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

gost.e-ecolog.ru

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 общестроительных работ для других строительных трестов.

Руководство разработано сотрудниками ВНИИСТа, кандидатами техн.наук О.И.Молдавановым, А.Г.Ратнером; сотрудниками треста Союзподводгазстрой В.Н.Шиповым, Н.Г.Молдавановой и сотрудником СПКБ "Проектнефтегазспецмонтаж" В.Р.Андриановым при участии канд.техн. наук Б.М.Кукушкина (ВНИИСТ) и Ю.Г.Хомчукина (Государственная инспекция по качеству строительства Миннефтегазстроя).

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

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1980

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

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

I.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.

I.3. Метрологическое обеспечение осуществляется в соответствии с правилами и положениями:

Государственной системы стандартизации [I] ;

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 конструкций трубопроводов	Утверждено ВНИИСТом 16 мая 1980 г.	Срок введения I января 1981 г.

I.4. Сооружение подводных трубопроводов включает комплекс технологических процессов и операций, выполнение которых обусловливает 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.

I.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.

I.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.

I.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.I. 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 [I], [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 измерении 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.I. 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, технолгию 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.I.

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.

П - Технологические процессы.

Ш - 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.I):

А - 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:

<u>по общестроительным работам:</u>

А - сварка,

Б - изоляция,

В - балластировка.

<u>по подводно-техническим работам:</u>

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).

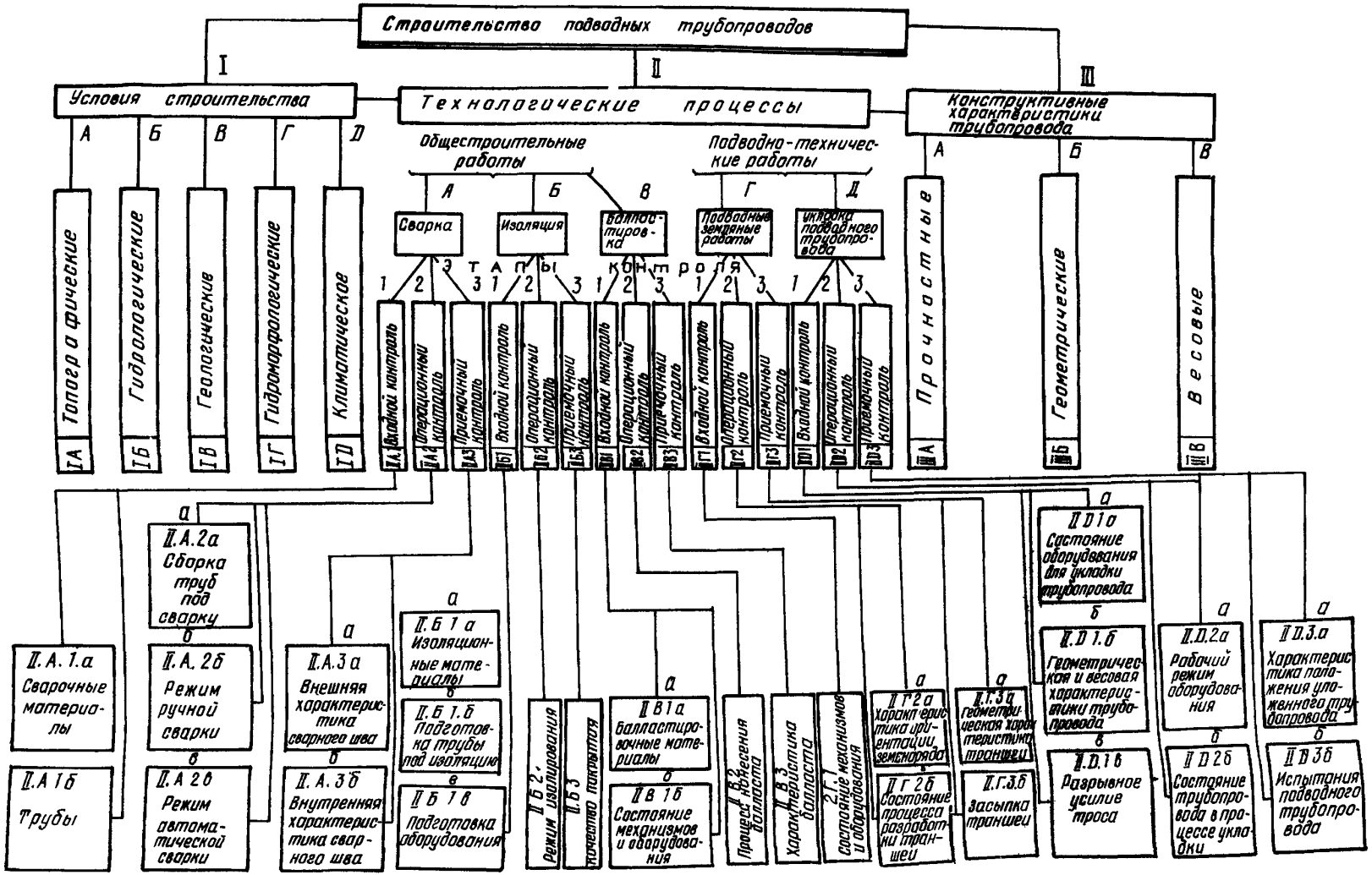

Рис.I. Классификация контролируемых параметров строительства подводных трубопроводов

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 П), классифицируют так:

П.А.I.а – сварочные материалы:

температура сушки сварочных материалов (электродов, флюсов);

эксцентричность покрытия электродов (разность толщины покрытия);

дефекты покрытия электрода (трещина, поры, вмятина);

П.А.I.б – трубы:

дефекты поверхности стенки трубы (риска, вмятина, забоина);

овальность 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 центратора;

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 - изолировочные работы в процессе трубопроводного строительства, имеют следующую классификацию:

П.Б.I.а - изоляционные материалы:

геометрический профиль рулона;

усилие отрыва пленки от рулона;

состояние втулки рулона;

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

нормальное усилие прижатия рабочего органа очистной машины;

степень очистки наружной поверхности труб;

степень осушки наружной поверхности труб;

П.Б.I.в - подготовка оборудования:

угол наклона шпули;

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.I.а - балластировочные материалы

(плотность исходных материалов - компонентов);

П.В.I.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 подвод - ные 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 грунторазрабатывающего 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) траншеи:

угол поворота стрелы относительно оси судна (для одно - черпаковых 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 траншеи:

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

ширина траншеи по основанию;

ширина траншеи по верху;

П.Г.3.б - характеристика засыпки траншеи

(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.I.б – геометрическая и весовая характеристики трубопровода (радиус смонтированной конструкции из кривых искусственного гнутья);

П.Д.I.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.I2. 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;

плавучесть 1 м оснащенного трубопровода в воде.

Примечание. 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 понимают 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_{Σ} определяется величиной инструментальной δ_{u} и величиной методической $\delta_{м}$ погрешностей, т.е.

$$\Delta_{\Sigma} = \delta_{ц} + \delta_{м}, \qquad (1)$$

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

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

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

В табл.I 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 отношением).

3.I6. Полевые исследования грунтов регламентированы общесоюзными нормативными документами. Основные из них:

а) неоднородность состава, состояние и свойства грунтов:
при статическом зондировании (до 20 м) по [I6], [I7];
при динамическом зондировании (до 20 м) по[I7], [I8];
б) деформационные свойства грунтов (до 20 м):
при испытании статическими нагрузками на штампы по [I9];
при испытании прессиометрами по [20];
при статическом зондировании по [I6], [I7];
при динамическом зондировании по [I7], [I8];
в) прочностные свойства грунтов:
при статическом зондировании по [I6], [I7];
при динамическом зондировании по [I7], [I8].
при испытаниин на срез по [2I].

