аттестацию с технической документацией, в состав которой должны входить:

- техническое задание;
- технические условия (при их наличии);
- техническое описание;
- инструкция по эксплуатации;
- проект программы метрологической аттестации;
- проект методики периодической поверки.

8.3. Программу метрологической аттестации составляет разработчик и утверждает руководство строительной организации.

8.4. Результаты метрологической аттестации должны быть отражены в протоколе.

Если метрологическая аттестация констатирует положительные результаты, то на каждое средство измерения оформляют свидетельство, подписываемое лицом, которое проводило аттестацию, и руководителем строительного подразделения (или начальником лабораторий треста).

Средства измерений, после их метрологической аттестации, должны быть зарегистрированы метрологической службой треста.

8.5. По результатам аттестации оценивают уровень качества средства измерения и относят его к соответствующей категории качества. Возможны три категории качества: высшая, первая, вторая.

Высшая категория качества включает средства измерения, показатели уровня качества которых соответствуют базовым показателям для высшей категории качества по всем критериям, предусмотренным в методиках на конкретные виды средств измерений.

Первая категория качества характеризует средства измерений, если показатели уровня их качества соответствуют базовым показателям для этой категории качества по критериям:

- технического уровня;
- стабильности показателей качества;
- экономической эффективности, а нормативная и техническая документация на эти виды средств измерений соответствует требованиям Государственной системы стандартизации.

Вторая категория качества включает такие средства измерений, которые соответствуют действующим стандартам, но показатели уровня качества которых не соответствует базовым показателям для первой категории, хотя бы по одному из критериев: технического уровня, стабильности показателей качества или экономической эффективности.

9 ПРОФИПАКТИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1. Распоряжением руководства треста во всех его строительных подразделениях назначают лиц из состава сотрудников лабораторий, ответственных за:

техническое состояние, условия эксплуатации и хранения средств измерений;
своевременный учет рабочих средств измерений, подлежащих государственной поверке.

9.2. Лица, получившие для работы средства измерений, несут ответственность за их сохранность.

Передавать средства измерения другому лицу можно только если:

получено разрешение руководителя строительного подразделения;

уведомлено ответственное лицо, указанное в п.9.2.

9.3. Необходимость ремонта и порядок его проведения для каждого конкретного средства измерения устанавливает только метрологическая служба на основе постоянного контроля за состоянием и правильностью применения средств измерений.

Объем и вид ремонтных работ определяют, исходя из специфики использования средства измерения и выявленных неисправностей.

9.4. Метрологическая служба треста должна осуществлять оперативный учет всех средств измерений и контроля, находящихся в эксплуатации и на хранении.

На каждое средство измерения заводят специальную карточку, содержащую следующие данные о средстве измерения:

наименование и обозначение;

номер;

основные технические характеристики;
техническое состояние (исправен, неисправен);
строительное подразделение, где находится средство измерения и фамилия лица, ответственного за средство измерения;
сведения о прохождении технического обслуживания, ремонта, поверки;
сведения о метрологической аттестации (дата, пригоден или не пригоден к применению).

9.5. Профилактическое обслуживание включает работы, связанные с устранением неисправностей и повреждений приборов, возникающих в процессе эксплуатации (например, ремонт электропроводки, зачистка контактов, замена отдельных деталей, выверка прибора).

Работники метрологической службы треста должны выявлять дефекты средств измерений и фиксировать их в журнале регистрации в соответствии с прил.9.

Дефекты образцовых и рабочих приборов класса 0,5 и выше должны быть зарегистрированы в их паспортах.

Дефекты приборов класса точности 1,0 и ниже регистрируют в журнале регистрации дефектов (см. прил.9).

9.6. Средства измерений, не соответствующие нормам и требованиям нормативно-технической документации, подлежат ремонту:

текущему;
среднему;
капитальному.

Текущий ремонт - это комплекс работ, включающий ремонт периферийных блоков и узлов прибора с исправлением или заменой поврежденных деталей, не требующих пистровки и регулировки остальных узлов и прибора в целом.

Текущий ремонт следует выполнять в соответствии с графиком планово-предупредительных ремонтов. Графики этого вида ремонта утверждает главный инженер (или главный метролог) треста.

Средний ремонт - это комплекс работ, включающий:
чистку прибора (с разборкой по узлам или без разборки);
смазку трущихся поверхностей, замену подшипников, подтяжку соединений, замену узлов и мелких второстепенных деталей;

регулировку кинематики;
настройку электрических элементов;
чистку контактных поверхностей;
замену радиоламп.

Средний ремонт должен быть выполнен при возникновении необходимости в нем во время эксплуатации в периоды между капитальными ремонтами.

Капитальный ремонт - это комплекс работ, обеспечивающих полное восстановление работоспособности прибора и включающих полную разборку прибора, установку новой шкалы, замену всех изношенных деталей и узлов.

9.7. Ремонт средств измерений можно считать законченным только после того, как они прошли:

государственную (или ведомственную) поверку;
оформление соответствующей технической документации;
сдачу на эксплуатационный склад центральной лаборатории согласно [4].

Поверка средств измерений - это определение погрешностей средств измерений. Цель, которую в первую очередь преследует поверка, - выяснить, соответствуют ли их точностные характеристики регламентированным значениям и пригодно ли средство измерений к применению.

Погрешности средств измерений, выявляемые при нормальных внешних условиях, являются основными. В качестве нормальных условий принимаются:

температура окружающей среды, равная $+20^{\circ}\text{C}$;
атмосферное давление, равное $1,013 \cdot 10^5$ Па (760 мм рт.ст.);
влажность воздуха до 80% (в некоторых случаях до 90, 95%).

9.8. Капитальный ремонт и поверку следует выполнять в соответствии с графиком поверок, утвержденным главным инженером треста.

9.9. Общее руководство работами по планированию среднего и капитального ремонта средств измерений в тресте должен осуществлять начальник центральной лаборатории треста или начальник метрологического подразделения (если такое имеется).

9.10. Измерительные приборы должны быть сданы в ремонт согласно графикам поверки и предписаний об изъятии из обращения средств измерений.

9.II. Проведение профилактического обслуживания, а также текущего ремонта может быть выполнено силами ведомственной лабораторной (метрологической) службы.

Средний и капитальный ремонт средств измерений может быть осуществлен только при наличии соответствующей ремонтно-технической базы строительного подразделения.

После проведения среднего или капитального ремонта прибор подвергают ведомственной или государственной поверке.

9.I2. Списание средств измерений необходимо осуществлять в строго установленном порядке.

Непригодность средств измерений к дальнейшей эксплуатации и экономическая нецелесообразность их восстановления являются основанием для списания средств измерений.

