МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

·ВНИИСТ·

РУКОВОДСТВО

ПО УКЛАДКЕ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ И ГРУЗАМИ

Р 420-81

МОСКВА 1982

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.643.002.(204.I)(083.74)

В Руководстве рассмотрены технология монтажа и укладки подводных трубопроводов с железобетонными покрытиями и грузами; технология строительства подводных трубопроводов поточно-расчлененным методом; особенности расчета подводных трубопроводов с железобетонной пригрузкой; требования к составу и технология приготовления особо тяжелого бетона для пригрузов.

Руководство разработано на основании обобщения и анализа отечественного и зарубежного опыта строительства подводных трубопроводов с железобетонными покрытиями и грузами, теоретических и экспериментальных исследований, выполненных ВНИИСТом и ЭКБ по железобетону. Учтен опыт треста Союзподводгазстрой.

Руководство предназначено для организаций Миннефтегазстроя, занимающихся строительством подводных переходов и проектированием нового оборудования, и может быть использовано другими ведомствами при проектировании и строительстве подводных трубопроводов с железобетонной пригрузкой.

В разработке Руководства принимали участие: канд.техн.наук С.И.Левин, инж.Б.Н.Крупкин; кандидаты техн.наук Э.Д.Брейтман, Н.Б.Веприк, Ю.А.Дудоладов, М.А.Камышев, Я.З.Скомаровский; инженеры В.Г.Шаронов, Н.Х.Гольцов, П.П.Башаратьян, Л.В.Вальковский, В.Я.Канаев.

Замечания и предложения просьба направлять по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд, 19.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1982

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящее Руководство разработано в развитие Инструкции по строительству подводных переходов магистральных трубопроводов [I], глав СНиП по строительству и проектированию магистральных трубопроводов и распространяется на проектирование и строительство подводных трубопроводов с железобетонными покрытиями и грузами, сооружаемых на переходах магистральных нефтегазопроводов.

I.2. Основные положения по технологии строительства подводных трубопроводов с применением железобетонного балласта разработаны применительно к переходам из труб диаметром I020 – I420 мм, однако они могут быть использованы и при сооружении подводных переходов из труб меньшего диаметра.

Предусматривают применение отдельных железобетонных грузов (утяжелителей) и труб, обетонированных в базовых условиях (на специальном заводе, полигоне), которые доставляются на строительно-монтажную площадку подводного перехода.

I.3. Тип и конструкцию железобетонного покрытия труб или отдельных грузов, монтируемых на трубопроводе, устанавливают в проекте перехода и согласовывают со строительной организацией.

I.4. Обетонированные трубы и железобетонные грузы, поступающие на строительную площадку перехода, должны строго соответствовать Техническим условиям на эти изделия. Трубы, предназначенные для обетонирования, должны отвечать требованиям, установленным СНиП II-45-75 [2].

I.5. Железобетонные грузы и обетонированные трубы, получаемые с завода, должны иметь маркировку. При маркировке обетонированных труб следует обязательно указывать марку изделия, массу с точностью до 1%, отрицательную плавучесть (вес обетонированной трубы под водой) при объемном весе воды I000 кгс/м^3,

Внесено лабораторией строительства подводных переходов	Утверждено ВНИИСТом I5 декабря I980 г.	Срок введения I января I982 г.

или объем бетона, объемный вес. При маркировке железобетонных грузов следует обязательно указывать марку груза, массу с точностью до I%, объем груза.

I.6. Трубы, балластируемые монолитным железобетонным покрытием, должны иметь противокоррозионное изоляционное покрытие усиленного типа, выполненное в соответствии с требованиями СНиП II-45-75 и Техническими условиями на обетонированные трубы.

Трубы, балластируемые отдельными железобетонными грузами, должны иметь изоляционное покрытие усиленного типа, предусмотренное в проекте, и защитную деревянную шутеровку.

I.7. Для изоляции трубопроводов можно применять покрытия из липких полимерных лент, наносимых в два слоя. Полимерные изоляционные ленты могут применяться как отечественного производства, так и зарубежного типа "Поликен". Ленты отечественного производства (поливинилхлоридные) наносятся по битумно-клеевой или клеевой грунтовке. Для лент "Поликен-980-20" применяют соответствующую грунтовку "Поликен-919".

I.8. Для предохранения изоляционных покрытий от механических повреждений во время перемещения труб, обетонирования, монтажа утяжелителей следует применять прочные защитные обертки в два слоя общей толщиной не менее I мм. В качестве защитных оберток можно применять "Бикарул", ленты ПДБ и ПРДБ и различные полимерные пленки, а также бризол.

I.9. Очистка поверхности трубопровода, нанесение грунтовки, изоляционных покрытий и оберток выполняются в соответствии с требованиями глав СНиП II-45-75 и СНиП II-42-80 [3], Инструкции по антикоррозионной защите наружной поверхности металлических трубопроводов полимерными липкими лентами [4], Инструкции по применению импортных изоляционных лент и оберток [5].

I.I0. Места сварки отдельных обетонированных труб в плети перед наложением защитного покрытия, предусмотренного проектом, должны быть заизолированы вручную. Тип и конструкция изоляционного покрытия в местах сварных соединений труб должны быть аналогичны основным покрытиям.

I.II. Для выполнения сварки и изоляции стыка трубы с обоих концов должны иметь необетонированный участок (включая участок с изоляционным покрытием) длиной 300-350 мм. Длина неизо-

лированных участков по концам труб, обетонированных в опалубке, не должна превышать 150 мм.

1.12. Кольцевые железобетонные грузы типа УТК (проект № 917 ЭКБ Миннефтегазстроя), разработанные по техническому заданию ВНИИСТа и треста Союзподводгазстрой, и железобетонное утяжеляющее покрытие типа ПЖУ (проект № 883 ЭКБ Миннефтегазстроя) приняты за основные конструкции балластировки при разработке технологии монтажа и укладки подводных трубопроводов.

1.13. Железобетонное утяжеляющее покрытие типа ПЖУ предназначено для балластировки труб, прокладываемых через болота и водные преграды. Изоляция труб предусмотрена полимерными пленками с обверткой в соответствии с пунктами 1.6–1.8 настоящего Руководства. Толщина изоляции принята не более 2 мм.

1.14. Весовые характеристики обетонированных труб диаметром 1020, 1220, 1420 мм с покрытием типа ПЖУ (покрытие железобетонное, утяжеляющее) приведены в табл.3 прил.1. Вес железобетонного покрытия рассчитан в соответствии с п.8.25 СНиП II-45-75 и принят постоянным с учетом прокладки указанных в табл.3 труб на прямолинейных участках.

Марка покрытия состоит из буквенного обозначения и трех групп цифр. Первая группа цифр обозначает диаметр стальной трубы (в дециметрах), вторая группа цифр – толщину стальной трубы в (миллиметрах),третья - объемный вес бетона.

1.15. Для уменьшения изгибной жесткости обетонированных труб бетонное покрытие типа ПЖУ имеет трапецеидальные кольцевые прорези. Изгибную жесткость трубопровода с железобетонным покрытием типа ПЖУ и критические напряжения в стенках стальной трубы в местах необетонированных зон поперечных стыков можно определить по формулам, приведенным в прил.2.

1.16. Кольцевые железобетонные грузы типа УТК (утяжелитель трубопроводный кольцевой) предназначены для балластировки магистральных трубопроводов диаметром от 325 до 1420 мм на переходах через реки и водные преграды. Железобетонные грузы-утяжелители состоят из двух охватывающих трубу подуколец, соединяемых между собой посредством шпилек и гаек.

1.17. Трубы диаметром до 720 мм включительно балластируют одним видом утяжелителя на прямых и кривых участках. На прямых участках утяжелители устанавливают с разрядкой, а на кри-

вых – вплотную. Трубы диаметром 820 мм и выше имеют два вида утяжелителей: для балластировки прямолинейных и для балластировки криволинейных участков. В обоих случаях утяжелители устанавливают вплотную. Грузы устанавливают на трубы, защищенные деревянной антеровкой толщиной 32 мм, имеющие антикоррозийную пленочную изоляцию толщиной 3 мм с допуском $\pm 0,5$ мм. Для изготовления грузов применяют бетон с объемным весом не ниже 2,3 т/м^3.

I.I6. Весовые характеристики утяжелителей с объемным весом бетона 2,3 т/м^3 приведены в табл.4 прил.I. Условное обозначение марки утяжелителей состоит из буквенного обозначения и трех групп цифр. Буквенное обозначение УТК – утяжелитель трубопроводный кольцевой. Первая группа цифр обозначает диаметр стальной трубы (в миллиметрах), вторая группа цифр – длину утяжелителя (в дециметрах), третья – типоразмер утяжелителя (I – для балластировки прямолинейных и II – для балластировки криволинейных участков трубопровода).

I.I5. Вес и объем балласта, а следовательно, вес балластированной трубы зависят от объемного веса бетона $\gamma_б$. Чем больше $\gamma_б$, тем меньше вес балластированного трубопровода. Применение бетона с повышенным объемным весом позволяет сократить необходимый объем бетона для балластировки трубопровода, уменьшить вес трубы и толщину бетонного покрытия (см.табл.3 прил.I). Например, при замене бетона с $\gamma_б$ = 2,3 т/м^3 бетоном с $\gamma_б$ = 2,9 т/м^3 необходимый его объем для балластировки I м трубопровода уменьшится в I,46 раза. Таким образом, при проектировании и изготовлении железобетонных покрытий и грузов целесообразно применять бетоны с тяжелым наполнителем, увеличивающим объемный вес бетона.

I.20. Рекомендации по составу и технологии приготовления особо тяжелого бетона, приведенные в прил.3, распространяются на особо тяжелый бетон, предназначенный для производства утяжеляющих железобетонных грузов в базовых условиях. Они содержат основные положения по изготовлению особо тяжелого бетона с объемной массой 2,9±0,I т/м^3 на базе медногорских медеплавильных шлаков.

2. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И УКЛАДКИ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

2.1. Наиболее рациональным способом укладки трубопроводов с бетонным покрытием и забалластированных кольцевыми железобетонными грузами является, как правило, укладка протаскиванием по дну подводной траншеи.

2.2. Общие требования по укладке подводных трубопроводов способом протаскивания по дну приведены в "Инструкции по строительству подводных переходов магистральных трубопроводов" ВСН 2-118-80 Миннефтегазстроя.

2.3. Для повышения качества работ при укладке трубопроводов, а также для уменьшения расчетных тяговых усилий и, следовательно, мощности тяговых лебедок протаскивать трубопроводы следует с использованием спусковых дорожек различного типа и разгружающих понтонов.