Таблица I

№ п/п	Шифр параметра (по рис.I)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерений		Допустимая погрешность измерения *
				минимальный	максимальный	
I	П.А.I.a_I	Температура сушки сварочных материалов:	°С			
		электродов		80	350	I0
		флюсов		250	500	I0
2	П.А.I.a_2	Эксцентричность покрытия электродов (разность толщины покрытия)	мм	0,I2	0,25	0,0I
3	П.А.I.a_3	Дефекты покрытия электрода:	мм			
		длина трещины		0	I2	I,0
		глубина поры		0	$0,5h_n^{**}$	5%
		диаметр поры		0	2,0	0,2
		длина вмятины		0	I2	I,0
		глубина вмятины		0	$0,5h_n^{**}$	5%
4	П.А.I.$б_I$	Дефекты поверхности стенки трубы:	мм			
		глубина коррозионных каверн		0	5,0	0,I
		глубина риски, царапины, задира		0	0,2 ($0,05\delta_{ст}^{***}$)	0,05
		глубина вмятины		0	50	5,0
		глубина забоин и задиров фасок		0	5,0	0,5
		глубина забоин на торцах		0	2,0	0,2

5	П.А.I.$б_2$	Овальность трубы по любому сечению	%	0	I,0	0,I
6	П.А.2.$а_I$	Угол скоса кромок под сварку	град	20	35	I,0
7	П.А.2.$а_2$	Зазор между кромками стыкуемых труб	мм	0,5	4,0	0,I
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
I0	П.А.2.$а_5$	Притупление кромок	мм	I,5	8,5	0,5
II	П.А.2.$а_6$	Удельное контактное давление на торце трубы под действием внутреннего центратора	МПа ($кг/см^2$)	8,0 (80)	20 (200)	I,0 (I0)
I2	П.А.2.$а_7$	Косина торцов свариваемых труб	град.	0	5,0	I,0
I3	П.А.2.$б_I$	Сила сварочного тока	А	400	I000	5,0
I4	П.А.2.$б_2$	Напряжение на дуге	В	30	55	I,0
I5	П.А.2.$б_3$	Скорость сварки	м/ч	25	70	2,0
I6	П.А.2.$б_4$	Угол наклона электрода к вертикали	град	0	30	I,0
I7	П.А.2.$б_5$	Вылет электрода	мм	25	55	2,0
I8	П.А.2.$б_6$	Смещение электрода с зенита	мм	20	I20	2,0
I9	П.А.2.$в_I$	Скорость подачи электродной проволоки	м/ч	I50	600	I0
20	П.А.2.$в_2$	Поперечная коррекция электрода	мм	0	70	I,0
2I	П.А.2.$в_3$	Окружная скорость вращения трубной секции	м/ч	I5	200	5,0
22	П.А.3.$а_I$	Ширина шва	мм	5	50	200
23	П.А.3.$а_2$	Высота усиления шва	мм	I,0	5,0	0,5
24	П.А.3.$а_3$	Смещение кромок после сварки	мм	0	I,0	0,I

Продолжение табл.I

№ п/п	Шифр параметра (по рис.I)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерений		Допустимая погрешность измерения*
				минимальный	максимальный	
25	П.А.3.$а_4$	Наружные дефекты шва (глубина, поры, наплыв, кратер, подрез)	мм	0	I,0	0,I
26	П.А.3.$б_I$	Длина непровара (корень шва, межслойный)	мм	0	I50	2,0
		Длина шлаковых включений, раковин	мм	0	60	2,0
27	П.А.3.$б_2$	Ширина дефекта:	мм			
		непровар		0	5,0	0,I
		шлаковые включения		0	5,0	0,I
28	П.Б.I.$а_I$	Геометрический профиль рулона:				
		длина телескопического сдвига	см	0	I0	0,5
		угол между боковой образующей и торцевой плоскостью	град	60	90	5,0
29	П.Б.I.$а_2$	Усилие отрыва пленки от рулона	Н/м (кг/см)	0 (0)	I000 (I,0)	20 (0,I)
30	П.Б.I.$б_I$	Угол наклона шпули	град	0	60	I,0
3I	П.Б.I.$в_I$	Нормальное усилие прижатия рабочего органа трубоочистной машины	кН (кг)	0,5 (50)	I,0 (I00)	0,05 (5,0)
32	П.Б.2.$а_I$	Тормозное усилие на шпулях	кН (кг)	0 (0)	0,5 (50)	0,05 (5,0)
33	П.Б.2.$а_2$	Линейная скорость разматывания рулона	м/мин	0	50	5,0

34	П.Б.3.a_1	Сплошность покрытия (величина испытательного напряжения при искровой дефектоскопии)	В	10^3	$25 \cdot 10^3$	10^2
35	П.Б.3.a_2	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.a_3	Толщина пленочного покрытия (один слой)	мм	0,3	0,5	0,1
37	П.В.1.a_1	Плотность исходных материалов	кН/м^3	12	60	1,5%
38	П.В.2.a_1	дозировка исходных материалов по объему	%	-	-	1,5%
39	П.В.3.a_1	Линейные размеры конструкции балласта:				
		длина	м	1,0	10,0	0,1%
		толщина	мм	50	200	2,0%
40	П.В.3.a_2	Масса балласта	кН (т)	10 (1,0)	200 (20)	1,5% (1,5%)
41	П.В.3.a_3	Объем балласта	м^3	0,4	8,0	1,5%
42	П.Г.2.a_1	Удаление грунторазрабатывающего судна от берега	м	10	2500	0,2%
43	П.Г.2.a_2	Смещение фиксированной точки оси судна относительно створа	м	0	15	2%
44	П.Г.2.a_3	Угол между продольной осью судна и створом	град	0	20	0,5
45	П.Г.2.$б_1$	Угол поворота стрелы относительно оси судна (для одночерпаковых снарядов)	град	0	90	0,5
46	П.Г.2.$б_2$	Глубина опускания рабочего органа земснаряда	м	0	30	1%

Продолжение табл.I

№ п/п	Шифр параметра (по рис.I)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерений		Допустимая погрешность измерения *
				минимальный	максимальный	
47	П.Г.2.$б_3$	Боковой крен судна	град	0	I0	I,0
48	П.Г.2.$б_4$	Длина подвижки судна по становому тросу	м	0	300	I%
49	П.Г.2.$б_5$	Нагрузка на механические грунтозаборные устройства	кН (т)	0 (0)	500 (50)	I,5% I,5%
50	П.Г.2.$б_6$	Глубина воды в месте грунтозабора и отвала	м	2	30	I%
5I	П.Г.2.$б_7$	Расход пульпы	$м^3/с$	0,3	I,5	2%
52	П.Г.2.$б_8$	Объемный вес пульпы	$кН/м^3$ $(т/м^3)$	- -	- -	5% 5%
53	П.Г.3.$а_I$	Глубина воды с одновременной фиксацией планового положения промерных вертикалей	м м	0 I0	40 2500	I% 0,2%
54	П.Г.3.$а_2$	Ширина траншеи по низу	м	2,5	200	5%
55	П.Г.3.$б_I$	Толщина слоя грунта над верхом трубопровода	м	0,5	5,0	I0%
56	П.Д.2.$а_I$	Усилие тяговой лебедки	кН (т)	0 (0)	$3 \cdot I0^3$ (300)	2% (2%)
57	П.Д.2.$а_2$	Усилие тормозной лебедки	кН (т)	0 (0)	500 (50)	2% (2%)