Списание средств измерений выполняют лица, ответственные за техническое состояние средств измерений в строительных подразделениях после письменного заключения о непригодности указанных средств к дальнейшей эксплуатации, составленного группой (бригадой) специалистов, назначенной распоряжением по тресту.

Лица, ответственные за техническое состояние средств измерений, должны составлять акт о списании по устаревшей форме (прил.10) и вместе с техническим заключением о непригодности к эксплуатации направляют на согласование членам группы (бригады). Подписанные и утвержденные главным инженером треста акты о списании должны быть переданы в бухгалтерию треста.

10. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ТРЕСТА

10.I. Метрологическая служба треста является основным звеном ведомственной метрологической службы и создается по приказу руководителя треста в рамках структуры и штатов, обусловленных особенностями строительного производства. Создание и развитие метрологической службы треста предусмотрено в три этапа.

На первом этапе метрологическая служба входит в состав центральной лаборатории треста, в которой предусмотрена должность инженера или старшего инженера - метролога.

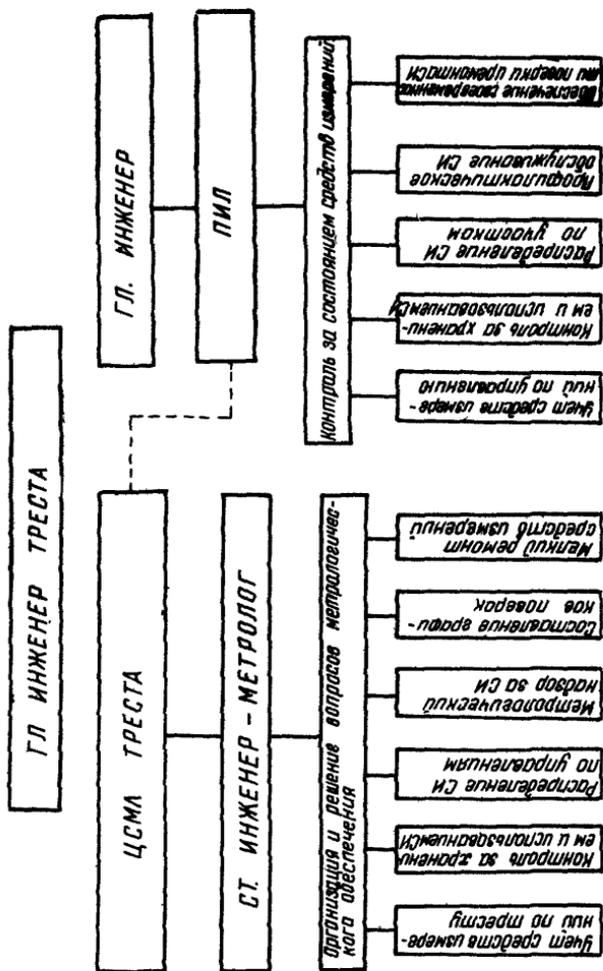


Рис. 2. Типовая структура и функциональные обязанности метрологической службы треста (I этап внедрения):
 — связь административного подчинения; - - - - - связь организационно-методического подчинения

В рамках полевых лабораторий вопросы по метрологическому обеспечению производственного контроля решают непосредственно контролеры. Структура и функциональные обязанности метрологической службы треста на первом этапе ее деятельности приведены на рис.5.

На втором этапе развития метрологической службы треста в рамках каждого строительного управления вводят должность техника или инженера-метролога, обязанности которых приведены в прил. II.

Рекомендуемая структура метрологической службы треста на данном этапе ее развития приведена на рис.6.

На третьем, заключительном, этапе развития метрологической службы треста в нем создается самостоятельное структурное подразделение, возглавляемое главным метрологом и находящееся в подчинении главного инженера треста.

В состав этого отдела входят:

старший инженер;

инженер;

техник-поверитель;

оперативная ремонтная группа, состоящая из четырех человек специалистов-ремонтников (по ремонту: гидроакустической аппаратуры, средств дефектоскопии сварочных и изоляционных работ и др.).

Рекомендуемая структура метрологической службы треста на заключительном этапе ее развития приведена на рис.7.

10.2. Основными функциями отдела главного метролога треста являются следующие:

метрологическое руководство и координация работ по метрологическому обеспечению подразделений;

метрологический надзор за хранением и использованием средств измерений в подразделениях, учет средств измерений; обеспечение поверки и ремонта средств измерений при взаимодействии с лабораториями госнадзора;

контроль за соблюдением правил подготовки и выполнения измерений, обработки и оформления результатов измерений;

внедрение в производство прогрессивных средств измерений;

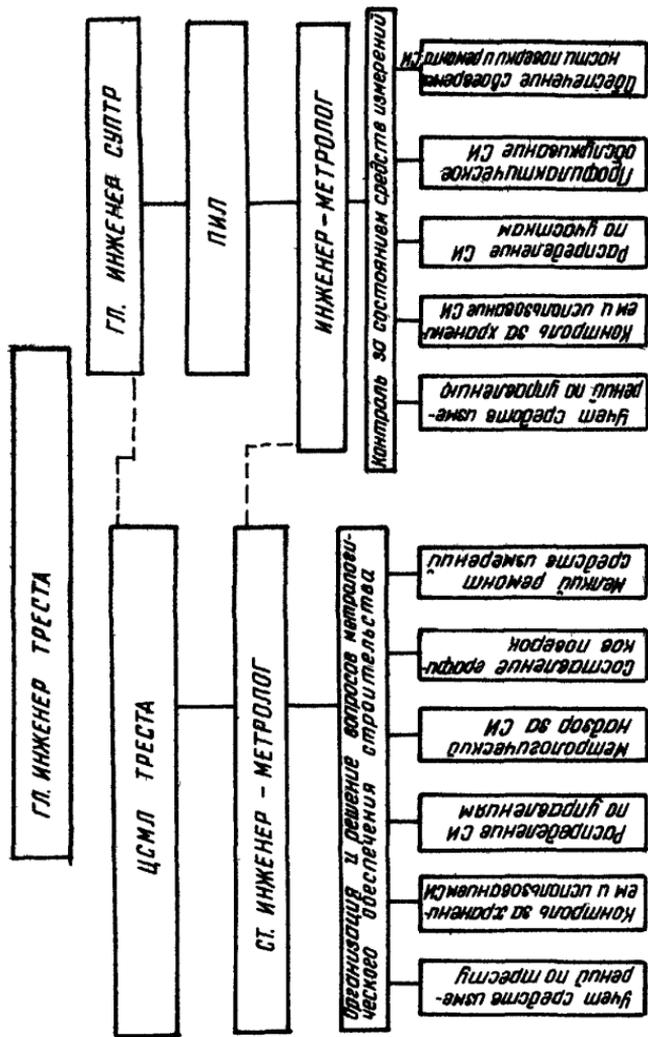


Рис.6. Рекомендуемая структура и функциональные обязанности метрологической службы треста (II этап внедрения):

— связь административного подчинения; - - - - связь организационно-методического подчинения

внедрение отраслевых и государственных стандартов;
распределение средств измерений по управлениям.