2.4. Типы, конструкции спусковых устройств, общие требования к ним приведены в "Рекомендациях по технологии укладки подводных трубопроводов диаметром 1220 и 1420 мм" Р 126-72 [6]. Для укладки обетонированных трубопроводов и трубопроводов, балластированных железобетонными грузами, рекомендуется применять спусковую дорожку типа ОСД-3 конструкции СКБ Газстроймашина [7] и спусковую дорожку в виде рельсового пути с тележками грузоподъемностью 30 т.

2.5. В отдельных случаях при строительстве подводных переходов небольшой протяженности, а также в тех случаях, когда устроить спусковой путь невозможно, допускается протаскивание трубопровода на береговом спланированном участке по грунту.

Длину плетей трубопровода при такой укладке определяют в проекте производства работ в зависимости от ширины водной преграды, вида грунтов на береговом и подводном участках, наличия грузоподъемных и тяговых средств. Для труб диаметром 1020 и 1220 мм длину плетей, протаскиваемых на береговом участке по грунту, рекомендуется принимать соответственно не более 120-200 и 80-150 м.

2.6. Тяговые усилия, необходимые для протаскивания трубопровода, определяют расчетом для каждого этапа протаскивания.

Тяговые средства выбирают по максимальному значению расчетного тягового усилия. Расчет тяговых усилий, выбор схемы протаскивания и тяговых средств можно производить по методике, приведенной в Технологической карте на укладку газопровода диаметром 1020 мм [8] и в Рекомендациях [6].

Для трубопроводов, протаскиваемых по грунту, рекомендуется принимать значения коэффициентов трения, скольжения и коэффициентов трогания, приведенные в табл.10 и 11 прил.4.

2.7. Вес трубопровода, балластированного железобетоном, под водой возрастает с увеличением времени нахождения его в воде (за счет водопоглощения железобетона). Этот фактор необходимо учитывать при расчете тяговых усилий. При полном водопоглощении железобетона его вес может увеличиться на 4%.

2.8. При разработке проекта производства работ по укладке обетонированных трубопроводов методом протаскивания необходимо рассчитать прочность сцепления железобетонного покрытия с изоляцией при действии сдвигающих усилий (прил.5).

2.9. В зависимости от ширины водной преграды, рельефа берега, наличия спусковых устройств и понтонов, мощности трубоукладчиков и тяговых средств возможны следующие технологические схемы укладки подводных трубопроводов с бетонными покрытиями и сборными железобетонными грузами способом протаскивания по дну:

схема I - протаскивание трубопровода по дну с предварительным монтажом его на полную длину в створе перехода;

схема II - последовательное протаскивание отдельных плетей трубопровода со стыковкой их на прирезном участке.

ПРОТАСКИВАНИЕ ТРУБОПРОВОДА ПО ДНУ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ МОНТАЖОМ ЕГО НА ПОЛНУЮ ДЛИНУ В СТВОРЕ ПЕРЕХОДА (СХЕМА I)

2.10. Технологический процесс укладки трубопроводов с бетонным покрытием по схеме I включает: монтаж и сварку трубопровода в створе перехода из отдельных обетонированных труб или секций, испытание смонтированного трубопровода, изоляцию

и защиту стыков, протаскивание трубопровода, проверку его положения после укладки и испытание (до засыпки траншеи).

2.II. При укладке по схеме I трубопроводов с железобетонными грузами в створе перехода выполняют последовательно сварку трубопровода из отдельных секций труб, испытание трубопровода, изоляцию и футеровку, установку и закрепление грузов, протаскивание трубопровода, проверку его положения и испытание (до засыпки траншеи).

2.I2. Укладка по схеме I может быть применена на переходах через сравнительно небольшие водные преграды (шириной до 200-300 м), где рельеф берега позволяет смонтировать спусковую дорожку и плеть трубопровода длиной, равной ширине водной преграды; кроме того, есть возможность обеспечить необходимые тяговые усилия.

2.I3. Монтаж трубопровода, сварку, испытание и изоляцию стыков между обетонированными трубами при данной схеме укладки целесообразно производить в створе перехода на спусковой дорожке, где отдельные трубы или секции из двух труб сваривают ручной дуговой сваркой с применением внутреннего центратора.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ПРОТАСКИВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОБЕТОНИРОВАННЫХ ПЛЕТЕЙ ТРУБОПРОВОДА СО СТЫКОВКОЙ ИХ НА ПРИУРЕЗНОМ УЧАСТКЕ (СХЕМА II)

2.I4. Технологический процесс монтажа и укладки отдельных обетонированных плетей трубопроводов по схеме II включает: монтаж первой плети в створе перехода с выполнением всех операций, предусмотренных при укладке по схеме I (2.I0), и монтаж, испытание второй и последующих плетей на строительной площадке, параллельной первой плети. После протаскивания первой плети вторую плеть устанавливают на спусковую дорожку; на приурезном участке сваривают стык между первой и второй плетью, стык радиографируют и изолируют. После протаскивания второй плети устанавливают в створ третью плеть и т.д.

2.I5. Укладка подводного трубопровода способом последовательного протаскивания по дну нескольких плетей, предварительно смонтированных на берегу (схема II), рекомендуется при

пересечении широких водных преград в тех случаях, когда протаскивание одной плетью (схема I) невозможно.

2.16. Длину плетей трубопровода, подготавливаемых к укладке по схеме II, определяют в проекте производства работ в зависимости от ширины водной преграды, мощности тяговых средств, конструкции спускового пути, числа трубоукладчиков. Для трубопроводов диаметром 1020 и 1220 мм длину плетей рекомендуют принимать соответственно не более 250 и 200 м.

2.17. Монтаж плетей трубопровода из обетонированных в заводских условиях труб по схеме II производят следующим образом (рис.I).

На сварочном стенде выполняют поворотную сварку двух обетонированных труб в звенья. Из двухтрубных звеньев на строительно-монтажной площадке, параллельно спусковой дорожке, собирают и сваривают необходимое число плетей заданной длины. Плети трубопровода подвергают гидравлическому испытанию. После испытания плетей стыки изолируют и наносят на них защитное покрытие. После протаскивания первой плети, смонтированной, как правило, в створе перехода, вторую плеть перекладывают на спусковую дорожку, стыкуют с первой и протаскивание продолжают.

2.18. Обетонированные трубы с приобъектного склада трубоукладчиком К-594 доставляют на сварочный стенд и выполняют поворотную сварку двух труб вручную (при небольшом объеме сварочных работ) или сварочным полуавтоматом. Двухтрубные звенья на место сборки и сварки плетей доставляют двумя трубоукладчиками К-594.

2.19. Первую плеть монтируют и сваривают ручной дуговой сваркой с применением внутреннего центратора в непосредственной близости (параллельно спусковой дорожке). Вторую и последующие плети собирают и сваривают на монтажной площадке, параллельно первой плети. Расстояние между плетями показано на рис.I. Для обетонированного трубопровода диаметром 1220 мм расстояние между первой и второй плетями, необходимое для сварочно-монтажных и укладочных работ, составляет около 6 м.

2.20. Перед изоляцией и защитой стыков между обетонированными трубами производят гидравлическое испытание плетей трубопровода. При визуальном обнаружении утечек устанав-

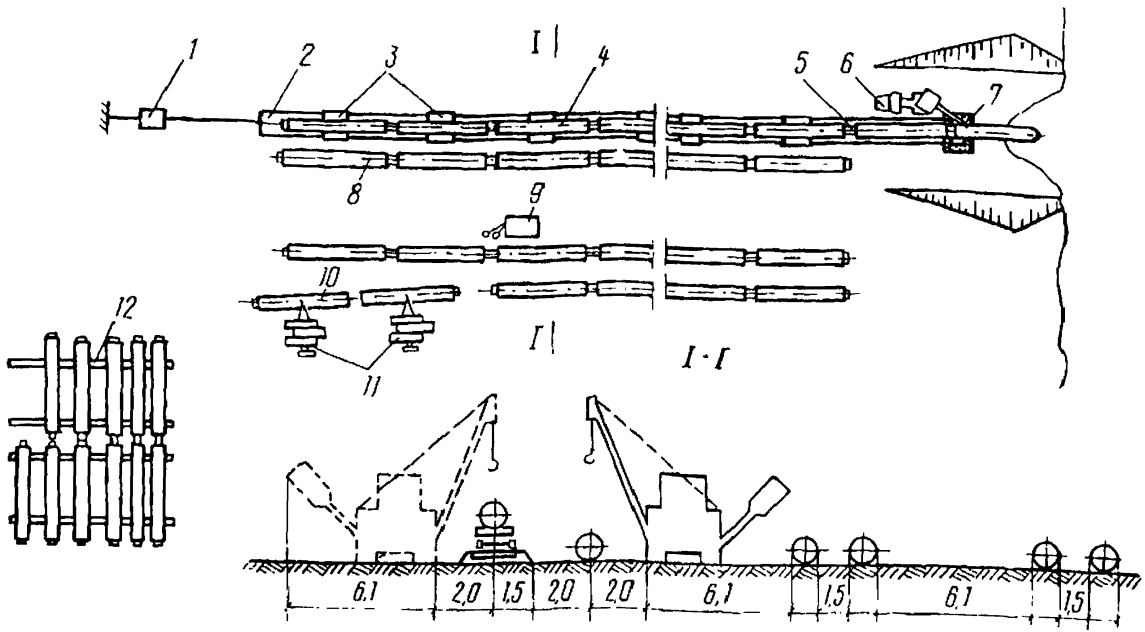

Рис.1. Схема укладки обетонированного трубопровода методом последовательного протаскивания плетей:

I-тормозная лебедка; 2-спусковая дорожка; 3-тележки; 4-плеть на спусковой дорожке; 5-место сварки стыка; 6-автокран; 7-приямок для схода тележек; 8-плеть трубопровода, подготовленная к укладке, 9-электросварочный агрегат; IO-звено из двух обетонированных труб; II-трубоукладчики; I2-стенд для сварки двухтрубных звеньев

ливают место утечки и имеющую дефект трубу вырезают. Когда утечку обнаруживают по указаниям манометра, для определения дефектной трубы давление в плети выдерживают до появления воды на поверхности бетонного покрытия или в зоне стыка. Для ускорения определения мест утечек рекомендуется добавлять краситель в опрессовочную воду.

Предварительные испытания плетей трубопровода, балластируемого железобетонными утяжелителями, производят до установки утяжелителей на плети. Испытание выполняют в соответствии с требованиями главы СНиП по строительству магистральных трубопроводов [2] и действующих инструкций. К началу протаскивания трубопровода все плети должны быть полностью подготовлены к укладке.