58	П.Д.2.$а_3$	Глубина погружения опорных устройств и разность отметок смежных опор	м м	0 0	40 5,0	I% 0,5%
59	П.Д.2.$а_4$	Нагрузка на опорные устройства при погружении трубопровода	кН (т)	0 (0)	I00 (I0)	2,0% (2,0%)
60	П.Д.2.$а_5$	Расстояние погружаемого (S-образного) участка до берега	м	I00	2500	0,5%
61	П.Д.2.$б_I$	Деформация трубопровода в процессе укладки (радиус кривизны оси трубопровода)	м	200	2000	I,5%
62	П.Д.3.$а_I$	Глубина воды до верха уложенного трубопровода	м	I,5	40	I:I00
63	П.Д.3.$а_2$	Горизонтальное смещение оси уложенного трубопровода от проектного створа	м	0	I0,0	I0%
64	П.Д.3.$б_I$	Давление среды в трубопроводе	($кг/см^2$)	0 (0)	I5 (I50)	2% (2%)
65	П.Д.3.$б_2$	Температура среды в трубопроводе	°С	0	+40	I,0
66	П.Д.3.$б_3$	Расход среды при испытании трубопровода на прочность	$м^3/с$	0,03	0,5	0,5%
	П.Д.3.$б_4$	Координаты утечки при испытании трубопровода	м	0	2500	I,0

Окончание табл.I

№ п/п	Шифр параметра (по рис.I)	Контролируемый параметр	Единица измерения	Пределы измерений		Допустимая погрешность измерения
				минимальный	максимальный	
68	II.А	Дефекты на поверхности стенки трубопровода (глубина задиров и коррозионных каверн)	мм	0	5,0	2%
69	II.В.I	Масса оснащенного трубопровода в воздухе	кН/м (т/м)	2 (0,2)	25 (2,5)	I% I%
70	II.В.2	Масса оснащенного трубопровода в воде	кН/м (т/м)	0,5 (0,05)	3,0 (0,3)	5% 5%

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

xx $h_и$ – толщина покрытия электрода.

xxx $\delta_{ст}$ – толщина стенки трубы.

3.I7. 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.I8. В целях сокращения номенклатуры средств измерений для контроля строительства подводных трубопроводов, а также внедрения активного контроля строительства в процессе разработки 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:

<u>по сварке:</u>

I) удельное контактное давление на торце трубы под действием внутреннего центратора;

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;

I0) окружная скорость вращения трубной секции.

по изоляции:

I) 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:

I) удаление грунторазрабатывающего судна от фиксированной точки на берегу;

2) смещение фиксированной точки оси судна относительного створа;

3) угол между продольной осью судна и створом;

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

I0) объемный вес пульпы;

II) глубина воды с одновременной фиксацией планового положения промерных вертикалей;

по укладке подводных трубопроводов:

I) 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;

8) горизонтальное смещение оси уложенного трубопровода от проектного створа;

9) давление среды в трубопроводе при гидроиспытании;

I0) температура среды в трубопроводе.

Таким образом, практически все основные параметры операционного контроля могут быть охвачены активными формами на базе автоматизированных систем активного контроля и регулирования конкретных технологических процессов.

3.I9. При использовании производных единиц физических величин, приведенных в табл.I, необходимо в уравнении связи этих величин с основными единицами вводить соответствующие коэффициенты.

В прил.3 приведены значения коэффициентов, устанавливающие соотношения между основными и производными единицами физических величин для различных систем единиц.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ

4.I. Измерение - это процесс нахождения значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Цель измерения - установить численное значение измеряемой величины с определенной погрешностью.

Таким образом, степень приближения результата измерения P_i к действительному значению физической величины Q характеризуется погрешностью измерения δ :

$$\delta = P_i - Q. \qquad (3)$$

В задачу контроля трубопроводного строительства входит установить соответствие измеряемой величины P_i заданному нормативному допуску $\Delta_н$, который вместе с номинальным значением контролируемого параметра N характеризует действительное значение физической величины $Q(N, \Delta_н)$.

Величина δ является суммарной погрешностью, обусловленной совокупностью большого числа факторов, в зависимости от

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

Уравнение точности в общем виде можно представить как сумму

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

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

$$\Delta_\Sigma = \delta_1 + \delta_2 \approx \delta_u + \delta_M . \qquad (5)$$

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

$$\Delta_H = \delta_T + \delta_u + \delta_M . \qquad (6)$$

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

$$\Delta_{\Sigma} = \delta_{u} + \delta_{M} = K \cdot \Delta_{H} \ , \qquad (7)$$

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, неперпендикулярности	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 длин 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 измерении 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 $\bar{p}$ и отклонений δ_p от него каждого из выполненных измерений. Наибольшее отклонение не должно выходить за пределы случайных погрешностей примененных средств измерений

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

где n – число измерений контролируемого параметра.

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

$$S_{\delta_2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(p_i - \bar{p})^2}{n(n-1)}} \; . \qquad (9)$$

Среднее квадратическое отклонение для систематической погрешности вычисляют по формуле

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

где δ_{1_i} – систематическая погрешность измерения.

Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности результата измерений находят по формуле

$$\delta_\delta = \sqrt{\delta_{\delta_1}^2 + \delta_{\delta_2}^2}. \qquad (11)$$

Предельное (доверительное) значение суммарной погрешности измерения δ определяют

$$\delta = t_p \; \delta_\delta, \qquad (12)$$

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

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

Рекомендуется два значения доверительной вероятности: Р = 0,95 и Р = 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 $\delta_м$ выполняют следующим образом.

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

Для практических целей расчета точности данную вероятность приводят к неравенству Чебышева

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

в котором $\Delta_{нм}$ может быть выражена в относительных долях среднего квадратического отклонения $б_р$.

Если, например, $\Delta_{нм} = 3б_р$, то вероятность того, что случайная погрешность измерения окажется больше $\Delta_{нм}$, составит:

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

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

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

Таблица 3

Число измерений n	Значения коэффициента t_p при P, равном		
	P = 0,90	P = 0,95	P = 0,99
2	6,3I	I2,7I	63,7
4	2,35	3,I8	5,84
6	2,02	2,57	4,03
8	I,89	2,36	3,50
I0	I,83	2,26	3,25
I2	I,80	2,20	3,II
I4	I,77	2,I6	3,0I
I6	I,75	2,I3	2,95
I8	I,74	2,II	2,90
20	I,73	2,09	2,86
Свыше 20	I,64	I,96	2,58

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

I) по заданным значениям нормативного допуска $\Delta_н$ и инструментальной погрешности средства измерения $\delta_и$ определяют часть допуска на методические случайные погрешности измерения параметра $\Delta_{н_м}$:

$$\Delta_{н_м} = K\Delta_н - \delta_и ; \qquad (15)$$

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

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

$$\delta_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(p_i - \bar{p})^2}{n-1}}, \qquad (16)$$

где p_i - результат отдельного измерения;

$\bar{p}$ - среднее арифметическое результатов измерений;

n - количество измерений контролируемого параметра;

4) сравнивают среднее квадратическое отклонение σ_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-I220 мм) приведены в табл.4.

Качество поверхности бетонного покрытия по соответствующим техническим условиям допускает наличие раковин диаметром до I5 мм, глубиной до 5 мм.