Рекомендуемый норматив численности метрологической службы треста на заключительном этапе развития приведен в табл.5.

Таблица 5

Структурное метрологическое звено	Количество должностных единиц				
	Главный метролог	Старший инженер-метролог	Инженер-метролог	Технический метролог	Оперативная ремонтная группа
Отдел главного метролога	1	1	1	1	4
Метрологическое звено ПИД	-	-	1	-	-

10.3. Квалификационные характеристики должностей главного метролога, инженера (и старшего инженера) по метрологии, а также техника-метролога принимает в соответствии с указаниями директивных органов. Данные квалификационные характеристики содержатся в прил. II.

10.4. Главный метролог назначается приказом по тресту, подчиняется непосредственно главному инженеру и несет ответственность за выполнение метрологической службой треста возложенных на нее задач.

Структуру и штаты метрологической службы утверждает управляющий трестом применительно к типовым структурам и нормативам численности, исходя из численного состава лабораторий треста и с учетом особенностей производства и объема работ, возлагаемых на подразделение.

10.5. В соответствии с ГОСТ 1.25-76 [1] и Типовыми положениями [9] Госстандарта о ведомственных метрологических службах (РДП 54-75 - РДП 57-75) метрологическая служба треста обязана:

1) проводить анализ состояния измерений в процессе контроля на всех этапах трубопроводного строительства;

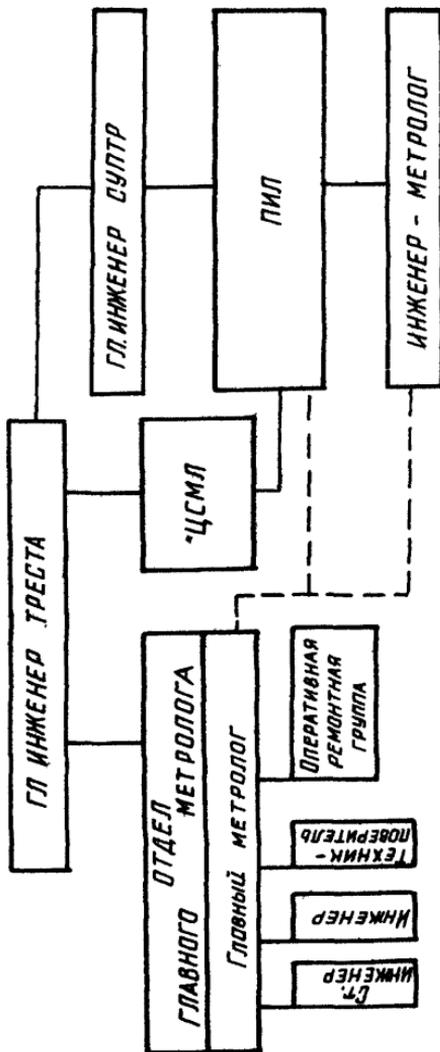


Рис.7. Рекомендуемая структура метрологической службы треста (III этап внедрения):
 — связь административного подчинения; - - - - - связь организационно-методического подчинения

2) внедрять государственные и отраслевые стандарты, регламентирующие вопросы метрологического обеспечения строительства;

3) участвовать в метрологической экспертизе проектов нормативно-технической, конструкторской и технологической документации;

4) участвовать в аттестации методик выполнения измерений;

5) осуществлять контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом средств измерений и соблюдением метрологических правил, требований и норм;

6) разрабатывать и внедрять внутриведомственные стандарты (стандарты предприятия) по вопросам метрологического обеспечения трубопроводного строительства;

7) осуществлять техническое обслуживание и мелкий ремонт средств измерений для производственного контроля качества;

8) осуществлять оперативный учет и правильное хранение всех имеющихся в системе треста средств измерений;

9) оформлять сопроводительную документацию по ремонту и поверке;

10) составлять заявки на необходимые для выполнения ремонтных работ оборудование, приборы, запчасти, инструмент и вспомогательные материалы;

11) принимать участие в разработке специальных средств измерений для контроля строительства объектов, подведомственных данному тресту.

10.6. Метрологическая служба треста проводит всю работу под методическим руководством базовой (СПКБ "Проектнефтегазспецмонтаж") и головной (ВНИИСТ) организаций метрологической службы отрасли в тесном взаимодействии с остальными подразделениями треста.

10.7. Численный состав метрологической службы треста определяется на основе Методических указаний Госстандарта [26].

II. ВЫБОР СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

II.1. Выбор средств и методов измерений определяется целью измерений, объектом измерений и точностью измерений.

По характеру цели измерения выполняют для:

- 1) определения значения контролируемого параметра при установлении его соответствия нормативному требованию (в пределах поля допуска);
- 2) проведения статистического анализа точности технологического процесса.

II.2. Средства и методы измерений назначают исходя из оптимальных затрат на проведение измерений с учетом обеспечения расчетной суммарной погрешности измерений.

II.3. Назначенные средства и методы измерений должны обеспечивать:

- 1) минимальные затраты времени и средств на выполнение измерений и их обработку;
- 2) наиболее полное исключение влияния систематических погрешностей;
- 3) минимальные значения случайных методических погрешностей, сопутствующих процессу измерения.

II.4. Используемые средства измерений должны быть аттестованы государственной или ведомственной метрологической службой в соответствии с требованиями Государственной системы обеспечения единства измерений.

Измерения необходимо выполнять только исправными измерительными инструментами и приборами, не имеющими повреждений.

II.5. Средства измерений для контроля строительства подводных трубопроводов по объему их промышленного производства и особенностям нормирования метрологических характеристик подразделяются на стандартизованные и нестандартизованные.

Порядок технического обслуживания, ремонта и поверки тех и других средств измерений регламентирован соответствующими государственными стандартами.

II.6. Перечень средств измерений и контроля строительства подводных переходов магистральных трубопроводов приведен в табл.6.

Технические характеристики используемых и рекомендуемых средств измерений и контроля содержатся в соответствующей нормативно-технической и справочной литературе.

II.7. При разработке подводных траншей высокоэффективна гидроакустическая аппаратура контроля. Используемые в настоящее время отечественные и зарубежные измерительные приборы данного типа (эхолоты) позволяют проводить достаточно точную съемку рельефа дна экваторий и определять геометрические параметры разрабатываемых подводных траншей.

Основные сравнительные характеристики современных эхолотов, используемых при строительстве подводных переходов магистральных трубопроводов, приведены в табл.7.