2.21. Поперечную перекладку плетей осуществляют подъемом и переносом отдельных участков трубопровода с помощью колонны трубоукладчиков, последовательно перемещающейся вдоль перекладываемых плетей.

2.22. Работы по поперечному перемещению плетей из обетонированных труб диаметром 1020 и 1220 мм или труб с железобетонными кольцевыми утяжелителями могут выполняться колонной трубоукладчиков К-594 или "Комацу-355 С" (со стрелами длиной 7,5 м в количестве 3 или 4 единиц), удаленных один от другого на расстояние 10 м по осям стрел.

2.23. Работу выполняют в следующей последовательности: на начальном участке плети, параллельно ей, устанавливают колонну трубоукладчиков на вылете стрелы 2 м, отсчитываемом от края катка гусеницы до оси трубы; трубоукладчики одновременно осуществляют подъем плети на высоту, при которой все они теряют устойчивость; с этого момента все трубоукладчики производят одновременный опуск груза стрелами до полного высвобождения от нагрузки, затем колонну трубоукладчиков перемещают на следующий участок плети, и операции повторяются.

2.24. Некоторые технологические параметры при перекладке плетей трубопровода по указанной технологии приведены в табл.1.

Таблица I

Параметры трубы		Количество трубоукладчиков в колонне, шт.	Расстояние между трубоукладчиками по осям стрел, м	Минимальный вылет стрелы, м	Максимальная высота подъема плети, м	Максимальный перенос плети за одну проходку колонны, м
Сечение, мм	Масса I м трубопровода, т					
I020xI6	I,7	3	I0	2	0,6	I,7
I220xI5,2	2,9	3	I0	2	0,I5	0,6
I220xI5,2	2,9	4	I0	2	0,26	0,9

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ПРОТАСКИВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПЛЕТЕЙ ТРУБОПРОВОДА, ЗАБАЛЛАСТИРОВАННОГО СБОРНЫМИ УТЯЖЕЛИТЕЛЯМИ ТИПА УТК (СХЕМА П)

2.25. Технологический процесс монтажа и укладки отдельных плетей трубопроводов, забалластированных грузами УТК, включает монтаж первой плети в створе перехода с выполнением всех операций, предусмотренных при укладке по схеме I (см.п.2.II); монтаж и испытание второй и последующих плетей на строительной площадке параллельно первой плети; балластировку грузами УТК; перемещение плетей в створ перехода и их последовательное протаскивание со сваркой стыков между плетями около уреза.

2.26. Монтаж плетей трубопровода, балластируемого сборными утяжелителями типа УТК, можно выполнять из отдельных секций, сваренных из трех труб. Из этих секций на строительно-монтажной площадке, параллельно спусковой дорожке, собирают и сваривают необходимое число плетей заданной длины и выполняют их гидравлическое испытание в соответствии с п.2.20 настоящего Руководства.

Одновременно с очисткой, изоляцией и футеровкой испытанных плетей трубопровода на строительно-монтажной площадке производят раскладку утяжелителей.

2.27. Монтаж утяжелителей типа УТК на трубы выполняют на строительно-монтажной площадке после подготовки плетей трубопровода к монтажу, как указано в п.2.26. Работы могут выполняться как в зимнее, так и в летнее время.

2.28. Строительная площадка, на которой подготавливают

плети трубопровода к укладке, должна быть предварительно спланирована таким образом, чтобы неровности не превышали ±3 см на длину одного утяжелителя.

2.29. При монтаже утяжелителей на нескольких плетях трубопровода расстояние между плетями выбирают таким образом, чтобы был обеспечен проезд трубоукладчикам, кранам, автомашинам для выполнения сварочно-монтажных, изоляционных работ и раскладки утяжелителей. На рис.2 показана схема раскладки плетей и утяжелителей и минимальные расстояния между ними для трубопроводов диаметром 1020 и 1220 мм.

2.30. Нижние и верхние кольца утяжелителей раскладывают параллельно подготовленным плетям трубопровода в два ряда вдоль оси трубы (см.рис.). Для труб диаметром до 820 мм элементы утяжелителей укладывают с интервалом в соответствии с проектом, для труб диаметром 820 мм и выше - вплотную друг к другу (см. п.1.7.).

Отклонения при раскладке нижних элементов утяжелителей от продольной оси трубопровода на базе длины одного утяжелителя не должны превышать в плане ±3 см; крен вокруг продольной оси - не более 2 см.

2.31. Футерованный трубопровод с помощью трубоукладчиков поднимают и укладывают на нижние элементы утяжелителей. Затем верхние элементы утяжелителей укладывают на трубу попарно по отношению к нижним элементам. Шпильки вставляют в отверстия утяжелителей сверху, при этом верхние гайки должны быть навинчены на болт (не более чем на собственную высоту). Нижние гайки навораживают на шпильку вручную без инструмента до отказа . Затем верхние гайки доворачивают гайковертом до следующих максимальных крутящих моментов: шпилька диаметром 20мм - 15 кг.м; шпилька диаметром 24 мм - 26 кг.м.

2.32. До закрепления установленных утяжелителей на трубе следует проверить величину зазора между футеровочной рейкой и грузом. В случае зазора более 5 мм следует под внутреннюю поверхность утяжелителя положить дополнительные рейки необходимого размера.

2.33. Погрузку, разгрузку, складирование и раскладку полуколец утяжелителей производят кранами или трубоукладчиками соответствующей грузоподъемности за монтажные петли.

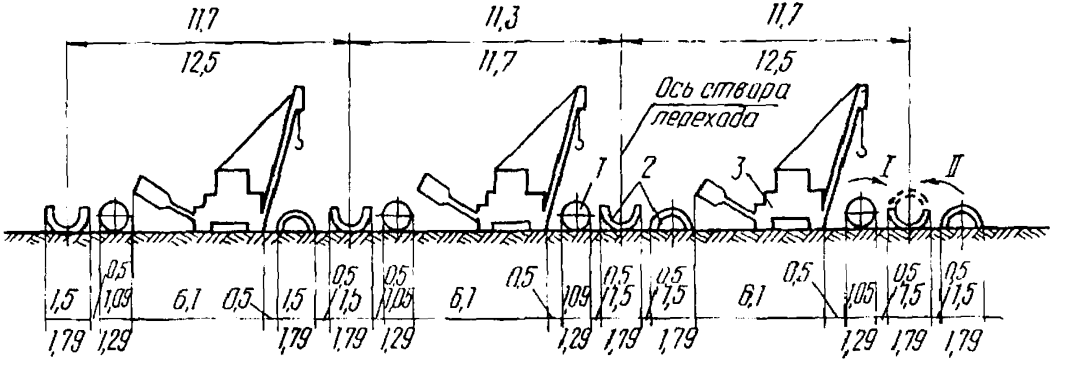

Рис.2. Схема раскладки плетей трубопровода диаметром 1020 и 1220 мм при монтаже на них утяжелителей типа УТК:
I–II - последовательность монтажа утяжелителей на плеть трубопровода; I-плеть трубопровода; 2-полукольца утяжелителей; 3-трубоукладчик

Элементы утяжелителя можно поднимать как в прямом, так и в перевернутом положении. Перевертывать элементы утяжелителя из прямого в перевернутое положение допускается за две петли, но при этом элементы не должны отрываться от земли.

2.34. Железобетонные элементы кольцевых утяжелителей, рассортированные по маркам и комплектам, должны храниться в штабелях на приобъектных складских площадках с выровненным плотным основанием. Нижний и последующие ряды элементов укладывают на деревянные подкладки высотой 30 и шириной 100 мм. Подкладки располагают у монтажных петель по вертикали одна над другой. Изделия укладывают в штабеля высотой не более 2,5 м.

При хранении, транспортировке и монтаже элементов утяжелителей нельзя загибать монтажные петли.

2.35. При протаскивании трубопровода на береговом участке по грунту монтаж железобетонных грузов на первую плеть производят в створе перехода, как показано на рис.2. При использовании спусковой дорожки монтаж железобетонных грузов на плеть трубопровода производят рядом со спусковой дорожкой. Перекладку оснащенных грузами плетей трубопровода выполняют в соответствии с рекомендациями, приведенными в пп.2.21-2.24. Строповку балластированного трубопровода при его подъеме и перекладке следует осуществлять в местах расположения опорных частей утяжелителей.

2.36. Перекладывать плети трубопровода диаметром 1220 мм с железобетонными утяжелителями за одну проходку колонны трубоукладчиков К-594 можно на расстояние не более 1 м (табл.1).

Согласно нормам на перекладку такой плети трубопровода длиной 100 м на расстояние до 1,5 м потребуется не менее одного часа. При строительстве подводных переходов большой протяженности (более 500 м) расстояние от оси крайней плети до оси створа перехода может превышать 30 м (см.рис.1 и 2).

Для обеспечения необходимого темпа укладки трубопровода и поперечного перемещения плетей потребуется две колонны трубоукладчиков по 4 шт. в каждой.

2.37. Для уменьшения числа и мощности трубоукладчиков, необходимых для перемещения плети в створ перехода, возможна установка грузов на плеть, находящуюся в створе. Однако при этом перерыв в процессе протаскивания определяется не временем,

необходимым на сварку стыка около уреза воды, а значительно большим временем, необходимым на установку и закрепление грузов УТК.

Для сокращения этого времени можно установить и закрепить на плетях трубопровода, расположенных параллельно спусковой дорожке, только часть утяжелителей УТК, а остальное их число смонтировать на плеть после ее перемещения в створ перехода.

2.38. Монтаж и укладка трубопроводов по схеме II имеет следующие недостатки.

Большие затраты времени на монтаж, сварку, просвечивание, изоляцию и футеровку стыка между плетями, а также трудоемкие операции по выкладке плетей на спусковую дорожку с перекладками и перестроповкой трубоукладчиков обусловливают невысокую производительность укладки. Например, при протаскивании трубопровода диаметром 1020 мм через реки шириной до 2000 м производительность укладки составляет 81,4 м в смену [8].

Большие перерывы между протаскиванием очередных плетей (до 16 ч и более) представляют опасность замыва трубопровода в траншее при наличии течения. Для монтажа и перекладки плетей на строительно-монтажной площадке и подачи трубопровода на спусковую дорожку требуется большое число трубоукладчиков максимальной грузоподъемности. Например, для операций с плетью трубопровода диаметром 1220 мм длиной до 200 м с железобетонными утяжелителями потребуется не менее 8 трубоукладчиков типа К-594.

Эти недостатки устраняет технология строительства подводных трубопроводов поточно-расчлененным методом.

3. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА ПОТОЧНО-РАСЧЛЕНЕННЫМ МЕТОДОМ

3.1. Принципиальным отличием технологии строительства подводных переходов с последовательным протаскиванием трубопровода при поточно-расчлененном методе его монтажа в створе перехода от обычной технологии является отказ от предварительного монтажа плетей трубопровода, что исключает трудоемкие работы по перемещению их в створ перехода.

Вес процесс строительства подводного перехода (за исключением земляных работ) является непрерывным, что приводит к значительному повышению производительности строительно-монтажных работ.

3.2. Технология строительства подводного трубопровода предлагаемым методом заключается в следующем:

В створе подводного перехода устраивают спусковую дорожку расчетной длины. Вдоль спусковой дорожки на расстоянии друг от друга, равном длине секций, из которых наращивают трубопровод, устанавливают рабочие посты, в том числе сборки, центровки и прихватки секций, сварки стыков, контроля качества сварки физическими методами, изоляции и защиты стыка. Подготовленные заранее секции труб трубоукладчиками укладывают на тележки спусковой дорожки, установленные напротив первого рабочего поста. На первом посту с помощью внутреннего или наружного центратора производят сборку и прихватку стыка. На этом же посту делают подварку стыка и сваривают первые два слоя. На следующих постах выполняют сварку третьего, четвертого и пятого слоев. Готовый сварной шов просвечивают на посту контроля, а на последнем рабочем посту производят изоляцию и защиту стыка.

3.3. На всех рабочих постах, кроме поста контроля, операции начинают и выполняют одновременно. После завершения самой продолжительной операции, выполняемой на одном из рабочих постов, трубопровод протаскивают на длину одной секции, а затем, не прекращая сварочно-монтажных работ, стык просвечивают на посту контроля. Далее цикл работ повторяют. В процессе монтажа и протаскивания плети трубопровода каждый стык между секциями поочередно проходит все рабочие посты.

3.4. Секции, из которых монтируют трубопровод, подают на спусковую дорожку двумя трубоукладчиками. Длину секций выбирают в зависимости от массы балластированных труб, грузоподъемности трубоукладчиков, допустимой длины спусковой дорожки. Для трубопроводов диаметром 1020 и 1220 мм рекомендуют принимать секции длиной 24 м, сваренные из двух труб.

3.5. Число сварочных постов, устанавливаемых вдоль спусковой дорожки, может быть различным (от одного до четырех) в зависимости от числа сварщиков в бригаде и допустимой длины трубопровода на берговом участке.

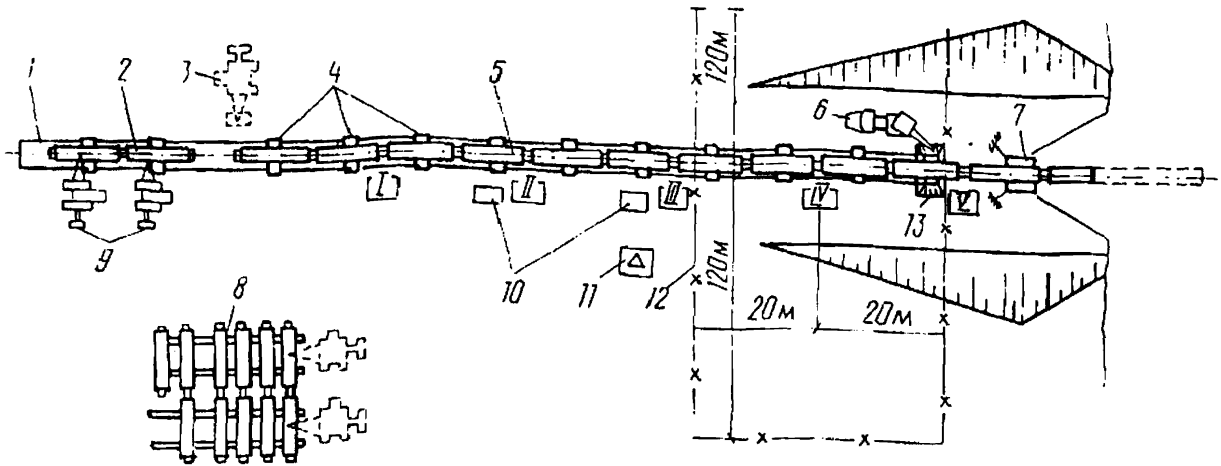

Рис.3. Схема укладки трубопровода с поточно-расчлененным методом монтажа плети в створе перехода из двухтрубных звеньев:

I-пост сборки стыка; II-первый пост сварки; III-второй пост сварки; IV-пост контроля стыка; V-пост изоляции и защиты стыка; 1-звеновая спусковая дорожка; 2-двухтрубное звено на тележках спусковой дорожки; 3-трубоукладчик, перемещающий тележку; 4-тележки спусковой дорожки; 5-смонтированная плеть трубопровода; 6-автокран; 7-приусевое опорное устройство; 8-стенд для сварки двухтрубных звеньев; 9-трубоукладчики; 10-сварочные агрегаты; 11-командный пункт с радиосвязью; 12-зона радиационной опасности при источнике излучения цезий-137; 13-приямок для схода тележек

На рис.3 в качестве примера показана схема укладки трубопровода диаметром 1220 мм с поточно-расчлененным методом его монтажа в створе перехода при работе бригады из шести сварщиков.

На первом рабочем посту звеном монтажников из четырех человек с помощью внутреннего или наружного центраторов производят сборку и прихватку стыка. Здесь же звено сварщиков из трех человек выполняют ручную неповоротную сварку первых двух слоев. На втором рабочем посту это же звено сварщиков во время монтажа стыка между секциями на первом рабочем посту сваривают третий слой сварного шва. Второе сварочное звено из трех человек на следующем посту сваривает пятый слой. Одновременно на посту оснащения стыка производят его очистку, изоляцию и футеровку.

3.6. Циклограмма сварочно-монтажных работ, выполняемых бригадой из шести сварщиков, при укладке трубопровода диаметром 1220 мм с поточно-расчлененным методом его монтажа показана на рис.4. Принято, что время протаскивания трубопровода на длину одной секции 24 м составляет 20 мин, а время просвечивания стыка 10 мин.

3.7. Каждый сварной стык должен быть проконтролирован радиографическим методом на посту контроля. С этой целью может быть использован автоматизированный комплекс типа АКП-144.

Технология радиографического контроля неповоротных стыков труб с использованием самоходных комплексов типа АКП, выбор времени экспозиции и типа применяемой пленки, меры безопасности при работе с комплексом и др. регламентируются Инструкцией по радиографическому контролю кольцевых сварных швов в нитке трубопровода диаметром 1020-1420 мм с использованием автоматизированных комплексов типа АКП-141, ВСН-2-81-77 Миннефтегазстрой [9].

3.8. В состав комплекса для радиографического контроля типа АКП-144 входят самоходное устройство с источником излучения и блоком автоматики, автолаборатория, аппаратура для приема и передачи команд через стенку трубы.

Самоходное устройство комплекса предназначено для перемещения внутри трубопровода гамма-дефектоскопа "Магистраль-1", заряженного источником излучения цезий-137 или иридий-192.

№ рабочих постов	Наименование работ	Состав звена (разряд, число)	Время исполнения, мин
I	Монтаж, сборка стыка между секциями	машинисты крана 6 р.- 2 трубоукладчиков 6 р.- I 4 р.- 1 6 р.- 2	0 20 40 60 80 100 120 40 4 чел
	Сварка 1 и 2 слоя, подварка	2 сварочное звено Электросварщики 6 р.- 3 машинист электросварочного агрегата 4 р.- 1	90 3 чел
II	Сварка 3 слоя	I сварочное звено Электросварщики 6 р.- 3 машинист электросварочного агрегата 4 р.-I	40 3
III	Сварка 4 и 5 слоев	II сварочное звено Электросварщики 6 р.- 3 машинист электросварочного агрегата 4 р.- I	90 3 чел t
IУ	Просвечивание стыка гамма-лучами	Дефектоскопист 6 р.- I Оператор 4 р.-I Водитель автомобиля	10 $t_к$
У	Очистка, изоляция и футеровка стыка	Изолировщик 4 р.- 2 5 р.- I	50 3 чел.
	Протаскивание плети трубопровода на длину одного звена =24м	машинист лебедки 6 р.-I Помощник машиниста 5 р.- I машинист автокрана 5 р.- I Машинист автокрана 5 р.- I Трубоукладчик 6 р.- I 5 р.- I Такелажник 4 р.-I	20 $t_{пр}$ $t_ц$ =120 мин

Рис.4. Циклограмма сварочно-монтажных работ, выполняемых бригадой из 6 сварщиков, при укладке трубопровода диаметром I220 мм с поточно-расчлененным методом монтажа плети

3.9. Порядок проведения работ при контроле одного стыка, когда самоходное устройство находится внутри трубопровода, последовательность и ориентировочное время отдельных операций показаны в табл.2.

Таблица 2

Операции	Ориентировочное время, мин
Подготовительные	0,5-2
Установка кассет или рулона пленки, дефектометров и маркировочных знаков	I-2
Пуск и движение самоходного устройства	2,5-3
Просвечивание и перемещение персонала на безопасное расстояние	I-3
Снятие кассет или рулона и подготовка их к транспортировке	I-2
Движение оператора с реперным контейнером к контролируемому стыку	0,5-I
Отметка базового расстояния и установка реперного контейнера	I-2

Примечание. Суммарное время контроля одного стыка составляет 6-I2 мин.

3.I0. На время контроля стыка все работы на рабочих постах и строительно-монтажной площадке должны быть прекращены, а люди должны покинуть зону, представляющую радиационную опасность. Для исключения случайного попадания людей в опасную зону она должна быть ограждена предупредительными знаками радиационной опасности и соответствующими надписями. Границы зоны определяют в соответствии с безопасными расстояниями, указанными в работе [9]. Для источника излучения цезий-I37 активностью до 20 г-экв. R_0 безопасное расстояние от источника по длине трубы 20 м, перпендикулярно трубе в плоскости шва - I20 м. О начале контроля и его окончании должны подаваться соответствующие команды и сигналы.

3.II. Просвеченный на посту контроля гамма-лучами стык не должен в процессе монтажа и укладки плети погружаться в воду до обработки пленки и получения заключения по качеству сварного соединения.

Согласно приведенному выше примеру укладки (см.рис.3, а) просвеченный на посту контроля стык будет находиться на береговом участке в течение времени, равном $2t + t_{пр} + t_{к}$ = =2 х 90 + 20 + 10 = 210 мин, т.е. достаточном для обработки результатов контроля и выдачи заключения по качеству стыка.