сколы бетона ребер утяжелителей на длине I м должны быть глубиной не более I0 мм и протяженностью не более I00 мм, усадочные технологические трещины - шириной до 0,I 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 I0	330-I230	25-260	2,5-4,0
Железобетонные кольцевые утяжелители	Один утяжелитель	0,23-2,85	I,2-2,4	200-655	I20-230	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 расположение монтажных петель и отверстий.

Линейные размеры следует определять с абсолютной погрешностью до I 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-

водопровода 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 траншеи 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 траншеи включает операции опускания (или подъема) грунторазрабатывающего устройства на заданную глубину и рабочие перемещения земснаряда.

Расположение грунторазрабатывающего устройства на дне перехода определяют координатами X, Y, Z которые находят из следующих выражений и в соответствии со схемой (рис.2):

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

где x_A - удаление фиксированной точки А на оси судна (точки наблюдения) от закрепленного на берегу пункта - речника;

y_A - смещение фиксированной точки А относительно проектного створа;

$l_к$ - длина всасывающей конструкции земснаряда от шарнирного закрепления до зева всасывающего устройства;

z - превышение шарнирного закрепления всасывающей конструкции над точкой всасывания, примерно равное глубине всасывания Н;

a - расстояние по горизонтали от точки наблюдения до шарнирного закрепления всасывающего устройства;

α - угол между продольной осью судна и направлением створа.

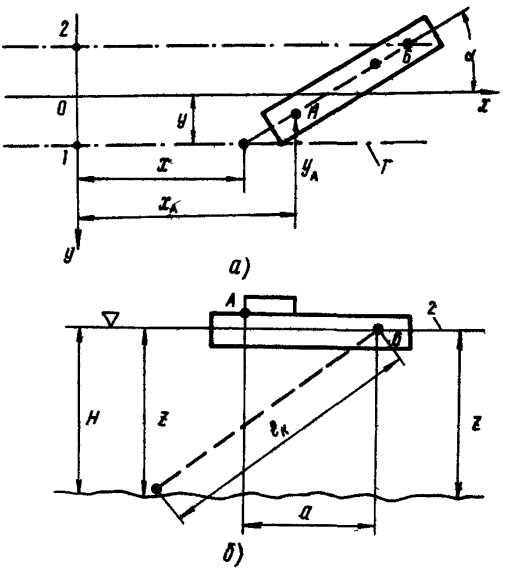

Рис.2. Схема определения нахождения грунторазрабатывающего устройства в створе перехода:

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

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

глубина опускания рабочего органа;

боковой крен судна от воздействия волн и поперечного течения;

угол поворота стрелы (для одночерпаковых земснарядов);

длина подвижки судна по становому тросу.

К основным параметрам, определяющим режим работы земснаряда, относятся:

нагрузка на механические грунтозаборные устройства;

расход пульпы;

объемная масса пульпы;

разрежение 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 откосу, 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 допускаемых 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 снимает 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 I,0 до I0 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, стингеров и других средств) в зависимости от характера водной преграды и принятой технологии опуска 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 I%.

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

Приближенное значение радиуса кривизны трубопровода рекомендуется определять выражением

$$R_i \simeq \frac{\left[\ell^2 + \left(\frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2}\right)^2\right]^{3/2}}{(y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1})\cdot \ell}, \qquad (I8)$$

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

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

поэтому

$$R_i \simeq \frac{\ell^2}{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}} , \qquad (19)$$

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

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

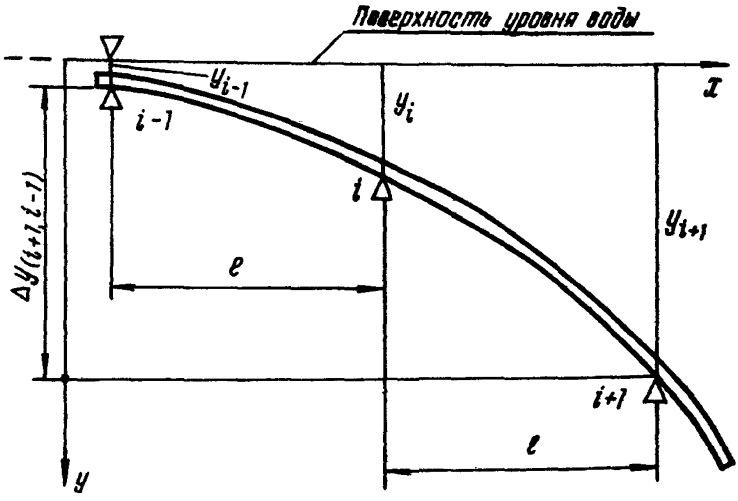

Рис.3. Схема контроля кривизны трубопровода в процессе его укладки погружением:

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

где $[\sigma]$ - допустимое напряжение в стенке трубы (исходя из нормативных требований), МПа (кгс/см^2);

D - диаметр трубопровода, мм;

E - модуль упругости, МПа (кгс/см^2).

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.

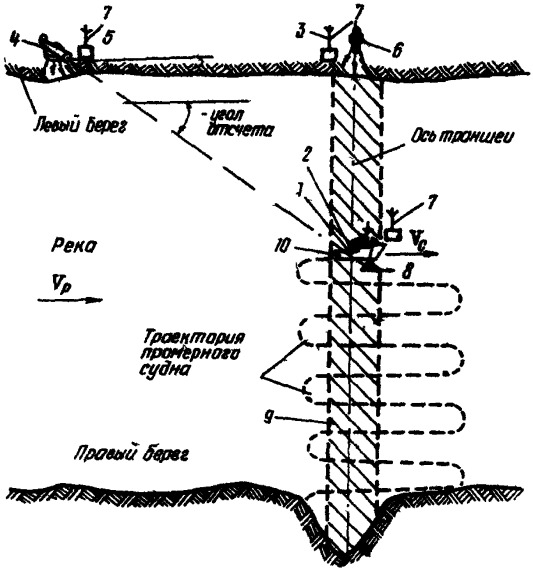

Рис.4. Схема технологии производства контроля качества подводных траншей:

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; $V_р$ - скорость течения реки; $V_п$ - скорость перемещения судна

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

Схема технологии производственного контроля качества разработки 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 собственно 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.I. 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 определяют потребность 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 №№ I,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 измерения 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 производили 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 методик 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:

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

$$K_0 = \frac{\sum_{i=1}^{m} n_i}{C}, \qquad (2I)$$

где $m = I,2,3,...$ - количество средств измерений по каждой группе контролируемых параметров трубопроводного строительства;

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

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

3) коэффициент современности средств измерений (K_C) - отношение фактической разности общего числа используемых средств измерений n и числа средств, подлежащих замене (списанию) $n_з$, к общему количеству n:

$$K_C = \frac{n - n_з}{n} ; \qquad (23)$$

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

$$K_{об} = \frac{n_{\Delta T}}{n} ; \qquad (24)$$

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

$$K_{ун} = \frac{n_c}{n};$$

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

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

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

$$T_в = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} T_{вi} \qquad (26)$$

8) коэффициент готовности ($K_г$) - отношение наработки на отказ T_0 к суммарному времени наработки и восстановления $T_в$:

$$K_г = \frac{T_0}{T_0 + T_в}; \qquad (27)$$

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 $T_р$ и технического обслуживания $T_{об}$:

$$K_{ти} = \frac{T_c}{T_c + T_р + T_{об}}; \qquad (28)$$

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 $T_{ср}$:

$$K_{то} = \frac{T_{то}}{T_{ср}}; \qquad (29)$$

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

$$K_{тр} = \frac{T_{тр}}{T_{ср}}; \qquad (30)$$

I2) показатель квалификации персонала в сфере метрологического обслуживания:

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

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:

Образовательный ценз	Значения коэффициента α_i
Высшее со специализацией	I,0
Высшее общетехническое	0,8
Среднее специальное (со специализацией)	0,5
Среднее	0,4
Неполное среднее	0,3

Стаж работы после окончания курсов по повышению квалификации	Значения коэффициента α_j
более I0 лет	I,0
[illegible] 3 лет	0,7
менее 3 лет	0,5

I3) относительная стоимость эксплуатации (C_o) отношение суммарных затрат на эксплуатацию средств измерений $C_э$ к среднему сроку службы до списания $T_{сс}$

$$C_o = \frac{C_э}{T_{сс}} . \qquad (32)$$

Показатель C_o может быть также рассчитан как отношение годовых эксплуатационных затрат на обслуживание средства измерения $C_{эг}$ к ее первоначальной стоимости (покупной цене) $C_н$ т.е.

$$C_o = \frac{C_{эг}}{C_н} . \qquad (33)$$

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 усовершенствования метрологического надзора за состоянием средств измерений.

Наличие достоверной статистической информации о работоспособности 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. Регламентирование основных организационно-методических положений метрологической экспертизы в системе треста

должно быть осуществлено на уровне стандарта предприятия, отвечающего требованиям ГОСТ 8.I03-73 "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:

I) 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 составляют экспертное заключение в двух экземплярах (один экземпляр

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

Экспертное заключение составляют также и в случае проведения метрологической экспертизы 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 нестандартизованных 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 лаборатории 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 ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ 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 юстировки 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 $+20^{\circ}C$;

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 установленной форме (прил.I0) и вместе с техническим заключением о непригодности к эксплуатации направляют на согласование членам группы (бригады). Подписанные и утвержденные главным инженером треста акты о списаний должны быть переданы в бухгалтерию треста.

I0. СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ТРЕСТА

I0.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.

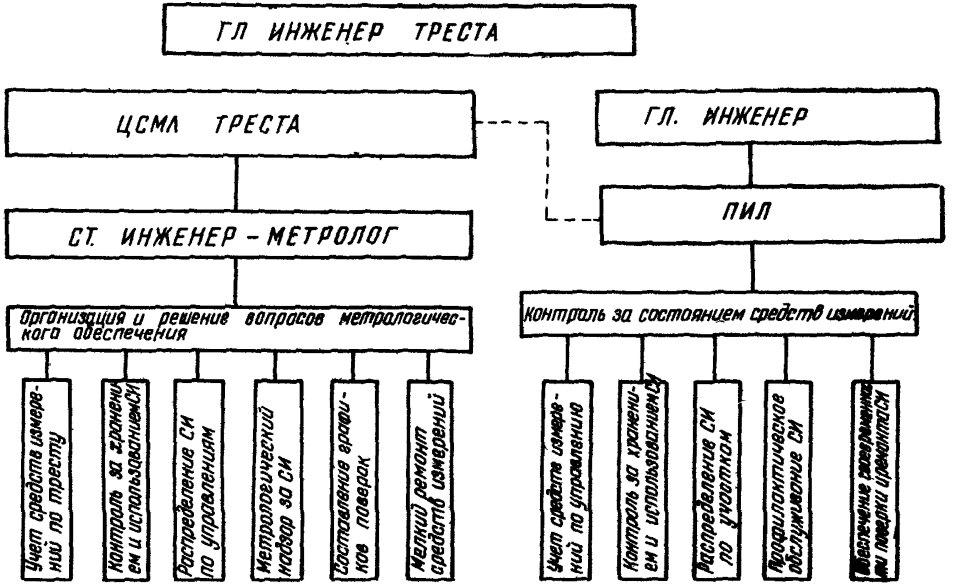

Рис.5. Типовая структура и функциональные обязанности метрологической службы треста (I этап внедрения):
———— связи административного подчинения; – – – – связи организационно-методического подчинения

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 приведена 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.

IO.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;

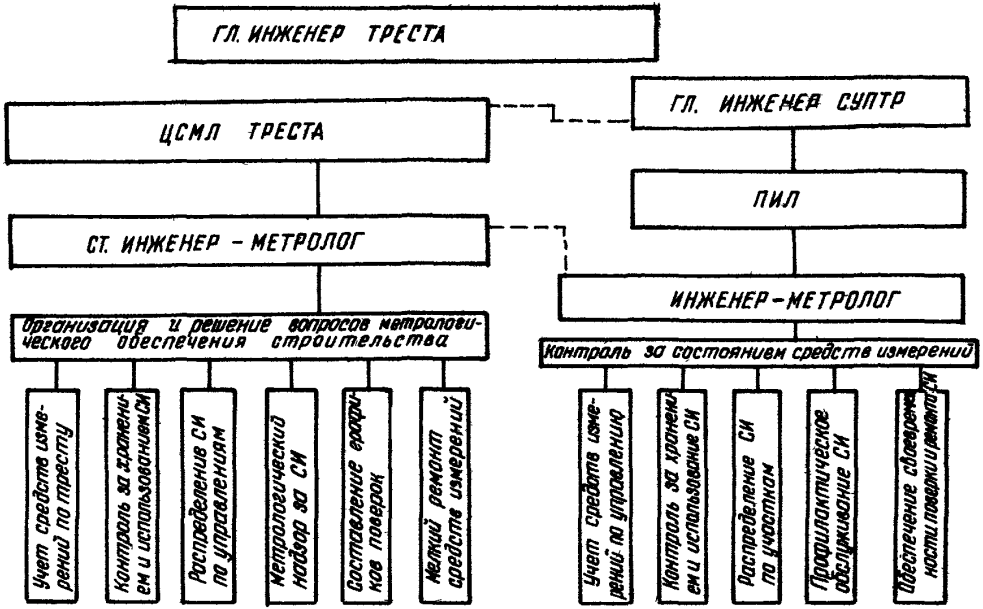

Рис.6. Рекомендуемая структура и функциональные обязанности метрологической службы треста (I этап внедрения):

——— связи административного подчинения; - - - - связи 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	Техник-метролог	Оперативная ремонтная группа
Отдел главного метролога	I	I	I	I	4
Метрологическое звено ПИЛ	-	-	I	-	-

10.3. Квалификационные характеристики должностей главного метролога, инженера (и старшего инженера) по метрологии, а также техника-метролога принимают 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 I.25-76 [I] и Типовыми положениями [9] Госстандарта о ведомственных метрологических службах (РДТП 54-75 - РДТП 57-75) метрологическая служба треста обязана:

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

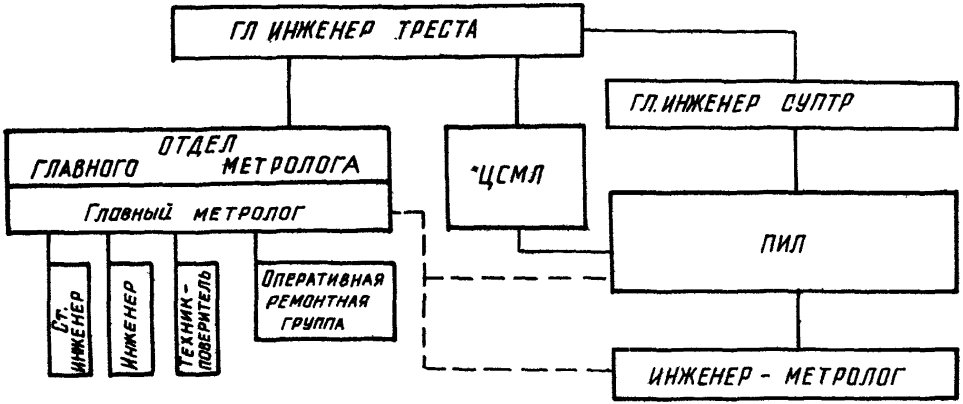

Рис.7. Рекомендуемая структура метрологической службы треста (III этап внедрения): ——— связи административного подчинения; - - - - связи организационно-методического подчинения

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

11.1. Выбор средств и методов измерений определяется целью измерений, объектом измерений и точностью измерений.