Отечественные эхолоты имеют следующие основные преимущества:

- 1) небольшую стоимость;
- 2) возможность оперативного контроля работы земснаряда и укладки трубопровода;
- 3) высокую точность измерения;
- 4) широкий диапазон рабочих температур;

Преимуществами зарубежных эхолотов являются:

- 1) удобство эксплуатации;
- 2) широкий диапазон регулировок;
- 3) графическое определение параметров траншеи и объема выполненных земляных работ;

4) возможность установить на маневренных плавсредствах.

Общими недостатками зарубежных эхолотов являются:

- 1) высокая стоимость;
- 2) несоответствие параметров бумаги стандартам СССР.

Таблица 6

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность внедрения средств контроля
Примен створа	Значения геодезических отметок	Теодолит	Т-2, Т-5, Т-5к, Т-30 и др.	Сокращение возможных эксплуатационных потерь из-за нарушения требований обводнения проектного колодезного трубопровода
Складирование:	Овальность по сечениям	Рулетка	РК, РТ	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
а) труб	Величина дефекта на стенке трубы (каверны, раковины, рапыны, засоры, задоры)	Ультразвуковой прибор	УЗС-2 и др.	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
б) сварочных материалов	Экцентрисность покрытия электрода	Измерительная линейка	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
в) изоляционных материалов	Дефекты покрытия (трещины, поры, вытеснения)	Измерительная линейка	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
	Геометрические профили рулонов:	Угольник	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
	угол между образующей и торцевой плоскостью рулона	Измерительная линейка	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
	длина телескопического сваята	Измерительная линейка	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
	Параметры промера:	Дуглометр	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
	высоты	Центрометр	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства
	плотности	Центрометр	-	Снижение уровня брака и производственных затрат в процессе строительства

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность внедрения, средства контроля
Сварочные работы:				
а) подогрев, сушка труб	Температура подогрева труб	Прибор контроля температуры - Ратур	ТН-I	Снижение дефектности сварных соединений
	Температура сушки сварочных материалов	Термометр	-	Снижение дефектности сварных соединений
б) сборка стыка под сварку	Угол скоса кромок под сварку	Наблюдение сварщика	УИНС-2 ИНС-I	Снижение дефектности сварных соединений
	Зазор между кромками труб	То же	То же	Уменьшение непропаяемых стыков на под-готовку стыка и соответственно процесс сварки
	Разнотолщинность труб	" "	" "	
	Презывание кромок	" "	" "	
	Притупление кромок	" "	" "	
	Косина торцов свариваемых труб	" "	" "	
	Удельное контактное давление на торце при центровке труб	" "	" "	
в) процесс сварки	Сила сварочного тока	Амперметр	-	Снижение дефектности сварных соединений
	Напряжение на дуге	Вольтметр	А-523	Повышение производительности процесса сварки
	Скорость сварки	Регистратор параметров сварочных режимов	-	

Расход газа	Рабочий прибор регулятор с манометром	МТ-60	
Угол наклона электрода к вертикали			
Вылет электрода			
Смещение электрода с центра	Следящая система	У-351	
Скорость подачи электро- родной проволоки	То же	То же	
Поперечная коррекция электрода	" "	" "	
Окружная скорость вращения трубной секции	" "	" "	
Виртика шва	Наблюдение сварщика	УНС-2, УНС-1	Повышение точности и де- стоверности контроля
Усмещение шва	То же	То же	Уменьшение расхода ванно- чки
Смещение кромок	" "	" "	" "
Наружные дефекты шва (поры, наплывы, под- резы и др.)	Дилейка оп- тической изотопости	"	"
Длина непровара шва	Синька, де- фектоскоп	МДУ-2У	
Выл выплывы, раковы- е дефекты	Дефектоскоп	МД-12Б	
Виртика внутренних де- фектов			

г) примечаний
контроль

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность внедрения средств контроля
л) контроль радиационной безопасности	Доза облучения	Радиометры	РП-1 "Кура", ДК-02, ИД-2,	Обеспечение надежной охраны труда
Изоляционные работы: а) подготовительные работы:	Снижение уровня брызга и испаряющихся веществ в процессе изоляционных работ	Приборы контроля степени очистки	"ОКО" "УКС-2"	Снижение уровня брызга и испаряющихся веществ в процессе изоляционных работ
б) очистка поверхностей	Нормальное усилие прижатия рабочего органа машины	Приборы контроля степени очистки	"ОКО" "УКС-2"	Снижение уровня брызга и испаряющихся веществ в процессе изоляционных работ
в) нанесение полимерной ленты и обертки	Степень сушки Давление Толщина Силосность Усилие отрыва пленки	Приборы контроля степени очистки - - Толщиномер - Автоматическое устройство на контрольной машине	- - ИТП -	Повышение качества изоляционного покрытия Снижение дефектности изоляционного покрытия
г) правление	Степень сушки Давление Толщина Силосность	Приборы контроля степени очистки - - Толщиномер -	- - ИТП -	Повышение качества изоляционного покрытия Снижение дефектности изоляционного покрытия
д) нанесение полимерной ленты и обертки	Усилие отрыва пленки	Автоматическое устройство на контрольной машине	-	Снижение дефектности изоляционного покрытия
е) нанесение полимерной ленты и обертки	Угол наклона шурупов	-	-	Снижение дефектности изоляционного покрытия

Тормозное усилие на шпурлях	Автоматическое устройство на изоляционной машине	Уменьшение непроизводительных затрат по исправлению брака
Линейная скорость размотывания рулона	То же	Повышение производительности процесса
Толщина покрытия	Толиномеры (электромат-нитный, выретоковый)	МТ-30Н МТ-35Н ЕТ-50Н (ТМШ-1) (ДМ-2)
Прилипаемость покрытия	Адгезиметры	(СМ-1) АР-2
Сплошность покрытия: электрическая прочность	Дефектоскопы искровые	ДМ-64 ДМ-74 ДЭП-1 ДЭП-2
катодная поляризация	Комплект: измеритель заземления миллиампер-метр-вольт-метр	МС-08 М-416 М-251
	амперметр (к генератору) пластинчатого тока искатель по-вреждений	- ИП-60 ИП-74
г) приемоный контроль		Обеспечение сохранности изоляционного покрытия в процессе строительства. Снижение брака

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность средства измерения
д) установка	Геометрические размеры рейки Защель между рейками	Керная линейка То же	- -	Обеспечение сохранности изоляционного покрытия в процессе строительства. Снижение брака
Земляные работы:				
а) контроль за перешением земляного ряда	Удаление судна от берега Смещение (искированной точки оси судна относительно створа) Угол между продольной осью судна и створом	Теодолит, оптический дальномер Радиодальномер Гониметр (компас с визирующим устройством)	Т-2, Т-15, Т-30, ОД, ДСП-30 "Луч" -	Сокращение возможных потерь из-за нарушения требований обеспечения проектного положения трубопровода
б) контроль за положением раб-очего органа гидротехнического сооружения	Угол поворота стрелы относительно оси судна Глубина погружения рабочего органа Глубина погружения опорных устройств	- ЛОТ То же Креномер	- - - -	Обеспечение наиболее производительности труда при точном соблюдении нормативных требований по разработке подводных траншей