3.12. Если получено отрицательное заключение, стык следует вырезать и сварить заново, поэтому просвеченный и заизолированный стык должен находиться от уреза воды на расстоянии не менее 20 м, достаточном для выполнения ремонтных сварочно-монтажных работ.

3.13. После протаскивания трубопровода и просвечивания стыка очередную секцию труб, предварительно выложенную на тележки, перекатывают к первому посту сборки (см.рис.3). Во время сварочно-монтажных работ освободившиеся после протаскивания плети трубопровода тележки трубоукладчиками перемещают к началу спусковой дорожки и устанавливают на нее. Затем с помощью двух трубоукладчиков К-594 готовую секцию из двух труб доставляют к спусковой дорожке и укладывают на тележки.

3.14. Двухтрубные звенья сваривают из отдельных обетонированных труб на специальном стенде, расположенном на строительно-монтажной площадке перехода возможно ближе к первому посту сборки стыка. Все стыки между трубами контролируют радиографическим методом, а затем изолируют и футеруют.

При строительстве переходов из труб, балластированных железобетонными грузами, на отдельные двухтрубные изолированные и футерованные звенья монтируют утяжелители в соответствии с рекомендациями, приведенными в пунктах гл.2.

3.15. До начала укладки трубопровода на берегу в створе перехода монтируют рельсовую спусковую дорожку. Длину спусковой дорожки, а также длину плети трубопровода на береговом участке определяют в проекте производства работ в зависимости от рельефа берега и организации строительства: числа рабочих постов, сварщиков, состава бригады, ведущей укладку, времени на контроль стыков, протаскивание плети на длину одной секции и др.

3.16. Максимальная длина трубопровода на береговом участке не должна превышать величин, указанных в п.2.16.

Минимальную длину трубопровода на береговом участке можно определить по формуле

$$L = n\ell + \ell_{доп}, \qquad (I)$$

где L – минимальная длина трубопровода на береговом участке, м;

n – число рабочих постов (в том числе посты сборки стыка, контроля, изоляции и сварки);

$\ell_{доп}$ – расстояние от уреза воды до рабочего поста изоляции стыка (не менее 20 м).

Для схемы укладки, приведенной на рис.3, минимальная длина трубопровода на береговом участке в соответствии с (I) составит:

$$L = 5 \times 24 + 20 = 140 \text{ м}.$$

3.17. Производительность укладки трубопровода по данной технологии определяют временем, затрачиваемым на выполнение самой длительной операции на одном из рабочих постов, просвечивание стыка, протаскивание плети на длину одной секции и зависит от длины секции. Сменную техническую производительность укладки можно определить по формуле

$$П_{см} = \frac{480 \cdot \ell}{t + t_{пр} + t_к}, \qquad (2)$$

где $П_{см}$ – техническая производительность укладки, м/см;

ℓ – длина секции, м;

t – время, затрачиваемое на самую продолжительную операцию на одном из постов, мин;

$t_{пр}$ – время, затрачиваемое на протаскивание плети на длину одной секции, мин;

$t_к$ – время на просвечивание стыка (без обработки результатов), мин.

Сменная техническая производительность укладки трубопровода для случая, приведенного в пп.3.5, 3.6 в соответствии с (2), составит

$$П_{см} = \frac{480 \cdot 24}{90+20+10} = 96 \text{ м/см}.$$

3.18. Производительность укладки может быть увеличена с использованием бо́льшего числа сварщиков и соответственным увеличением числа сварочных постов.

3.19. Укладка трубопровода способом протаскивания с поточно-расчлененным методом его монтажа в створе перехода из двухтрубных секций потребует отказа от предварительного испытания плетей трубопровода на строительно-монтажной площадке. В связи с этим трубы, поступающие на строительно-монтажную площадку перехода или на завод (полигон) по обетонированию, должны иметь сертификаты, подтверждающие соответствие труб техническим условиям и проведение заводского гидравлического испытания.

3.20. Укладка трубопроводов предлагаемым способом имеет следующие преимущества по сравнению с традиционными схемами протаскивания:

повышается производительность укладки за счет расчленения сварочно-монтажных работ при сборке плети в процессе укладки;

исключается трудоемкая операция по поперечному перемещению готовых плетей трубопровода к спусковой дорожке и выкладке их на спусковой путь;

для производства работ потребуется два трубоукладчика типа К-594 вместо восьми при укладке трубопровода диаметром 1220 мм по схеме II;

улучшаются условия укладки за счет уменьшения опасности замыва и присоса трубопровода, так как сокращаются перерывы между последовательными протаскиваниями плети.

4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

4.1. При монтаже и укладке подводных трубопроводов с железобетонными покрытиями и грузами в вопросах техники безопасности и производственной санитарии следует руководствоваться:

СНиП III-4-80 "Техника безопасности в строительстве". М., Госстройиздат, 1980;

"Правилами техники безопасности при строительстве магистральных трубопроводов Миннефтегазстроя". М., "Недра", 1970.

"Правилами техники безопасности при производстве подводно-технических работ на реках и водохранилищах". Минречфлот РСФСР. М., "Транспорт", 1965.

"Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений" (ОСП-72), М., Атомиздат, 1973;

"Нормами радиационной безопасности" (НРБ-75), М., Атомиздат, 1976;

"Едиными правилами охраны труда на водолазных работах", М., "Транспорт", 1965.

4.2. Радиографический контроль сварочного стыка с помощью автоматизированного комплекса типа АКП в процессе монтажа и укладки трубопровода должен выполняться с соблюдением требований техники безопасности, приведенных в "Инструкции по радиографическому контролю кольцевых сварных швов в нитке трубопровода диаметром 1020-1420 мм" (ВСН-2-81-77. М., ВНИИСТ, 1977).

4.3. При эксплуатации электроустановок электросетей и кабелей следует руководствоваться "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (М., Энергоиздат, 1968).

4.4. При перемещении грузов кранами следует руководствоваться "Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов" (М.,"Металлургия", 1976).

4.5. Перед началом работ по укладке подводного трубопровода весь производственный персонал должен пройти инструктаж по технике безопасности с учетом конкретных условий строительства (независимо от сроков ранее проводимых инструктажей).

4.6. При монтаже и укладке трубопровода к работе на кранах-трубоукладчиках допускаются только лица, имеющие право на их управление, прошедшие специальное обучение для работы на грузоподъемных механизмах и имеющие производственный стаж не менее одного года.

4.7. Во избежание аварии при укладке трубопроводов способом протаскивания по дну перед началом работ следует произвести проверочные расчеты с учетом:

массы трубопровода с бетонным покрытием и грузами;

силы воздействия потока воды на трубопровод;

грузоподъемности разгружающих понтонов, трубоукладчиков, кранов и т.п.;

мощности тяговых средств.

В случае аварийной обстановки (поломка спусковой тележки, пути, повреждение трубопровода, балласта, обрыв тягового каната и т.п. сигнальщик должен немедленно подать сигнал о прекращении протаскивания трубопровода.

4.8. При монтаже плетей трубопровода и их перемещении должны соблюдаться следующие требования:

перед началом работ необходимо проверить состояние стальных полотенец, канатов, блоков и тормозных устройств кранов-трубоукладчиков;

в процессе работ следует строго соблюдать схему расстановки механизмов, не следует превышать величины допустимых нагрузок, выноса стрел и высоты подъема трубопровода каждым краном-трубоукладчиком. В случае выхода из строя одного из кранов-трубоукладчиков необходимо немедленно опустить трубопровод на грунт;

на месте работ по подъему, перемещению и строповке трубопровода не должны присутствовать лица, не имеющие прямого отношения к производству работ;

стропы под плети трубопровода следует протаскивать с помощью крюка из толстой проволоки;

при укладке трубопровода на тележки спусковой дорожки необходимо следить, чтобы тележки были заторможены для предупреждения их продольного движения.

4.9. Во время протаскивания путь движения трубопровода и тягового троса должен быть свободен от посторонних предметов (труб, бревен, камней, инструментов и др.). При движении трубопровода в процессе его укладки не разрешается производить никаких монтажных работ.

4.10. При протаскивании трубопровода по дну водной преграды с помощью тяговой лебедки необходимо:

наматывать трос на барабан лебедки равномерно, без рывков; приложение нагрузки на трос допускается только после того, как будет выбрана вся слабина троса;

надежно крепить лебедку к мертвяковой опоре, рассчитанной на максимальное усилие;

находиться на безопасном расстоянии от тягового и якорного канатов, устанавливаемых производителем работ в соответствии с проектом производства работ (не менее 20 м);

строго следить за показаниями динамометра лебедки, не допускать усилий, превышающих паспортные, максимальные;

обеспечивать синхронную работу тяговой лебедки и тормозного устройства.

4.11. Плавучие технические средства, занятые на прокладке подводного газопровода, должны отвечать требованиям Речного регистра РСФСР. Между плавучими средствами и берегом должна быть установлена связь посредством радио, рупора, условных свистков или сигналов сиреной.

На время укладки трубопровода в зависимости от ширины водоема и других условий должны быть выделены дежурные шлюпки или катера согласно расписанию.