По характеру цели измерения выполняют для:

I) 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:

I) 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 службами 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 акваторий 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:

I) небольшую стоимость;

2) возможность оперативного контроля работы земснаряда и укладки трубопровода;

3) высокую точность измерения;

4) широкий диапазон рабочих температур;

Преимуществами зарубежных эхолотов являются:

I) 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:

I) 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
Прием створа	Значения геодезических отметок	Теодолит	Т-2, Т-5, Т-5к, Т-30 и др.	Сокращение возможных эксплуатационных потерь из-за нарушения требований обеспечения проектного положения трубопровода
Складирование:	Овальность по сечениям	Рулетка	РК, РТ	Снижение уровня брака и непроизводительных затрат в процессе строительства
а) труб	Величина дефекта на стенке трубы (каверны, риски, царапины забоины, задиры)	Универсальный шаблон сварщика	УШС-2 и др.	
б) сварочных материалов	Эксцентричность покрытия электродов		-	Снижение уровня брака и непроизводительных затрат в процессе сварки
	Дефекты покрытия электрода (трещины, поры, вмятины)	Измерительная линейка	-	
в) изоляционных материалов	Геометрический профиль рулона:	Измерительная линейка	-	Снижение уровня брака и непроизводительных затрат в процессе изолировочных работ
	угол между образующей и торцевой плоскостью рулона	Угольник	-	
	длина телескопического сдвига	Измерительная линейка	-	
	Параметры праймера:			
	вязкость	Дуктилометр	-	
	плотность	Пенетрометр	-	

Продолжение табл.6

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность внедрения средств контроля
Сварочные работы:				
а) подогрев, сушка	Температура подогрева трубы	Прибор контроля температур	ТП-I	Снижение дефектности сварных соединений
	Температура сушки сварочных материалов	Термометр	-	Снижение дефектности сварных соединений
б) сборка стыка под сварку	Угол скоса кромок под сварку	Шаблоны сварщика	УШС-2 НШС-I	Снижение дефектности сварных соединений
	Зазор между кромками труб	То же	То же	Уменьшение непроизводительных затрат на подготовку стыка и собственно процесс сварки
	Разнотолщинность труб	" "	" "	
	Превышение кромок	" "	" "	
	Притупление кромок	" "	" "	
	Косина торцов свариваемых труб	" "	" "	
	Удельное контактное давление на торце при центрировании труб	-	-	
в) процесс сварки	Сила сварочного тока	Амперметр	-	Снижение дефектности сварных соединений
	Напряжение на дуге	Вольтметр	Д-523	
	Скорость сварки	Регистратор параметров сварочных режимов	-	Повышение производительности процесса сварки

	Расход газа	Расходомер регулятор с манометром	МТ-60	
	Угол наклона электрода к вертикали			
	Вылет электрода			
	Смещение электрода с зенита	Следящая система	У-35I	
	Скорость подачи электродной проволоки	То же	То же	
	Поперечная коррекция электрода	" "	" "	
	Окружная скорость вращения трубной секции	" "	" "	
г) приемочный контроль	Ширина шва	Шаблоны сварщика	УШС-2, НШС-I	Повышение точности и достоверности контроля
	Усиление шва	То же	То же	Уменьшение риска заказчика
	Смещение кромок	" "	" "	
	Наружные дефекты шва (поры, наплывы, подрезы и др.)	" "	" "	
	Длина непровара шлаковых включений, раковин	Линейка оптической плотности снимка, дефектоскопы дефектометры	- МДУ-2У МД-I2Б	
	Ширина внутренних дефектов			

Продолжение табл.6

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность внедрения средств контроля
д) контроль радиационной безопасности	Доза облучения	Радиометры Дозиметры	РУП-1, "Кура" ДК-02, КИД-2	Обеспечение надежной охраны труда
Изоляционные работы:				Снижение уровня брака и непроизводительных затрат в процессе изоляционных работ
а) подготовительные работы:				
очистка поверхности	Нормальное усилие прижатия рабочего органа машины			
	Степень очистки	Приборы контроля степени очистки	"ОКО" "УКСО-2"	
сушка	Степень сушки	-	-	
б) праймирование	Дозировка	-	-	Повышение качества изоляционного покрытия
	Толщина	Толщиномер	ИТП	
	Сплошность	-	-	
в) нанесение полимерной ленты и обертки	Усилие отрыва ленты	Автоматическое устройство на изоляционной машине		Снижение дефектности изоляционного покрытия
	Угол наклона шпули			

	Тормозное усилие на шпулях	Автоматическое устройство на изоляционной машине		Уменьшение непроизводительных затрат по исправлению брака
	Линейная скорость разматывания рулона	То же		Повышение производительности процесса
г) приемочный контроль	Толщина покрытия	Толщиномеры (электромагнитный, вихретоковый)	МТ-30Н МТ-33Н ВТ-30Н (ТИП-I) (ДМ-2)	
	Прилипаемость покрытия	Адгезиметры	(СМ-I) АР-2	Повышение точности и достоверности контроля
	Сплошность покрытия:			
	электрическая прочность	Дефектоскопы искровые	ДИ-64 ДИ-74 ДЭП-I ДЭП-2	Уменьшение риска заказчика
	катодная поляризация	Комплект:		
		измеритель заземления	МС-08 М-416	
		миллиамперметр-вольтметр	М-231	
		амперметр (к генератору) постоянного тока	-	Обеспечение сохранности изоляционного покрытия в процессе строительства. Снижение брака
		искатель повреждений	ИП-60 ИП-74	

Продолжение табл.6

Вид работ	Контролируемые параметры	Наименование средства измерения	Тип (марка) средства измерения	Экономическая эффективность внедрения средств контроля
д) шуперовка	Геометрические размеры рейки	Мерная линейка	-	Обеспечение сохранности изоляционного покрытия в процессе строительства. Снижение брака
	Зазоры между рейками	То же	-	
Земляные работы:				
а) контроль за перемещением земснаряда	Удаление судна от берега	Теодолит, оптический дальномер	Т-2, Т-15, Т-30, ОТД, ДСП-30	Сокращение возможных эксплуатационных потерь из-за нарушения требований обеспечения проектного положения трубопровода
	Смещение фиксированной точки оси судна относительно створа	Радиодальномер	"Луч"	
	Угол между продольной осью судна и створом	Гонеометр (компас с визирующим устройством)		
б) контроль за положением рабочего органа грунторазрабатывающего судна	Угол поворота стрелы относительно оси судна	-	-	Обеспечение наибольшей производительности труда при точном соблюдении нормативных требований по разработке подводных траншей
	Глубина погружения рабочего органа	ЛОТ	-	
	Глубина погружения опорных устройств	То же	-	
	Боковой крен судна	Креномер	-	

	длина подвижки судна по становому тросу	-	-	
	Глубина воды на месте грунтозабора	Эхолот, ЛОТ, ЭиР ПЕЛ футшток	и др.	
в) контроль нагрузок и расхода	Нагрузка на механические грунтозаборные устройства	Пороговый динамометр	-	Уменьшение брака и снижение непроизводительных затрат при разработке траншеи
	Нагрузка на опорные устройства	Манометр	-	
г) приемочный контроль	Глубина воды с привязкой к геодезическим отметкам	Профилограф, эхолот, оптический дальномер, теодолит, нивелир	-	Уменьшение брака и снижение непроизводительных затрат при разработке траншеи
	Ширина траншеи по дну	Профилограф		
Укладка трубопровода	Усилие тяговой лебедки	динамометр	-	Повышение производительности и качества работ
	Усилие тормозной лебедки	То же		
	Деформации трубопровода в процессе укладки (радиус кривизны оси трубопровода)	-	-	
Контроль положения уложенного трубопровода	Толщина слоя грунта над верхом трубопровода	Эхолот	-	Повышение точности и достоверности контроля
	Глубина воды до верха уложенного трубопровода	Эхолот, теодолит, лот, футшток	-	Уменьшение риска заказчика*

Окончание табл.6

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
	Местонахождение утечки при испытании	Течеискатель	ПТ-11Д	Повышение точности и достоверности контроля
		Течеискатель электроннозвуковой	ТЭД	
		Ультразвуковой течеискатель нефти	УТН-I	
		Прибор для отыскания места повреждений	"Гидролюкс", "Аквафон"	Уменьшение риска заказчика

Таблица 7

Тип эхолота	Страна	Сравнительные характеристики эхолотов							
		Режимы работы	Диапазоны измеряемых глубин и расстояний (см. рис.2)	Инструментальная погрешность в режимах I, 2 и по осям X; Y	Рабочие частоты локации, кГц	Рабочий диапазон температур окружающей среды, °С	Масса эхолота + масса акустической системы, кг	Потребляемая мощность, Вт	Габариты (без вибратора), мм
ПВЛ-3	СССР	Вертикальное зондирование	X 0,4-40 0,4-200	±0,25 X ±1,3%	90	+4 - +60	32-23	80	470x465x x270
ЭИР	СССР	Вертикальное зондирование	X 0,5-20	X ±2%	I) I80 2) 30	0-40 (-30- +50) с ухудшением до 5%	23,5-6,3	I20	420x340x x2I0
Атлас-Дезо	ФРГ	Вертикальное зондирование Вертикальное зондирование с согласованием по горизонту	X-I8 диапазонов 0,5-280	X ±20 см Y - не указан	I) 2I0 2) 30	Не указано	2I +(I8+ +25+I4) прибор акустической системы	60	440x440x xI96 440x220x x39I

Окончание табл.7

Тип эхолота	Страна	Сравнительные характеристики эхолотов							
		Режимы работы	Диапазоны измеряемых глубин и расстояний (см. рис.2)	Инструментальная погрешность в режимах I; 2 и по осям X; У	Рабочие частоты локации, кГц	Рабочий диапазон температур окружающей среды, кг °С	Масса эхолота + масса акустической системы, кг	Потребляемая мощность, Вт	Габариты (без вибратора), мм
МС-30	Япония	Вертикальное зондирование	X-I0 диапазонов 0,5-I06м	X ±5 см ± $\frac{H}{100}$	I) 200 2) I2	0-40	I6+(20+23)	300	465x320x330 545x350x240 400x280x250
Профилер	Япония	Вертикальное зондирование непрерывно	X 0,5-I60м 4 диапазона	Не указана	450	+4-+40	80-40	I000	8I0x660x430 558x254
		Сканирование, развертка до I80°, покадровая съемка	У 0,5-I60м 44диапозона						
Профиль-I	СССР	Вертикальное зондирование и покадровая съемка	X 0,5-20 0,5-40	±25	800	-30 - +50	40 весь комплекс	I00	
		Сканирование и покадровая съемка	У 0 ±30 0 +-60	±40					

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

П Е Р Е Ч Е Н Ь

СТАНДАРТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СИСТЕМЕ ТРЕСТА, РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ДЛЯ КАЖДОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

I. 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.

I0. СТП. Порядок планирования показателей деятельности метрологической службы треста.

II. СТП. Правила организации и проведения анализа состояния измерений в процессе строительства магистральных трубопроводов.

I2. СТП. Метрологическое обеспечение охраны труда и контроля состояния окружающей среды.

Приложение 2

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

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Сокращенное обозначение	Размерность
I	Длина	метр	м	L
2	Масса	килограмм	кг	M
3	Время	секунда	с	T
4	Сила электрического тока	ампер	А	I
5	Термодинамическая температура	кельвин (градус)	К(^{0}С)	θ
6	Плоский угол	радиан	рад	—
7	Площадь	квадратный метр	м^2	L^2
8	Объем (вместимость)	кубический метр	м^3	L^3
9	Скорость	метр в секунду	м/с	LT^{-1}
I0	Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	T^{-1}
II	Плотность	килограмм на кубический метр	кгс/м^3	$L^{-3}M$
I2	Сила (вес)	ньютон	Н	LMT^{-2}
I3	Давление (механическое напряжение, модуль упругости)	паскаль	Па	$L^{-1}MT^{-2}$
I4	Энергия (работа, количество теплоты)	джоуль	Дж	L^2MT^{-2}
I5	Электрическая емкость	фарада	Ф	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$
I6	Электрическое напряжение (электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила)	вольт	В	$L^2MT^{-3}I^{-1}$
I7	Электрическое сопротивление	ом	Ом	$L^2MT^{-3}I^{-2}$
I8	Освещенность	люкс	лк	$L^{-2}J$
I9	Момент силы	ньютон-метр	Н·м	L^2MT^{-2}

Приложение 3

ТАБЛИЦЫ СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ЕДИНИЦАМИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

I. Соотношения между единицами длины

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

2. Соотношения между единицами площади

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

3. Соотношения между единицами объема

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

4. Соотношения между единицами массы

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

5. Соотношения между единицами скорости

Единица	м/с	м/мин	см/с	км/ч
Метр в секунду (СИ)	I	60	I00	3,6
Метр в минуту	$I,67 \cdot I0^{-2}$	I	I,67	$6 \cdot I0^{-2}$
Сантиметр в секунду	$I0^{-2}$	0,6	I	$3,6 \cdot I0^{-2}$
Километр в час	0,278	I6,7	27,8	I

6. Соотношения между единицами силы

Единица	Н	дин	кгс
Ньютон (СИ)	I	$I0^{5}$	0,I02
Дина	$I0^{-5}$	I	$I,02 \cdot I0^{-6}$
Килограмм-сила	9,8I	$9,8I \cdot I0^{5}$	I

7. Соотношения между единицами времени

Единица	с	мин	ч	сут
Секунда (СИ)	I	I/60	I/3600	I/86400
Минута	60	I	I/60	I/I440
Час	3600	60	I	I/24
Сутки	86400	I440	24	I

8. Соотношения между единицами давления

Единица	Па	бар	мм вод.ст.	мм рт.ст.	кгс/см^2
Паскаль (СИ)	I	$I0^{-5}$	0,I02	$7,5024 \cdot I0^{-3}$	$I,02 \cdot I0^{-5}$
Бар	$I0^5$	I	$I,02 \cdot I0^4$	$7,5024 \cdot I0^2$	I,02
Миллиметр водяного столба	9,8067	$9,8067 \cdot I0^{-5}$	I	$7,35 \cdot I0^{-2}$	$I0^{-4}$
Миллиметр ртутного столба	$I,33 \cdot I0^2$	$I,33 \cdot I0^{-3}$	I3,6	I	$I,36 \cdot I0^{-3}$
Килограмм-сила на квадратный сантиметр	$9,8067 \cdot I0^4$	0,98067	$I0^4$	$7,35 \cdot I0^2$	I

9. Соотношения между единицами энергии

Единица	Дж	Эрг	кгс·м	кал	ккал	квт·ч
Джоуль (СИ)	I	$I0^7$	0,I02	0,239	$2,39 \cdot I0^{-4}$	$2,78 \cdot I0^{-7}$
Эрг	$I0^{-7}$	I	$I,02 \cdot I0^{-8}$	$2,39 \cdot I0^{-8}$	$2,78 \cdot I0^{-II}$	$2,78 \cdot I0^{-I4}$
Килограмм-сила-метр	9,8067	$9,8067 \cdot I0^7$	I	2,343	$2,343 \cdot I0^{-3}$	$2,72 \cdot I0^{-6}$
Калория	4,I868	$4,I868 \cdot I0^7$	0,42686	I	$I0^{-3}$	$I,I6 \cdot I0^{-6}$
Килокалория	$4,I868 \cdot I0^3$	$4,I868 \cdot I0^{I0}$	$4,2686 \cdot I0^2$	$I0^3$	I	$I,I6 \cdot I0^{-3}$
Киловатт-час	$3,6 \cdot I0^6$	$3,6 \cdot I0^{I3}$	$3,67 \cdot I0^5$	$8,6 \cdot I0^5$	$8,6 \cdot I0^2$	I

IO. Соотношения между единицами мощности

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

II. Соотношения между единицами количества теплоты

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

Приложение 4

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЯ ГЛУБИНЫ ПОДВОДНОЙ ТРАНШЕИ

Исходные данные

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

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

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)

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

Вывод

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

Приложение 5

Форма I

Трест _____ Начальник ПИЛ (СМЛ)

СУПТР _____ _____

ПЕРЕЧЕНЬ

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

№ п/п	Наименование средства измерения, тип, заводское обозначение	Наличие (шт)	Класс точности (основная погрешность)	Предел (диапазон) измерения	Сведения о поверках		Сведения о ремонтах	
					Организация, осуществляющая поверку	Периодичность поверки прибора	Организации, осуществляющие ремонт	Дата последнего ремонта и его вид
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Форма 2

Трест _____
СУПТР _____

Начальник ПИЛ (СМЛ)
_____

СВЕДЕНИЯ
о состоянии средств измерений на 01.01.19____ г.

№ п/п	Наименование средства измерения, тип, заводское обозначение	Вид измерения, наименование измеряемого параметра	Сведения об используемых средствах измерений					Претензии к техническим характеристикам средств измерений
			Завод-изготовитель, министерство	Год выпуска	Начало (год) использования в СУПТР	Количество проведенных ремонтов в течение срока службы	Количество поверок, проведенных в течение срока службы	
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Форма 3

Трест _____ Начальник ПМЛ (СМЛ)

СУПТР _____ _____

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

по улучшению качества средств измерений и усовершенствованию метрологического обеспечения строительства

№ п/п	Наименование средства измерения, тип, заводское обозначение	Предложения по средствам измерений		Метрологическая обеспеченность	
		Устранение недостатков, улучшение метрологических характеристик, повышение надежности, требования к эргономическим, экономическим и др. показателям	Требуемое количество для строительного управления	Необходимость наличия образцового средства (имеется "+" не имеется) "–"	Необходимость разработки специальной метрологической документации на способ и средство измерения (+,-)
1	2	3	4	5	6

Приложение 6

"УТВЕРЖДАЮ"

_____

(главный инженер треста)

График проведения метрологической экспертизы

Наименование изделия (объекта, конструкции), подлежащего экспертизе	Стадии разработки документации	Наименование и обозначение документов, представляемых на метрологическую экспертизу	Организация (подразделение), представляющее документацию	Срок представления документации	Подразделение, проводящее метрологическую экспертизу	Сроки проведения метрологической экспертизы
1	2	3	4	5	6	7

Главный метролог

Согласовано (согласовывается с разработчиком документации)

Приложение 7

"УТВЕРЖДАЮ"
Главный инженер
_____

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На _____
(наименование стадии разработки)
_____
(наименование, а также шифр или условное обозначение
_____
изделия)

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) _____

_____

_____

Приложение 8

ЖУРНАЛ

учета технической документации, поступившей на метрологическую экспертизу

Наименование и обозначение изделия (объекта, конструкции), подлежащего экспертизе	Наименование и обозначение документа (комплекта документов)	Организация (подразделение)-разработчик технической документации	Дата поступления документа на метрологическую экспертизу	Дата визирования документа	Результаты метрологической экспертизы	Фамилии и должности лиц (членов комиссии), проводивших экспертизу	Отметка о реализации (конкретном выполнении) предложений экспертной комиссии
I	2	3	4	5	6	7	8

Главный метролог

Приложение 9

Трест _____ СУ № _____

ЖУРНАЛ

регистрации дефектов средств измерений

№ п/п	Наименование средства измерения	Дата поступления в эксплуатацию	Периодичность поверки	Заводской готовитель	Заводской №	Инвентарный №	Класс точности (основная погрешность)	Пределы (диапазон) измерения	Результаты текущей поверки			Сведения о ремонте	
									Дата поверки	Номер протокола	Заключение (годен, не годен)	Дата ремонта	Краткая характеристика ремонта
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4

Начальник лаборатории

Инженер-метролог

Приложение 10

АКТ НА СПИСАНИЕ

Прибор _____ № _____
(наименование) (заводской)

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 _____

_____

Приложение II

КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТНИКОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

ГЛАВНЫЙ МЕТРОЛОГ

Должностные обязанности:

организует 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;

организует 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 нестандартизуемых 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;

организует подготовку технических заданий на проектирование и разработку средств измерений специального назначения;

обеспечивает укомплектование 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 разработки, производства, испытаний и эксплуатации выпускаемой предприятием продукции;

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

разрабатывает поверочные схемы и календарные графики поверки 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, метрологическую аттестацию и поверку нестандартизуемых средств измерений;

разрабатывает методические указания, инструкции, проекты и другую нормативно-техническую документацию по аттестации и поверке нестандартизуемых средств измерений специального назначения;

проводит расчеты экономической эффективности внедрения новых средств измерений;

участвует в подготовке технических заданий на проектирование и в разработке средств измерений специального назначения;

выполняет поверку сложных средств измерений;

участвует в проведении сложных измерений в технологических процессах, в испытаниях продукции;

осуществляет обязательный контроль состояния и правильности 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, встроике и эксплуатации средств измерений, технологию 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 расчета экономической эффективности внедрения новых средств измерений;

экономику, организацию 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, юстировке 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

I. ГОСТ I.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 отраслях 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. РДТП 54-75 РДТП 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., Гидрометеоиздат, 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 М-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

I. Общие положения 8

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 5I

IO. Структура и функциональные обязанности метрологической службы треста 54

II. Выбор средств и методов измерений для контроля строительства подводных трубопроводов 60

Приложения 78

Литература 95

gost.e-ecolog.ru