	длина подвижки судна по станковому тросу	-	-	
	Глубина воды на месте грузозабора	Эхолот, ЛОТ, ЗИР ПЗФ, футшток	и др.	
в)	контроль нагрузки и расхода	Нагрузка на механические грузозаборные устройства	Манометр	Повышение расхода и снижение производительности работы
	Нагрузка на опорные стелы	Устройство	Манометр	Повышение расхода и снижение производительности работы
г)	примочный контроль	Глубина воды с привязкой к геодезическим отметкам	Продолговатая, эхолот, оптический дальномер, тсодолит, гидролифт	Повышение расхода и снижение производительности работы
	Ширина траншеи по дну		Продолговатая	
	Укладка трубопровода	Усилие тягловых лебедки	Манометр	Повышение производительности работы
		Усилие торьсаном лебедки	То же	
		Деформация трубопровода в процессе укладки (радиус кривизны, оси трубопровода)	-	
	Контроль положения уложенного трубопровода	Толщина слоя грунта над верховым трубопроводом	Эхолот	Повышение точности и достоверности контроля
	вода	Глубина воды до верха уложенного трубопровода	Эхолот, тсодолит, ЛОТ, футшток	Уменьшение расхода и затраты

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность внедрения средств контроля
Гидравлические испытания трубопровода	Давление среды в трубопроводе	Манометры: технические образцовые	МТ, МТП, МО	Повышение выявляемости брака
Местоахождение утечки при испытании	Местоахождение утечки при испытании	Течискатель электронный-кустический	ПТ-11Д ТЭД	Повышение точности и достоверности контроля
		Ультразвуковой теческатель нефти	УТН-1	
		Прибор для отыскания места повреждения	"Гидро-ЛЭКС" "Аквафон"	Уменьшение риска за-казчика

Таблица 7

Тип экс- люта		Сравнительные характеристики элементов							
Страна	Решив боги	Длина	Материал	Рабочие частоты	Рабочий диапазон	Масса эквивалента	Потребляемая мощность		
ИМЛ-3	СССР	Вертикаль- ное зонди- рование	И 0,4-40 0,4-200 I 1, 3%	И 20, 25 I 1, 3%	90	44 - +60	32-23	80	470x465x 270
ЭМР	СССР	Вертикаль- ное зонди- рование	И 0,5-20	И 12%	1) 180 2) 30	0-40 (-30- +50) с указанием см 10 5%	23,5-6,3	120	420x340x 120
Анакс- Дезо	ФРГ	Вертикаль- ное зонди- рование с голосова- нием по горизонту	И-18 де- ше зонди- рование 0,5-280	И 120 см I) I - не указан	210 2) 30	Не указано	21 + (18+ +25+14)	60	440x440x 136 440x220x 131

Тип эхолота	Страна	Сравнительные характеристики эхолотов							
		Режимы работы	Диапазоны измерения глубины и трюмности (см. рис. 2)	Инструментальная погрешность в режимах 1, 2 и по осей X, Y	Рабочие частоты локаций, кГц	Рабочий диапазон температуры окружающей среды, °C	Масса эхолота + масса аккумулятора, кг	Потребляемая мощность, Вт	Габариты (без аккумулятора), мм
МС-30	Япония	Вертикальные зондирующие	X-10 дм- апазоны 0,5-10см	X ±5 см H ± 100	1) 200 2) 12	0-40	16+(20±3)	300	465x320x330 545x350x240 400x280x250
Профильдер	Япония	Вертикальные зондирующие прерывно	X 0,5-160м 4 диапазона	Не указывается	450	+4-+40	80-40	1000	810x660x330 558x254
Профиль-I	СССР	Вертикальные зондирующие и поадровая съемка	X 0,5-20 0,5-40	±25 ±40	800	-30 - +50	40 без комплекта	100	

ПРИЛОЖЕНИЯ

П Е Р Е Ч Е Н Ь

СТАНДАРТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ПОЛОЖЕНИЯ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРУБопРОВОДНОГО СТРО-
ИТЕЛЬСТВА В СИСТЕМЕ ТРЕСТА, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ДЛЯ
КАЖДОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1. СТП. Метрологическое обеспечение в тресте. Общие положения.
2. СТП. Порядок аттестации методик выполнения измерений.
3. СТП. Типовая методика выполнения измерений.
4. СТП. Метрологическая экспертиза технических заданий.
5. СТП. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации.
6. СТП. Метрологическая экспертиза технических условий, требований и норм.
7. СТП. Порядок хранения, поверки и применения средств измерений в строительных подразделениях треста.
8. СТП. Метрологическая ревизия состояния средств измерений в строительных подразделениях.
9. СТП. Измерительный прибор... (установка измерительная).
Порядок проведения метрологического надзора.
10. СТП. Порядок планирования показателей деятельности метрологической службы треста.
11. СТП. Правила организации и проведения анализа состояния измерений в процессе строительства магистральных трубопроводов.
12. СТП. Метрологическое обеспечение охраны труда и контроля состояния окружающей среды.

Приложение 2

ОСНОВНЫЕ, ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ И ПРОИЗВОДНЫЕ ЕДИНИЦЫ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ИСПОЛЗУЕМЫЕ В НОМЕНКЛАТУРНОМ
ПЕРЕЧНЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Сокращенное обозначение	Размерность
1	Длина	метр	м	L
2	Масса	килограмм	кг	M
3	Время	секунда	с	T
4	Сила электрического тока	ампер	A	I
5	Термодинамическая температура	кельвин (градус)	K(°C)	θ θ
6	Плоский угол	радиан	рад	\angle
7	Площадь	квадратный метр	m^2	L^2
8	Объем (вместимость)	кубический метр	m^3	L^3
9	Скорость	метр в секунду	м/с	LT^{-1}
10	Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	T^{-1}
11	Плотность	килограмм на кубический метр	кгс/м ³	$L^{-3}M$
12	Сила (вес)	ньютон	Н	$LM T^{-2}$
13	Давление (механическое напряжение, модуль упругости)	паскаль	Па	$L^{-1}M T^{-2}$
14	Энергия (работа, количество теплоты)	джоуль	Дж	$L^2M T^{-2}$
15	Электрическая емкость	фарада	Ф	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$
16	Электрическое напряжение (электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила)	вольт	В	$L^2M T^{-3}I^{-1}$
17	Электрическое сопротивление	ом	Ом	$L^2M T^{-3}I^{-2}$
18	Освещенность	люкс	лк	$L^{-2}I$
19	Момент силы	ньютон-метр	Н·м	$L^2M T^{-2}$