4.12. Монтаж и укладка подводных трубопроводов в ночное и темное время суток допускается только при достаточном освещении района работ прожекторами и обеспечении соответствующей сигнализацией.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I
Таблица 3

Весовые характеристики обетонированных труб с покрытием типа ИЗУ

№№ п/п	Марка покрытия	Диаметр стальной трубы, мм	Толщина стенки стальной трубы, мм	Вес 1 м трубы с изоляцией, кг	Объемная масса бетона, т/м³	Объем бетона на 1 м трубы, м³	Объем бетона на трубу, м³	Масса 1 м обетонированной трубы, т/м	Масса обетонированной трубы т	Отрицательная плавучесть 1м трубы, кгс/м	Отрицательная плавучесть трубы, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ИЗУ-I4-I9,5-2,5	I420	I9,5	683,3	2,5	0,607	8,00	2,617	31,4	358	4,3I
2	ИЗУ-I4-I6,5-2,5	I420	I6,5	530	2,5	0,724	8,69	2,68	32,I6	365	4,38
3	ИЗУ-I4-I5,5-2,4	I420	I5,5	633	2,4	0,904	I0,85	2,853	34,24	350	4,3I
4	ИЗУ-I4-I6,5-2,4	I420	I6,5	580	2,4	0,983	II,79	2,938	35,26	365	4,38
5	ИЗУ-I4-I9,5-2,3	I420	I9,5	683	2,3	0,975	II,70	2,925	35,I0	358	4,3I
6	ИЗУ-I4-I6,5-2,3	I420	I6,5	580	2,3	I,057	I2,68	3,006	36,I0	365	4,38
7	ИЗУ-I2-I6,5-2,5	I220	I6,5	497	2,5	0,495	5,94	I,934	23,2I	262	3,I4
8	ИЗУ-I2-I4-2,5	I220	I4,0	425	2,9	0,536	6,43	I,973	23,73	268	3,2I
9	ИЗУ-I2-I6,5-2,4	I220	I6,5	497	2,4	0,673	8,08	2,113	25,35	262	3,I4
I0	ИЗУ-I2-I4-2,4	I220	I4	425	2,4	0,73	8,76	2,I77	26,I2	263	3,2I
II	ИЗУ-I2-I6,5-2,3	I220	I6,5	497	2,3	0,723	8,68	2,I6	25,93	262	3,I4
I2	ИЗУ-I2-I4-2,3	I220	I4	425	2,3	0,783	9,40	2,227	26,72	263	3,2I
I3	ИЗУ-I0-I4-2,5	I020	I4	354	2,5	0,343	4,I2	I,345	I6,I4	I34	2,2I
I4	ИЗУ-I0-I4-2,4	I020	I4	354	2,4	0,467	5,60	I,474	I7,68	I68	2,2I
I5	ИЗУ-I0-I4-2,3	I020	I4	354	2,3	0,505	6,06	I,5I5	I8,I8	I82	2,2I

Примечание. По графам 7, 8 даны усредненные данные по длине трубы I2 м; изоляция трубы - поликерная, толщина 2 мм.

Окончание прил.I
Таблица 4

Весовые характеристики утяжелителей типа УТК

№ п.п	Марка утяжелителя	Диаметр и толщина стенки трубы, мм	Объем бетона одного полукольца, м³	Масса одного полукольца, кг	Расход стали на одно полукольцо кг	Масса 1 м утяжеляющего покрытия, кг/м	Отрицательная плавучесть 1 м покрытия, кг/м	Масса 1 м балластированного трубопровода при сплошной установке утяжелителя, кг/м	Отрицательная плавучесть 1 м балластированного трубопровода, кг/м
I	УТК 325-I2-2	325x8	0,I	230	I4,0	333	II6	482	I93
2	УТК 337-I2-2	337xI0	0,II	253	I6,6	422	238	545	23I
3	УТК 426-I2-2	426xII	0,I3	293	I7,5	488	276	633	228
4	УТК 530-I2-2	530x8	0,I4	329	I9,3	548	3I0	693	I72
5	УТК 720-I8-2	720x9	0,44	I0I2	28,0	II24	636	I333	355
6	УТК 820-I8-I	820xI0	0,34	782	75,2	869	49I	II29	I29
7	УТК 820-I8-2		0,5	II50	75,2	I278	722	I538	360
8	УТК I020-24-I		0,69	I587	7I,9	I323	748	I7I5	207
9	УТК I020-24-2	I020xI2	0,88	2024	7I,9	I687	953	2079	4I2
I0	УТК I220-24-I		0,98	2254	98,4	I878	I062	2424	302
II	УТК I220-24-2	I220xI5,2	I,23	2829	98,4	2356	I332	2904	572
I2	УТК I420-24-I		I,24	2850	II0,0	2375	I342	3243	467
I3	УТК I420-24-2	I420x20	I,79	4I20	II0,0	3433	I940	430I	I065

Приложение 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ СТАЛЬНОЙ ТРУБЫ С ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ ТИПА ПЖУ

Величина изгибной жесткости обетонированного трубопровода определяется по формуле

$$(EJ)_{об} = K_{об} B + (EJ)_{ст} , \qquad (3)$$

где $(EJ)_{об}$ – изгибная жесткость обетонированного трубопровода, кгс/см^2;

$K_{об}$ – коэффициент изгибной жесткости железобетонного покрытия трубопровода, определяемый по графику, приведенному на рис.5, в зависимости от отношения расстояния между кольцевыми прорезями ℓ к наружному диаметру стальной трубы $Д_н$;

B – изгибная жесткость неразрезного железобетонного покрытия, определяемая по формуле (4), кгс/см^2;

$(EJ)_{ст}$ – изгибная жесткость стальной трубы, равная произведению модуля упругости стали E на момент инерции поперечного сечения стальной трубы J, кгс/см^2.

Величина изгибной жесткости неразрезного железобетонного покрытия трубопровода определяется по формуле

$$B = 189{,}2 \cdot 10^4 t_a Д^3_{ср.б} + 0{,}625 \cdot C Д^3_н \frac{F}{S} , \qquad (4)$$

где t_a – средняя приведенная толщина арматуры, определяемая по формуле

$$t_a = \frac{f_a}{\ell_a} , \qquad (5)$$

f_a – площадь поперечного сечения одного стержня продольной арматуры в бетонном покрытии, см^2;

ℓ_a – шаг продольной арматуры, см;

$Д_{ср.б}$ – средний диаметр бетонного покрытия, определяемый по формуле

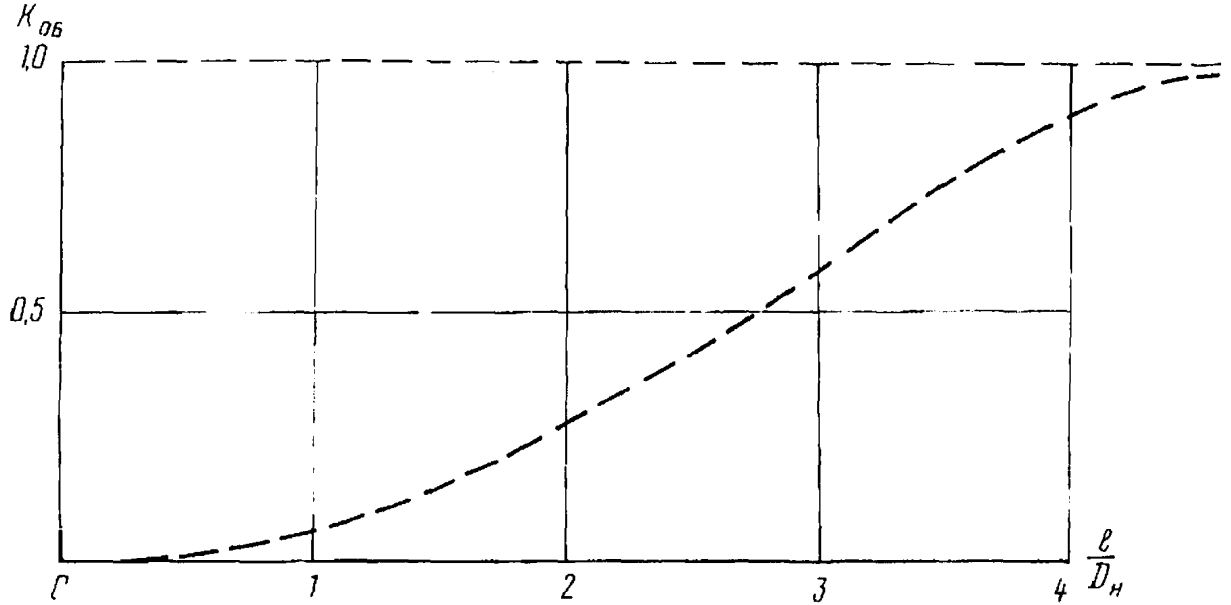

Рис.5. Зависимость коэффициента изгибной жесткости железобетонного покрытия трубопровода от относительной длины обетонированного участка трубы

$$Д_{ср\,б} = \frac{Д_{н.б} + Д_{вн.б}}{2}, \qquad (6)$$

где $Д_{н.б}$ – наружный диаметр бетонного покрытия, см;

$Д_{вн.б}$ – внутренний диаметр бетонного покрытия, см;

C – коэффициент, равный $0{,}637 \cdot 10^{-4}$ кгс/см^2 для битумной изоляции трубы или $1{,}38 \cdot 10^{-4}$ кгс/см^2 для полимерной изоляции;

F – площадь поперечного сечения бетонного покрытия между осями двух соседних стержней арматуры, определяемая по формуле

$$F = \ell_a \delta_б, \qquad (7)$$

где $\delta_б$ – толщина бетонного покрытия, см;

S – периметр поперечного сечения одного стержня продольной арматуры в бетонном покрытии, см.

Продольные напряжения, возникающие в трубопроводе при изгибе плети или осевом сжатии в процессе выполнения строительно-монтажных работ, не должны превышать критических, при которых происходит потеря устойчивости стенки стальной трубы в местах необетонированных зон поперечных стыков.

Величина критических напряжений определяется по формуле

$$\sigma_{кр} = 6{,}65 R_2^н \sqrt{\frac{\delta}{Д_н}}, \qquad (8)$$

где $\sigma_{кр}$ – критические напряжения, кгс/см^2;

$R_2^н$ – нормативное сопротивление металла трубы, принимаемое равным минимальному значению предела текучести, кгс/см^2;

δ – толщина стенки трубы, см;

$Д_н$ – наружный диаметр стальной трубы, см.

Формулы (3), (4) и (8) получены в результате теоретических и экспериментальных исследований, выполненных ЭКБ по железобетону и ВНИИСТом для труб с железобетонным покрытием типа ПмУ, и их следует уточнять применительно к обетонированным трубам другой конструкции.

Приложение 3

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВУ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОСОБО ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА ДЛЯ ПРИГРУЗОК ТРУБОПРОВОДОВ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОСОБО ТЯЖЕЛЫМ БЕТОНАМ

5.1. Расчетные характеристики особо тяжелых бетонов должны приниматься как для обычного тяжелого бетона соответствующих марок по СНиП II-21-75 "Нормы проектирования. Бетонные и железобетонные конструкции".

5.2. Физико-механические показатели особо тяжелого бетона не должны быть ниже следующих величин:

Сопротивление осевому сжатию кубов в возрасте 28 сут., кгс/см^2	200
Сопротивление осевому растяжению, кгс/см^2	20
Сопротивление осевому сжатию призм, кгс/см^2	170
Начальный модуль упругости, кгс/см^2	280000

5.3. Бетон для утяжеляющих грузов, предназначенных для эксплуатации в условиях воздействия на них грунтов или грунтовых вод с общекислым характером коррозии (водородный показатель менее 6,5) или мягких грунтовых и проточных вод (бикарбонатная щелочность менее 1,4 мг-экв/л), должен проектироваться марки по водонепроницаемости не ниже В-4 согласно "Руководству по защите бетонных и железобетонных конструкций от воздействия болотных вод Среднего Приобья" (ВР-10-74).