ТАБЛИЦЫ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ЕДИНИЦАМИ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

1. Соотношения между единицами длины

Единица	км	м	см
Километр	1	10^3	10^5
Метр (СИ)	10^{-3}	1	10^2
Сантиметр	10^{-5}	10^{-2}	1

2. Соотношения между единицами площади

Единица	га	м ²	см ²
Гектар	1	10^4	10^8
Квадратный метр (СИ)	10^4	1	10^4
Квадратный сантиметр	10^{-8}	10^{-4}	1

3. Соотношения между единицами объема

Единица	м ³	см ³	л (дм ³)
Кубический метр (СИ)	1	10^6	10^3
Кубический сантиметр	10^{-6}	1	10^{-3}
Литр (кубический дециметр)	10^{-3}	10^3	1

4. Соотношения между единицами массы

Единица	кг	г	т
Килограмм (СИ)	1	10^3	10^{-3}
Грамм	10^{-3}	1	10^{-6}
Тонна	10^3	10^6	1

5. Соотношения между единицами скорости

Единица	м/с	м/мин	см/с	км/ч
Метр в секунду (СИ)	1	60	100	3,6
Метр в минуту	$1,67 \cdot 10^{-2}$	1	1,67	$6 \cdot 10^{-2}$
Сантиметр в секунду	10^{-2}	0,6	1	$3,6 \cdot 10^{-2}$
Километр в час	0,278	16,7	27,8	1

6. Соотношения между единицами силы

Единица	Н	дин	кгс
Ньютон (СИ)	1	10^5	0,102
Дина	10^{-5}	1	$1,02 \cdot 10^{-6}$
Килограмм-сила	9,81	$9,81 \cdot 10^5$	1

7. Соотношения между единицами времени

Единица	с	мин	ч	сут
Секунда (СИ)	1	1/60	1/3600	1/86400
Минута	60	1	1/60	1/1440
Час	3600	60	1	1/24
Сутки	86400	1440	24	1

8. Соотношения между единицами давления

Единица	Па	бар	мм вод.ст.	мм рт.ст.	кгс/см ²
Паскаль (СИ)	1	10^{-5}	0,102	$7,5024 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$
Бар	10^5	1	$1,02 \cdot 10^4$	$7,5024 \cdot 10^2$	1,02
Миллиметр водяного столба	9,8067	$9,8067 \cdot 10^{-5}$	1	$7,35 \cdot 10^{-2}$	10^{-4}
Миллиметр ртутного столба	$1,33 \cdot 10^2$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	13,6	1	$1,36 \cdot 10^{-3}$
Килограмм-сила на квадратный сантиметр	$9,8067 \cdot 10^4$	0,98067	10^4	$7,35 \cdot 10^2$	1

9. Соотношения между единицами энергии

Единица	дж	Эрг	кгс·м	ккал	квт·ч
Джоуль (СИ)	1	10^7	0,102	0,239	$2,78 \cdot 10^{-7}$
Эрг	10^7	1	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$2,39 \cdot 10^{-8}$	$2,78 \cdot 10^{-14}$
Килограмм-сила-метр	9,8067	$9,8067 \cdot 10^7$	1	2,343	$2,343 \cdot 10^{-3}$
Калория	4,1868	$4,1868 \cdot 10^7$	0,42686	1	10^{-3}
Килокалория	$4,1868 \cdot 10^3$	$4,1868 \cdot 10^{10}$	$4,2686 \cdot 10^2$	10^3	1
Киловатт-час	$3,6 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^{13}$	$3,67 \cdot 10^5$	$8,6 \cdot 10^5$	$8,6 \cdot 10^2$

IО. Соотношения между единицами мощности

Единицы	Вт	эрг/с	кгс-м/с	кал/с	л.с.
Ватт (СИ)	1	10^7	0,102	0,239	$1,36 \cdot 10^{-3}$
Эрг в секунду	10^{-7}	1	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$2,39 \cdot 10^{-8}$	$1,36 \cdot 10^{-10}$
Килограмм-сила-метр в секунду	9,8067	$9,8067 \cdot 10^{-7}$	1	2,343	$1,33 \cdot 10^{-2}$
Калория в секунду	4,1868	$4,1868 \cdot 10^7$	0,427	1	$5,69 \cdot 10^{-3}$
Лошадиная сила	736	$7,36 \cdot 10^9$	75	175,5	1

II. Соотношения между единицами количества теплоты

Единица	Дж	Кал
Джоуль (СИ)	1	0,239
Калория (межд.)	4,1868	1

**ПРИМЕР РАСЧЕТА
ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЯ ГЛУБИНЫ ПОДВОДНОЙ ТРАНШЕИ**

Исходные данные

Выполняют контроль глубины подводной траншеи с нормативным допуском $\Delta_n = 50$ см. Контроль осуществляют путем измерения глубины воды в створе перехода с помощью эхолота с систематической погрешностью $\delta_1 = \delta_{II} = 10$ см.

Необходимо выразить требование к точности проведения измерения указанным измерительным комплексом.

Последовательность расчета

1. Часть нормативного допуска $\Delta_{нм}$ (на компенсацию всех случайных погрешностей измерения) при $K = 0,3$ по формуле (15)

$$\Delta_{нм} = 0,3 \cdot 50 - 10 = 5 \text{ см.}$$

2. Уровень доверительной вероятности (вероятности обеспечения компенсационной части нормативного допуска $\Delta_{нм} = 5$ см) задается значением $P = 0,9$ (90%).

3. Точное значение среднего квадратического отклонения, отвечающего заданной вероятности $P = 0,9$ по формуле (14), составит

$$1 - \frac{\sigma_p^2}{(\Delta_{нм})^2} = P; \quad 1 - \frac{\sigma_p^2}{5^2} = 0,9; \quad \sigma_p = \sqrt{25} = 1,6 \text{ см.}$$

4. Проверка выполнения требования $\sigma_p = 1,6$ см осуществлена по результатам десяти измерений контролируемого параметра ($n = 10$), квадраты отклонений значения которого от найденного среднего арифметического всех проведенных измерений

($\bar{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i = 2432$ см) соответственно составили (т.е. $(p_i - \bar{p})^2$): 9; 4; 16; 25; 0; 4; 1; 4; 1; 36 (см).

Оценка среднего квадратического отклонения в этом случае по формуле (16)

$$s_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{100}{9}} \approx 3,3 \text{ см.}$$

Вывод

Качество измерений в процессе контроля глубины подводной траншеи с доверительной вероятностью $P = 0,9$ не соответствует нормативным требованиям точности.

Трест _____
СУПТР _____

Начальник ПИЛ (СМЛ) _____

ПЕРЕЧЕНЬ

средств измерений и их обеспеченность поверкой и ремонтом по состоянию на 01.01.19 ____ г.

№ п/п	Наименование средства измерения, тип, заводские обозначение	Наличие (шт)	Класс точности (основная погрешность)	Предел (диапазон) измерения	Сведения о поверках		Сведения о ремонтах	
					Организа-ция, осу-ществля-ющая по-верку	Периодич-ность по-верки	прибора	Организа-ция, осу-ществля-ющая ре-монт
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Трест _____
СУПР _____

Начальник ПИЛ (СМЛ) _____

Форма 3

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

по улучшению качества средств измерений и усовершенствованию метрологического обеспечения строительства

# п/п	Наименование средства измерения, тип, заводское обозначение	Предложения по средствам измерений	Требуемое количество для строительства	Метрологическая обеспеченность
1		Устранение недостатков, улучшение метрологических характеристик, повышение надежности, трезования и эргономические, экологические и др. нововведения и изм.	4	Необходимость наличия определенного средства (место "++" не дается) и средство измерения ("+", "-")
2				Необходимость разраб-отки специальной метрологической документации для на-значения и сред-ств измерения ("+", "-")
3				
4				
5				
6				

"УТВЕРЖДАЮ"

Главный инженер

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На _____
(наименование стадии разработки)

_____ (наименование, а также номер или условное обозначение
_____ недели)

На рассмотрение представлена документация, разработанная _____
(наименование организации-разработчика)

в соответствии с _____ (обозначение основного документа на данной
_____ стадии)

В результате экспертизы установлено: _____ (краткий текст
_____ заключения, общая оценка и выводы)

Предложено при последующей разработке (доработке) внести в документацию следующие изменения и дополнения: _____

(перечисление необходимых изменений и доработок документации)

Подпись главного метролога предприятия _____

Подпись лиц, проводивших экспертизу
(с указанием должности) _____

К У Р Н А Л

учета технической документации, поступившей на метрологическую экспертизу

Наименование и обозначение изделия (объекта, конструкции), подлежащего экспертизе	Наименование и обозначение документа (комплета документов)	Организация (подразделение) - разработчик (составляющая технической документации)	Дата поступления документа на метрологическую экспертизу	Дата завершения работы	Результаты метрологической экспертизы	Фамилия и должность лица (лиц), выполняющих экспертизу	Отметка о реализации (комплета документов) в установленном порядке
1	2	3	4	5	6	7	8

ГОРЬКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Трест _____

СУ № _____

Ж У Р Н А Л
регистрации дефектов средств измерений

№ П/л	Наимено- вание средства измере- ния	Дата пос- туп- ле- ния	Пери- одич- ность	За- пол- но- сти	За- пол- но- сти	Ин- вен- тар- ный №	Клас- с точ- ности (ос- нов- ная погр- ность)	Проде- ли (ди- апазон)	Результаты текущей поверки		Сведения о ре- монте		
									Дата по- вер- ки	Заключе- ние (го- да, де- не, го- ден)	Дата ре- монта	Краткая характер- истика ремонта	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Начальник лаборатории

Инженер-метролог

АКТ НА СПИСАНИЕ

Прибор _____ № _____
(наименование) (заводском)

Тип _____ Пределы измерения _____

Дата поступления в ремонт _____

Особые замечания _____

Заключение _____

Начальник центральной
лаборатории треста

Инженер-метролог

Лица, ответственные
за техническое оснащение
средств измерений
в строительном
подразделении

КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
РАБОТНИКОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

ГЛАВНЫЙ МЕТРОЛОГ

Должностные обязанности:

организуем работу по метрологическому обеспечению разработки, производства, испытаний и эксплуатации выпускаемой предприятием продукции;

руководит разработкой проектов планов внедрения новой измерительной техники, организационно-технических мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения, средств и методов измерений;

обеспечивает разработку локальных поверочных схем, установление оптимальной периодичности поверки средств измерений, составление календарных графиков поверки средств измерений;

организуем работу по проведению метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации, разрабатываемой на предприятии, а также поступающей от других предприятий и организаций;

участвует в проведении наиболее сложных точных измерений; осуществляет проведение метрологических аттестаций нестандартизируемых средств измерений специального назначения, разработку и утверждение методических указаний, инструкций, а также другой нормативно-технической документации по поверке этих средств измерений;

обеспечивает контроль за оснащением технологического процесса всеми предусмотренными регламентом средствами измерений, соответствием применяемых во всех подразделениях предприятия средств и методов измерений требованиям по соблюдению заданных режимов технологических процессов и контроля качества продукции;

организуем подготовку технических заданий на проектирование и разработку средств измерений специального назначения; обеспечивает комплектование обменного фонда средств из-

мерений, хранение и сличение в установленном порядке рабочих эталонов, поддержание в надлежащем состоянии образцовых средств измерений;

обеспечивает внедрение государственных и отраслевых стандартов, стандартов предприятия и другой нормативно-технической документации, регламентирующей нормы точности измерений, методы и средства поверки;

проводит работу по повышению квалификации работников метрологической службы и лиц, пользующихся средствами измерений; руководит работниками метрологической службы.

Должен знать:

организацию метрологического обеспечения производства; перспективы развития отрасли; технологию производства; организацию ремонта средств измерений; руководящие материалы по организации деятельности метрологической службы; законодательную метрологию; методы проведения исследований и разработок в области совершенствования метрологического обеспечения и средств измерений; передовой отечественный и зарубежный опыт метрологического контроля и обеспечения производства; экономику, организацию труда и управления; трудовое законодательство; правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

Квалификационные требования:

высшее образование и стаж работы на инженерно-технических и руководящих должностях не менее 5 лет.

ИНЖЕНЕР-МЕТРОЛОГ

Должностные обязанности:

выполняет работу по метрологическому обеспечению разра - ботки, производства, испытаний и эксплуатации выпускаемой пред - приятием продукции;

участвует в разработке проектов планов внедрения новой из - мерительной техники, организационно-технических мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения средств и мето - дов измерений;

разрабатывает поверочные схемы и календарные графики по - верки средств измерений;

осуществляет работу по выбору средств и методов измерений и испытаний продукции;

проводит метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации, разрабатываемой на предприятии и поступающей от других предприятий и организаций, метрологи - ческую аттестацию и поверку нестандартизируемых средств измере - ний;

разрабатывает методические указания, инструкции, проекты и другую нормативно-техническую документацию по аттестации и поверке нестандартизируемых средств измерений специального на - значения;

проводит расчеты экономической эффективности внедрения новых средств измерений;

участвует в подготовке технических заданий на проектиро - вание и в разработке средств измерений специального назначе - ния;

выполняет поверку сложных средств измерений;

участвует в проведении сложных измерений в технологиче - ских процессах, в испытаниях продукции;

осуществляет обязательный контроль состояния и правильно - сти применения средств измерений.