Марка бетона по водонепроницаемости при воздействии на него агрессивных грунтов и грунтовых вод, характеризующихся процессами коррозии II вида, должна приниматься с учетом требований СНиП II-28-73 "Защита строительных конструкций от коррозии".

5.4. Марка бетона по морозостойкости, зависящая от условий эксплуатации грузов и температуры грунта, должна приниматься по данным табл.5.

5.5. Расчетная температура сезонного промерзания грунта должна приниматься на глубине проектируемого минимального заложения утяжеляющих грузов (по уровню их верхней кромки) в соответствии с фактическими данными многолетних замеров температу-

ры или по справочным данным для конкретных районов, которые содержатся в климатологических справочниках СССР Гидрометеоиздата.

Таблица 5

Условия эксплуатации	Расчетная температура грунта (средняя наиболее холодной пятидневки)	Требуемая марка бетона по морозостойкости, МРз
Утяжеляющие железобетонные грузы в грунте или защищенные грунтом в зоне сезонного промерзания (или слое вечной мерзлоты)	Ниже -20 до -30°С	75
	Ниже 5 до -20°С	50
То же, но в условиях агрессивного воздействия на бетон грунтов и грунтовых вод, характеризующихся процессами коррозии I и II вида	Ниже -20 до -30°С	100
	Ниже 5 до -20°С	75

5.6. Плотность бетона и его марка по морозостойкости при воздействии на него агрессивных грунтов и грунтовых вод, характеризующихся процессами коррозии I вида, должны повышаться. В противном случае предусматривают меры дополнительной защиты в соответствии с требованиями СНиП II-28-73.

5.7. Марка бетона по прочности должна устанавливаться проектом в зависимости от конструкции утяжеляющих грузов, условий их транспортировки, монтажа и эксплуатации. При назначении низких по прочности марок (200 и ниже) для бетона повышенной плотности определяющими требованиями к бетону являются марки по водонепроницаемости и морозостойкости.

МАТЕРИАЛЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

5.8. Изготовление особо тяжелого бетона утяжеляющих железобетонных грузов должно производиться с использованием в качестве вяжущего портландцемента марки не ниже 400, соответствующего требованиям ГОСТ 10178-76 "Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия".

Для производства железобетонных утяжелителей, применяющихся

при низких температурах сезонного промерзания грунта (ниже -20^{0}С) в деятельном слое вечной мерзлоты или в подверженных воздействию агрессивных средах, к которым предъявляются повышенные требования по морозостойкости (более Мрз 75), должны использоваться портландцементы по ГОСТ 10178-76 с ограничением содержания C_3A (не более 7%) и суммы C_3A и C_4AF (не более 22%) или сульфатостойкие портландцементы без добавок, или с гидравлическими минеральными добавками (не более 20%) по ГОСТ 22266-76 "Цементы сульфатостойкие. Технические условия".

Особо тяжелый бетон повышенной морозостойкости рекомендуют также изготавливать на основе пластифицированных (гидрофобизированных) портландцементов или с дополнительным введением в бетонную смесь пластифицирующих или воздухововлекающих добавок.

5.9. В качестве заполнителей должны применять медеплавильные шлаки Медногорского медно-серного комбината со средней объемной массой не менее 3,6 т/м^3 и средним содержанием железа 37%.

Допускается добавка кварцевого песка при условии обеспечения объемной массы бетона $2,9\pm0,1$ т/м^3.

5.10. Мелкий и крупный заполнители должны соответствовать требованиям ГОСТ 10268-70 "Заполнители для тяжелого бетона. Технические требования" или ГОСТ 4797-69 "Бетон гидротехнический. Технические требования к материалам для его приготовления" (при производстве грузов из бетона повышенной плотности марки 3-4 и выше).

5.11. Зерновой состав крупного заполнителя должен подбираться экспериментально по максимальным плотности и объемной массе, а наибольший размер его зерен - назначаться проектом с учетом наименьших сечений конструкций утяжеляющих грузов и насыщенности их арматурой.

5.12. Смесь мелкого и крупного заполнителя для достижения наибольших плотности и объемной массы должна содержать мелкого заполнителя 25-35% по массе и 75-65% крупного.

5.13. Пластифицирующие и воздухововлекающие добавки должны удовлетворять следующим требованиям:

сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ) марок МЖ (жидкий) и МТ (твердый) - ОСТ 81-75-74 "Концентраты сульфитно-дрожжевой бражки" (Министерство целлюлозной промышленности СССР);

СНВ – ТУ 3I-05-7-74 Минбумпрома СССР "Смола нейтрализованная воздухововлекающая";

СПД – ТУ 38-I0I-253-73 Миннефтехимпрома СССР "Синтетическая поверхностно-активная добавка СПД к бетонам и строительным растворам".

5.I4. Вода для приготовления бетонной смеси должна отвечать требованиям ГОСТ 2874-75 "Вода питьевая" или СНиП II-2I-75 "Бетон на неорганических вяжущих и заполнителе".

ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОННОЙ СМЕСИ И СОСТАВУ БЕТОНА

5.I5. Подвижность бетонной смеси должны назначать в пределах I-3 см осадки стандартного конуса.

5.I6. Водоцементное отношение должно приниматься не выше 0,55 из условий получения бетона марки по морозостойкости Мрз 50 и выше (см.пп.5,4 и 5.6).

5.I7. Проектирование состава бетона можно производить любым апробированным методом, обеспечивающим заданную проектом марку по прочности и объемную массу бетона, а также марку по водонепроницаемости (для бетонов повышенной плотности).

Ориентировочные составы особо тяжелого бетона по расходу исходных компонентов на I м^3 бетона приведены в табл.6.

Таблица 6

Материалы	Расход материалов на I м^3 бетона при различном содержании портландцемента (в кг)	
Портландцемент	360	380
Песок из медеплавильного шлака	300-600	350-670
Песок строительный кварцевый	300-0	320-0
Щебень из медеплавильного шлака	I800	I700
Вода	I60-I90	I70-I90

5.I8. В состав бетонной смеси для ее пластификации рекомендуется вводить добавку СДБ, а для повышения морозостойкости бетона – СНВ, или СНВ + СДБ, или СПД.

Расход добавок следует рассчитывать на сухое вещество, количество добавок должно дозироваться от массы цемента и составлять: для СДБ – 0,15–0,2%, СНВ – 0,01–0,025%, СНВ+С$_{дб}$ – 0,02–0,2%, СПД – 0,01–0,02%.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОНА

5.19. Дозирование всех материалов (кроме воды и добавок) следует производить по массе с помощью весовых дозаторов.

5.20. Вода и водные растворы добавок могут дозироваться как по массе, так и по объему.

5.21. Из порошковых или концентрированных паст добавок следует заранее приготовить в специально предназначенных емкостях водные растворы 10–20%-ной концентрации.

5.22. Точность дозировки цемента, воды и добавок, согласно СНиП I-15-76 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ", должна составлять ±2%, а заполнителей – ± 2,5%.

5.23. Перемешивание отдозированных материалов целесообразно осуществлять в бетоносмесителях принудительного действия в течение не менее 90 с.

5.24. Объем замеса в бетоносмесителе должен быть меньше указанного в паспортных данных агрегата и определен по формуле

$$V_{от6} = \frac{V_н \cdot 2400}{\gamma_{от6}},$$

где $V_{от6}$ – объем одного замеса особо тяжелого бетона, м^3;

$V_н$ – нормированный паспортными данными на смеситель объем замеса обычного бетона, м^3;

2400 – расчетная объемная масса обычного бетона, кг/м^3;

$\gamma_{от6}$ – объемная масса особо тяжелого бетона, кг/м^3.

5.25. Уплотнение бетонной смеси в формах должно производить с тщательным виброуплотнением, режим которого подбирают опытным путем.

5.26. Режим и температура пропаривания конструкций из особо тяжелого бетона должны приниматься как для обычного бе-

тона в зависимости от габаритов изделий и требуемой отпускной прочности бетона в соответствии с "Руководством по тепловой обработке бетонных и железобетонных изделий" (М., Стройиздат, 1974).

5.27. При производстве бетонных работ следует соблюдать общие правила техники безопасности и, учитывая повышенную объемную массу бетона, не допускать перегрузку оборудования; загрузка бункеров для хранения тяжелых заполнителей, промежуточных и расходных бункеров для бетона должна соответствовать их грузоподъемности, а стандартные бункера должны быть снабжены ограничителями загрузки; объем загрузки смесителей должен соответствовать требованиям п.5.24 настоящих Рекомендаций; система крепления промежуточных бункеров и лотков должна быть рассчитана на транспортировку особо тяжелого бетона.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

5.27. Правила контроля качества особо тяжелых бетонов аналогичны соответствующим правилам для обычного тяжелого бетона, установленным действующей нормативной документацией.

5.28. При производстве утяжеляющих железобетонных грузов следует осуществлять систематический контроль качества исходных материалов, производства бетонных работ и свойств бетона.

5.29. При контроле качества исходных материалов проверяется соответствие их требованиям соответствующих стандартов и настоящего Руководства.

5.30. Концентрацию рабочего раствора добавок должны контролировать перед каждым заполнением расходных баков, но не реже одного раза в смену.

5.31. Контроль производства бетонных работ должны производить на стадии приготовления, укладки и уплотнения бетонной смеси и ускоренного твердения бетона.

5.32. При производстве бетонных работ следует контролировать: точность дозировки материалов, подвижность бетонной смеси, объемную массу, прочность, морозостойкость, водонепроницаемость бетона и концентрацию воздухововлекающих или пластифицирующих добавок (в случае их применения).

5.33. Контроль качества материалов должен осуществляться для каждой вновь поступающей партии.

5.34. Одним из основных параметров контроля качества бетонной смеси при изготовлении утяжеляющих грузов из особо тяжелого бетона является объемная масса, показатель которой для обеспечения проектной массы грузов должен быть в пределах $2,9 \pm 0,1$ т/м^3. Объемную массу бетонной смеси должны контролировать в выборочном порядке не реже 3-4 раз в смену.

5.35. Подвижность бетонной смеси должны контролировать в выборочном порядке не реже 2 раз в смену.

5.36. Порядок отбора проб для определения прочности бетона, их нормированный объем и серии образцов должны принимать согласно требованиям ГОСТ 18105-72 "Бетоны. Контроль и оценка однородности и прочности".

5.37. Морозостойкость бетона (ГОСТ 10060-76 "Бетоны. Методы определения морозостойкости") должны устанавливать при назначении состава бетона и проведении оперативного контроля, предусматривающего осуществление проверки не реже одного раза в квартал.