Должен знать:

организацию метрологического обеспечения производства;
стандарты, положения, инструкции, методические материалы и другие нормативно-технические документы по метрологической

аттестации, ремонту, наладке, поверке, встировке и эксплуатации средств измерений, технологии производства;

технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и принцип работы средств измерений, правила их технической эксплуатации;

методы выполнения измерений;

передовой отечественный и зарубежный опыт в области метрологического контроля и обеспечения производства;

методы расчетов экономической эффективности внедрения новых средств измерений;

экономику, организации труда и производства;

правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

Квалификационные требования:

высшее образование без предъявления требований к стажу работы или среднее специальное образование и стаж работы в должности техника или на других инженерно-технических должностях не менее 3 лет.

ТЕХНИК ПО МЕТРОЛОГИИ

Должностные обязанности:

выполняет различного рода измерения при проведении контроля и испытаний выпускаемой продукции, специальные измерения в технологических процессах и испытаниях продукции, а также расчеты экономической эффективности внедрения новых средств измерения;

участвует в проведении ведомственной поверки рабочих эталонов, метрологической аттестации и поверки нестандартизуемых средств измерений;

осуществляет обязательный метрологический контроль за правильностью монтажа, установки, состояния и использования средств измерения в подразделениях предприятия;

осуществляет своевременное представление исходных образцовых средств измерений на государственную поверку и в ремонт, организует получение и доставку поверенных средств измерений;

оформляет результаты поверки, составляет техническую документацию по выполняемым работам;

осуществляет ведение фонда стандартов и другой нормативно-технической документации, регламентирующей нормы точности измерений, методы и средства поверки;

ведет оперативный учет движения средств измерений.

Должен знать:

стандарты, инструкции, методические материалы и другую нормативно-техническую документацию по метрологической аттестации, ремонту, наладке, поверке, калибровке и эксплуатации рабочих средств измерений;

технические характеристики, конструктивные особенности средств измерений и технологию их ремонта;

основы технологии производства;

порядок составления и правила оформления технической документации;

методы расчета экономической эффективности внедрения новых средств измерений;

основы экономики, организации труда и производства;

правила охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты.

Квалификационные требования:

среднее специальное образование без предъявления требований к стажу работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 1.25-76. Государственная система стандартизации. Метрологическое обеспечение. Основные положения. М., Изд-во Стандартов, 1977.
2. ГОСТ 16263-70. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения. М., Изд-во стандартов, 1970.
3. ГОСТ 8.009-72. Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. М., Изд-во Стандартов, 1972.
4. ГОСТ 8.002-71. Государственная система обеспечения единства измерений. Организация и порядок проведения поверки, ревизии и экспертизы средств измерений. М., Изд-во Стандартов, 1972.
5. МИ 70-75. Методика анализа состояния измерений в отрасли народного хозяйства. М., Изд-во Стандартов, 1978.
6. ГОСТ 21780-76. Система обеспечения геометрической точности в строительстве. Общие правила расчета точности. М., Изд-во Стандартов, 1976.
6. ГОСТ 21779-76. Система обеспечения геометрической точности в строительстве. Технологические допуски геометрических параметров. М., Изд-во Стандартов, 1976.
7. Положение о метрологической службе Миннефтегазстроя. М., ВНИИСТ, 1978.
8. РДМУ 92-77. Методические указания о порядке планирования показателей деятельности ведомственных метрологических служб. М., Изд-во Стандартов, 1977.
9. РДП 54-75 РДП 57-75. Типовые положения о ведомственных метрологических службах. М., Изд-во стандартов, 1976.
10. СНиП П-9.78. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М., Стройиздат, 1978.
11. Указания по определению расчетных гидрогеологических характеристик (СН 435-72). М., Гидрометеоздат, 1972.
12. Руководство по рациональному выбору геодезического оборудования для инженерных изысканий в строительстве. М., ПНИИС Госстроя СССР, М., Стройиздат, 1977.

13. Инструкция по топографо-геодезическим работам при инженерных изысканиях для промышленного, сельского, городского и поселкового строительства (СН 212-73). М., Стройиздат, 1973.

14. СНиП И-2-75. Правила производства и приемки работ. Геодезические работы в строительстве. М., Стройиздат, 1975.

15. Методические указания по инженерным изысканиям при строительстве подводных переходов магистральных трубопроводов. ВСН I-55-74. М., ОНТИ ВНИИСТА, 1975.

16. ГОСТ-20069-74. Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием. М., Изд-во Стандартов, 1974.

17. Указания по зондированию грунтов для строительства. СН 448-72. М., Изд-во Стандартов, 1972.

18. ГОСТ 19912-74. Грунты. Метод полевого испытания динамическим зондированием. М., Изд-во Стандартов, 1974.

19. ГОСТ 12374-77. Грунты. Метод полевого испытания статическими нагрузками. М., Изд-во Стандартов, 1977.

20. ГОСТ 20276-74. Грунты. Метод полевого определения модуля деформации прессиометрами. М., Изд-во Стандартов, 1974.

21. ГОСТ 21719-76. Грунты. Метод полевого испытания вращательным срезом. М., Изд-во Стандартов, 1976.

22. ГОСТ 8.001-72. Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений. М., Изд-во Стандартов, 1972.

23. ГОСТ 427-75. Линейки измерительные металлические. Основные параметры и размеры. Технические требования. М., Изд-во Стандартов, 1975.

24. ГОСТ 7502-69. Рулетки измерительные металлические. М., Изд-во Стандартов, 1969.

25. ГОСТ 8.103-73. Государственная система обеспечения единства измерений. Организация и порядок проведения метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации. М., Стройиздат, 1973.

26. Методические указания по расчету численности подразделений ведомственных метрологических служб. МИ 185-79. М., Изд-во Стандартов, 1980.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Задачи метрологического обеспечения трубопроводного строительства в системе треста	5
3. Контролируемые параметры строительства подводных трубопроводов	7
4. Требования к точности измерений контролируемых параметров	25
5. Требования по выполнению измерений	39
6. Порядок проведения анализа состояния измерений в процессе подводно-технического строительства	40
7. Организация и порядок проведения метрологической экспертизы нормативно-технической, конструкторской и технологической документации.....	47
8. Метрологическая аттестация средств измерений	49
9. Профилактическое обслуживание и ремонт средств измерений	51
10. Структура и функциональные обязанности метрологической службы треста	54
II. Выбор средств и методов измерений для контроля строительства подводных трубопроводов	60
Приложения	78
Литература	95