5.38. Водонепроницаемость бетона при производстве утяжеляющих грузов из бетона повышенной плотности может определяться только по требованию заказчика.

5.39. Весы и весовые дозаторы должны проверять не реже одного раза в квартал.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

5.40. Проверку соответствия цемента требованиям настоящих Рекомендаций и паспортным данным должны производить согласно ГОСТ 310.1-76 - ГОСТ 310.4-76. "Цементы. Методы испытаний".

5.41. Мелкий и крупный заполнители следует испытывать по методикам, изложенным в ГОСТ 8735-75 "Песок для строительных работ. Методы испытаний" и ГОСТ 8269-76 "Щебень из естественного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний".

5.42. Концентрацию водных растворов добавок CH_3 или CH_3,

Сы можно контролировать по показателю их плотности с помощью данных , приведенных в таблицах 7, 8, 9, , или установлением массы сухого остатка из выпаренной или высушенной в термостате пробы при температуре 105±5°С. Концентрацию водного раствора добавки С определяют по формуле

$$C = \frac{(P_1 - P_2)100\%}{V \cdot \rho} , \qquad (9)$$

где P_1 – масса посуды с пробой водного раствора добавки, г;

P_2 – масса посуды с сухим остатком после высушивания до постоянной массы, г;

V – объем пробы водного раствора добавки, $см^3$;

ρ – удельная масса добавки, $г/см^3$.

5.43. Подвижность бетонной смеси должны определять по ГОСТ 10181-76 "Бетон тяжелый. Методы определения подвижности и жесткости бетонной смеси".

5.44. Объемную массу бетонной смеси следует контролировать в соответствии с требованиями ГОСТ 4799-69 "Бетон гидротехнический. Методы испытания бетонной смеси", а объемную массу бетона – по ГОСТ 12730-78 "Бетон тяжелый. Методы определения объемной массы, плотности, пористости и водопоглощения".

5.45. Прочность бетона на сжатие должны устанавливать в соответствии с указаниями ГОСТ 10180-78 "Бетон тяжелый. Методы определения прочности".

5.46. Морозостойкость бетона определяется по методике 10060-76 "Бетоны. Методы определения морозостойкости".

5.47. Метод определения водонепроницаемости бетона изложен в ГОСТ 12730.5-78 "Бетоны. Методы определения водонепроницаемости".

5.48. Точность дозировки материалов должны проверять путем контрольного взвешивания и систематического наблюдения за работой дозаторов.

5.49. Результаты контроля должны фиксироваться в специальных журналах и ведомостях.

Таблица 7

Содержание СДБ в растворах и их плотность

Концентрация, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводной СДБ, кг		Концентрация, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводной СДБ, кг	
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора			в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1	1,004	0,010	0,01	12	1,053	0,126	0,12
2	1,009	0,020	0,02	14	1,063	0,149	0,14
3	1,013	0,031	0,03	16	1,073	0,171	0,16
4	1,017	0,041	0,04	18	1,083	0,195	0,18
5	1,021	0,051	0,05	20	1,091	0,218	0,20
6	1,025	0,061	0,06	25	1,117	0,279	0,25
7	1,029	0,072	0,07	30	1,144	0,343	0,30
8	1,033	0,083	0,08	35	1,173	0,412	0,35
9	1,038	0,093	0,09	40	1,202	0,480	0,40
10	1,043	0,104	0,10	50	1,266	0,633	0,50

Таблица 8

Содержание СНБ в растворах и их плотность

Концентрация, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводной СНБ, кг		Концентрация, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводной СНБ, кг	
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора			в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1	1,003	0,010	0,01	12	0,036	0,124	0,12
2	1,005	0,020	0,02	14	0,042	0,146	0,14
3	1,009	0,031	0,03	16	0,048	0,168	0,16
4	1,012	0,041	0,04	18	0,054	0,190	0,18
5	1,015	0,051	0,05	20	0,060	0,212	0,20
6	1,018	0,061	0,06	25	0,074	0,269	0,25
7	1,021	0,072	0,07	30	0,089	0,327	0,30
8	1,024	0,082	0,08	35	0,105	0,386	0,35
9	1,027	0,093	0,09	40	0,120	0,446	0,40
10	1,030	0,103	0,10	45	0,135	0,511	0,45

Таблица 9

Содержание СПД в растворах и их плотность

Концентрация, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводной СПД, кг		Концентрация, %	Плотность раствора при 20°С, г/см³	Содержание безводной СПД, кг	
		в 1 л раствора	в 1 кг раствора			в 1 л раствора	в 1 кг раствора
1	0,997	0,010	0,01	12	1,026	0,123	0,12
2	1,000	0,020	0,02	14	1,030	0,144	0,14
3	1,003	0,030	0,03	16	1,034	0,165	0,16
4	1,006	0,040	0,04	18	1,038	0,188	0,18
5	1,009	0,051	0,05	20	1,042	0,209	0,20
6	1,012	0,061	0,06	25	1,052	0,263	0,25
7	1,014	0,071	0,07	30	1,061	0,318	0,30
8	1,016	0,081	0,08	35	1,071	0,375	0,35
9	1,019	0,092	0,09	40	1,080	0,432	0,40
10	1,021	0,102	0,10	45	1,090	0,491	0,45

Приложение 4

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРОГАНИЯ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРИ РАСЧЕТАХ ТЯГОВЫХ УСИЛИЙ.

Таблица I0

Характеристика грунта	Коэффициент трения скольжения
Разрушенная скала, скальные грунты	0,3
Пески крупные и гравелистые	0,65
Пески среднезернистые	0,6
Мелкие пески и супеси	0,55
Супеси	0,45
Суглинки	0,4
Глины	0,35

Таблица II

Условия протаскивания	Коэффициент трогания
Протаскивание на береговом участке:	
с помощью спусковых устройств в виде железнодорожной или роликовой дорожки	I,5
по грунту	2
Протаскивание под водой:	
с остановкой во время протаскивания (менее суток) в любом грунте дна водоема	2
с остановкой во время протаскивания более суток в грунте дна водной преграды (галечник, гравий, скала)	2
с остановкой во время протаскивания более суток в грунте дна водной преграды (песок, супесь, суглинки, глина, ил)	2,5

Приложение 5

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ НА СДВИГ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ОБЕТОНИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Настоящие Рекомендации составлены ЭКБ по железобетону на основании экспериментальных исследований на сдвиг антикоррозионной изоляции трубопроводов с монолитным железобетонным покрытием при действии продольных усилий. Учитывая, что указанные исследования выполнены впервые, рекомендации следует рассматривать как предварительные. В дальнейшем, по мере накопления практических данных, они будут дополнены и уточнены.

Расчетное значение предельного сдвигающего усилия, приложенного к монолитному железобетонному покрытию, при котором обеспечивается сохранность изоляции, можно определить по формуле

$$P = m\sigma_{сц} \cdot \pi \cdot D_н \cdot \ell, \qquad (10)$$

где P – расчетное значение сдвигающего усилия, кгс;

m – коэффициент запаса, равный 0,33;

$\sigma_{сц}$ – предельное значение удельного сопротивления сдвигу изоляционного покрытия в линейной зависимости смещения от нагрузки, принимаемое на основании экспериментальных данных для различных конструкций изоляционного покрытия, по табл.12;

$D_н$ – наружный диаметр стальной трубы, см;

ℓ – длина сдвигаемого участка утяжеляющего железобетонного покрытия, см.

Длительность действия кратковременной нагрузки, как показал эксперимент, не должна быть более 15 мин (при температуре изоляции не более 20°С).

Таблица I2

Экспериментальные данные по сдвигу для различных конструкций изоляционных покрытий

Конструкция изоляционного покрытия	Удельное сопротивление сдвигу $\tau_{сц}$, кгс/см^2	Полное смещение при достижении предела линейной пропорциональности, мм
Грунтовка, три слоя липкой полимерной ленты и два слоя полимерной обертки – все компоненты фирмы "Поликен"	0,66	7
Грунтовка, два слоя полимерной ленты и один слой полимерной обертки – все компоненты фирмы "Поликен"	0,69	2
Два слоя липкой пленки "Плайкофлекс" и один слой бризола по битумной мастике	0,93	5
Два слоя бризола на битумной мастике	3,86	I0
Битумная грунтовка, два слоя стеклохолста по битумно-резиновой мастике и один слой полимерной обертки фирмы "Поликен"	I,28	I

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по строительству подводных переходов магистральных трубопроводов (ВСН-2-118-80). М., ВНИИСТ, 1980.

2. Магистральные трубопроводы. Нормы проектирования. СНиП II-45-75. М., Стройиздат, 1974.

3. Магистральные трубопроводы. Правила производства и приемки работ. СНиП III-42-80. М., Стройиздат, 1981.

4. Инструкция по антикоррозионной защите наружной поверхности металлических трубопроводов полимерными липкими лентами (ВСН-2-31-71). М., ОНТИ ВНИИСТа, 1972.

5. Инструкция по применению импортных изоляционных лент и оберток (ВСН-2-84-77). М., ВНИИСТ, 1977.

6. Рекомендации по технологии укладки подводных трубопроводов диаметром 1220 и 1420 мм. Р 126-72. М., ОНТИ ВНИИСТа, 1973.

7. Технологическая карта на устройство спусковой дорожки ССД-3 конструкции СКБ Газстроймашина. М., Оргтрастрой, 1976.

8. Технологическая карта на укладку газопровода диаметром 1020 мм способом протаскивания тяговой лебедкой ЛП-1А при строительстве подводного перехода длиной до 2000 м. М., Оргтрастрой, 1978.

9. Инструкция по радиографическому контролю кольцевых сварных швов в нитке трубопровода диаметром 1020-1420 мм с использованием автоматизированных комплексов типа ДКП-141 (ВСН-2-81-77). М., ВНИИСТ, 1977.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3
2. Технология монтажа и укладки подводных трубопроводов 7
3. Технология строительства подводного трубопровода поточно-расчлененным методом 17
4. Техника безопасности и производственная санитария 25
Приложения 28
Литература 46

РУКОВОДСТВО
по укладке подводных трубопроводов
с железобетонными покрытиями и грузами
Р 420-81

Издание ВНИИСТа

Редактор Ф.Д.Остаева
Корректор С.Н.Михайлова
Технический редактор Т.В.Березева

Л-76442 Подписано в печать 18/I 1982 г. Формат 60х84/16
Печ.л.3,0 Уч.-изд.л. 2,5 Бум.л. 1,5
Тираж 700 экз. Цена 25 коп. Заказ 5

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru