МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

•ВНИИСТ•

ИНСТРУКЦИЯ

ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВСН 2–118–80

Миннефтегазстрой

Москва 1986

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Всесоюзный научно-исследовательский институт
по строительству магистральных трубопроводов

•ВНИИСТ•

ИНСТРУКЦИЯ

ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВСН 2—118—80

Миннефтегазстрой

Москва 1986

УДК 621.643.002.2(204.I)

Инструкция содержит основные положения по производству подводно-технических и строительно-монтажных работ при строительстве подводных переходов магистральных нефтегазопроводов.

Разработана взамен "Указаний по производству работ при сооружении магистральных стальных трубопроводов", вып.9, IO (М., ВНИИСТ, 1970), "Временных указаний по технологии и организации строительства подводных переходов магистральных трубопроводов в зимних условиях" (М., ВНИИСТ, 1968), а также "Руководства по определению ширины подводных траншей при сооружении переходов магистральных трубопроводов" (М., ВНИИСТ, 1977).

Инструкция согласована с Мингазпромом и Миннефтепромом.

Составлена на основании изучения и обобщения опыта строительства подводных трубопроводов строительными организациями Министерства строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности и других министерств и ведомств.

Предназначена для строительных организаций Министерства строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности и проектных организаций министерств газовой и нефтяной промышленности, занимающихся строительством и проектированием подводных переходов магистральных трубопроводов, а также организаций, осуществляющих контроль за качеством их строительства.

В разработке Инструкции принимали участие:

от ВНИИСТа - С.И.Левин (руководитель темы), М.А.Камышев, В.В.Ситов, Б.М.Кукучкин, А.Г.Ратнер, Б.Н.Крупкин, О.Н.Головкина;

от треста Союзподводгазстрой - П.П.Бакаратьян, Л.В.Вальковский, А.Л.Гинзбург, О.С.Зуев, В.В.Иващенко, В.Я.Канаев, В.С.Мальцев, И.С.Тарусин;

от Главного технического управления Миннефтегазстроя - А.И.Алексеев.

Замечания и предложения просьба направлять по адресу: IO5058, Москва, Окружной проезд, I9, ВНИИСТ, ЛСПТ.

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

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности	Ведомственные строительные нормы	ВСН 2-II8-80 Миннефтегазстрой
	Инструкция по строительству подводных переходов магистральных трубопроводов	Взамен "Указаний по производству работ при сооружении магистральных стальных трубопроводов", вып.9, I0; "Временных указаний по технологии и организации строительства подводных переходов в зимних условиях"; "Руководства по определению ширины подводных траншей при сооружении переходов магистральных трубопроводов" Р 278-77

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящая Инструкция составлена в развитие главы СНиП по строительству магистральных трубопроводов и распространяется на строительство подводных переходов стальных магистральных газопроводов и нефтепродуктопроводов, осуществляемое специализированными строительными организациями с применением подводно-технических средств при пересечении трубопроводами водных преград (реки, водохранилища, озера и др.), шириной зеркала воды свыше 30 м (при меженном уровне) и глубиной более I,5 м.

I.2. При строительстве подводных переходов магистральных трубопроводов, кроме требований настоящей Инструкции, должны также соблюдаться требования главы СНиП по строительству магистральных трубопроводов, по организации строительного производства, технике безопасности в строительстве и других глав СНиП, стандартов и инструкций, утвержденных или согласованных Госстроем СССР, регламентирующих производство и приемку отдельных видов общестроительных и специальных работ в комплексе строительства магистрального трубопровода.

I.3. До начала строительства заказчик (генподрядчик) передает по акту подрядной строительной организации створ подводного перехода, закрепленный геодезическими знаками, и докумен-

Внесена ВНИИСТом	Утверждена Министерством строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности 2I марта I980 г.	Срок введения I/IX I980г.

тацию в сроки, учитывающие необходимость опережающего строительства подводных переходов.

I.4. Строительная организация должна обеспечить сохранность опорных геодезических знаков и водомерного поста до передачи их заказчику после завершения строительства.

I.5. При эксплуатации плавучих средств на строительстве подводных переходов необходимо руководствоваться "Правилами плавания по внутренним судоходным путям РСФСР"

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

2.I. Основные положения организации строительства переходов должны быть разработаны в проекте организации строительства подводных переходов магистрального трубопровода.

Проект организации строительства подводного перехода в части подводных земляных работ составляется в соответствии требованиями главы СНиП по строительству земляных сооружений.

Проект организации строительства подводного перехода выполняется по материалам инженерных изысканий и должен учитывать техническую оснащенность строительной организации, передовой опыт и достижения в области подводно-технических работ, применение прогрессивных конструкций и материалов.

2.2. В проект организации строительства подводного перехода магистрального трубопровода должны быть включены:

календарный план строительства перехода, учитывающий очередность и сроки выполнения подводных земляных работ, согласованные с органами охраны рыбных запасов, водных ресурсов и с другими организациями, а также должны быть указаны сроки, необходимые для выполнения мероприятий по рекультивации земель;

план строительно-монтажной площадки с указанием участка отвода земли заказчиком для размещения временных сооружений и отвалов грунта;

схемы разработки подводных и береговых траншей с распределением отвалов грунта и способы укладки подводного трубопровода;

ситуационный план перехода с указанием и привязкой к местности основных геодезических знаков;

ведомость объемов работ (с разбивкой для крупных переходов по периодам строительства);

мероприятия по охране окружающей среды.

Пояснительная записка к проекту организации строительства должна содержать обоснование методов производства подводных земляных работ и укладки подводного трубопровода, в том числе выполняемых в зимних условиях, с указанием потребности основных технических средств и механизмов.

Указанный в проекте организации строительства способ укладки подводного трубопровода должен быть обоснован расчетом его напряженного состояния при укладке.

2.3. При строительстве на подводных переходах трубопроводов в защитных кожухах способ и технологическую схему укладки трубопровода и кожуха разрабатывают в проекте организации строительства с учетом принятой конструкции опорных устройств трубопровода, сальниковых или других уплотнений.

2.4. До начала работ на переходе строительная организация должна выполнить в соответствии с утвержденным техническим проектом следующие организационно-технические мероприятия:

заключить подрядные и субподрядные договоры;

решить вопросы материально-технического обеспечения (график поставки на объект необходимых материалов и оборудования);

составить проект производства работ на строительстве перехода.

2.5. В состав проекта производства работ на строительство подводного перехода входят:

план строительно-монтажной площадки с указанием расположения технологических сооружений, складских, жилых и бытовых помещений;

календарный график производства работ;

график поступления на объект труб, балластных грузов и основных материалов;

график потребности в механизмах и плавучих средствах;

типовые проекты временных технологических сооружений и устройств (причалов, складов, линий энергоснабжения и связи, водоснабжения);

технологические карты производственных операций (сварки и изоляции секций и плетей труб, рытья траншей и укладки подводных трубопроводов);

график движения рабочей силы;

требования и мероприятия по технике безопасности;

пояснительная записка с необходимыми расчетами, обоснованиями принятой технологии строительства перехода и указаниями по обеспечению контроля качества выполнения работ.

Для строительства несложных переходов в проект производства работ может входить:

план строительно-монтажных работ;

календарный график работ;

привязка к данному объекту типовых технологических схем по основным видам работ;

краткая пояснительная записка с расчетами и обоснованиями технологических решений.

2.6. Проект производства работ определяет технологическую последовательность работ по строительству подводного перехода, которая должна быть документально отражена в календарном графике строительства перехода.

При разработке проекта производства работ на строительство двухниточных переходов следует предусматривать организацию работ, при которой отдельные виды работ (сварка, изоляция и др.) выполняются последовательно по каждой нитке с тем, чтобы исключить перерыв по времени между строительством первой и второй ниток трубопроводов.

Основные производственные операции (по монтажу трубопровода и подготовке подводной траншеи) должны быть указаны по времени с таким расчетом, чтобы укладка трубопровода велась, как правило, сразу после окончания работ по устройству подводной траншеи.

2.7. Монтажная площадка, как правило, должна быть расположена в створе перехода. При выборе монтажной площадки следует учитывать наличие удобных подъездных путей и организацию водоэнергоснабжения.

При строительстве нескольких подводных переходов в одном речном бассейне целесообразно организовать централизованные базы для выполнения сварочно-монтажных и изоляционных работ с последующей доставкой (буксировкой) секций (плетей) трубопровода на строительные площадки.

При транспортировке секций (плетей) трубопроводов должны быть приняты необходимые меры для защиты изоляции от повреждения.

2.8. Монтажная площадка должна быть спланирована и иметь достаточную территорию для размещения сварочных стапелей, спусковых устройств и других сооружений, необходимых для производства работ, связанных со строительством подводного перехода.

2.9. При необходимости строительства подводных переходов в летнее время через реки с широкими, залитыми или сильно заболоченными поймами монтажную площадку рекомендуется сооружать методом намыва средствами гидромеханизации.

2.10. Для строительно-монтажных работ на подводном переходе необходимы следующие временные и вспомогательные технологические сооружения:

трубосварочный стенд;

склад ГСМ;

склад материалов открытого хранения (трубы, битум, металл, грузы);

склад материалов закрытого хранения (метизы, изоляционный материал, электроматериалы);

механическая мастерская;

электростанция;

причалы для плавучих средств и паромная переправа;

площадка для стоянки машин и механизмов;

временное хранилище для ампул с радиоактивными элементами;

водомерный пост;

объекты санитарно-гигиенического и бытового назначения (душевая, раздевалка, сушилки, прачечная, санузел, медсанчасть).

Состав временных сооружений, выполняемых в минимальных объемах, необходимых для производства основных работ при строительстве перехода, должен быть определен проектом организации строительства и уточнен проектом производства работ по согласованию с заказчиком.

Для сокращения сроков строительства под бытовые, хозяйственные и вспомогательные помещения следует максимально использовать инвентарное оборудование (передвижные дома-вагончики, брандвахты, трубосварочные стенды, сборно-разборные складские и хозяйственные помещения и пр.).

2.11. Все сооружения на строительной площадке должны быть размещены с обязательным соблюдением всех требований санитарного надзора и пожарной безопасности.

2.I2. Транспортные схемы следует разрабатывать с учетом местных условий, избегая по возможности перевалку материалов, доставляемых на строительство перехода.

2.I3. При строительстве переходов на судоходных реках и водохранилищах, в случае необходимости разгрузки барж с трубами и материалами, должны быть оборудованы временные причалы с разгрузочными устройствами.

2.I4. На строительстве переходов через широкие водные преграды между берегами следует предусматривать временную радиотелефонную связь.

2.I5. В подготовительный период к строительству перехода строительная организация должна осуществить следующие мероприятия:

I) Принять от генподрядчика (заказчика) трассу (створы) подводного перехода в натуре с закрепляющими знаками. Передача трассы должна быть оформлена актом с приложением плана и профиля трассы перехода и ведомости геодезических знаков.

Опорные знаки на каждом берегу должны быть вынесены в 2-3 точках от оси в сторону на расстояние, гарантирующее их сохранность при строительстве;

2) проверить наличие основных реперов и установить временные, необходимые на период строительства перехода. При ширине реки до 200 м устанавливают по одному реперу на каждом берегу, а более 200 м - на каждом берегу не менее двух реперов. Реперы следует располагать за пределами разрабатываемых береговых траншей и монтажной площадки;

3) выполнить контрольную нивелировку основных и привязку к ним временных реперов;

4) выполнить нивелировку по створу подводных трубопроводов на переходе с промерами подводного участка трассы и проверить соответствие фактических профилей подводных трубопроводов проектным;

5) осуществить проверку и разбивку углов поворота и кривых трассы в пределах перехода с выносом разбивочных знаков за пределы участков работы землеройных механизмов и отвалов грунта;

6) уточнить ширину водоема в месте пересечения трубопроводом расстояния между урезами воды;

до 200 м – по тонкому тросу между берегами;

более 200 м – при помощи геодезических инструментов разбивкой берегового базиса;

7) закрепить в натуре все характерные точки проектного профиля в пределах незатопленной части перехода с выносом знаков за пределы зоны производства земляных работ;

8) установить временный водомерный пост с привязкой его к реперу; колебания уровней воды замеряют ежедневно с отметкой в журнале водомерного поста. При частых и значительных колебаниях уровня воды (например, в нижних бьефах водохранилищ) замеры выполняют периодически в течение рабочей смены.

3. ПОДВОДНЫЕ ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ

3.1. Заглубление трубопроводов в дно реки или водоема до проектных отметок следует осуществлять путем устройства подводной траншеи до укладки трубопроводов или после его укладки с применением в последнем случае трубозаглубителя или других специальных механизмов.

3.2. Величину заглубления подводных трубопроводов в дно реки или водоема определяют от верха забалластированного трубопровода. Способ разработки подводной траншеи устанавливает проектная организация и согласовывает со строительной организацией.

3.3. Проектную ширину в подводных траншеях по дну определяют из выражения

$$B = D_н + 0{,}7 + \sqrt{\Delta B_р^2 + \Delta B_т^2} + \Delta B_з , \qquad (1)$$

где $D_н$ – наружный диаметр конструкции трубопровода с защитным и балластным покрытиями, м;

0,7 м – расстояние, учитывающее необходимость водолазного обследования трубопровода после его укладки;

$\Delta B_р$ – запас, учитывающий допускаемые отклонения по ширине траншеи (с двух сторон) в процессе ее разработки, м;

$\Delta B_т$ – запас, учитывающий отклонения продольной оси тру-

бопровода от проектной оси траншеи (в обе стороны) при укладке трубопровода, м;

ΔB_3 – запас на заносимость траншеи донными наносами со стороны ее верхового откоса, м.

При совмещенной укладке кабеля связи с трубопроводом в одной траншее проектную ширину последней следует увеличить на 0,5 м.

3.4. Запас, учитывающий допускаемые отклонения по ширине траншеи ΔB_p, следует принимать:

для гидроэжекторного земснаряда типа ДГС, работающего с применением папильонажа, при силе ветра до 4 баллов и скорости течения до 0,75 м/с – ΔB_p = 1,2 м и для земснаряда типа УПГЭУ, работающего в тех же условиях, – ΔB_p = 1,6 м;

для земснарядов других типов – в соответствии с III частью СНиП по земляным сооружениям;

для канатно-скреперных установок (табл.1):

Таблица 1

Дальность скреперования, м	Величина запаса ΔB_p, м
До 50	0,5
До 100	1,0
До 150	1,5

3.5. Запас ΔB_T, учитывающий отклонения продольной оси трубопровода при его укладке способом протаскивания по дну через водные преграды шириной менее 1000 м, следует принимать:

$$\Delta B_T = 0{,}005 L, \qquad (2)$$

где L – ширина водной преграды при среднем рабочем уровне воды, м.

3.6. Запас ΔB_T, учитывающий отклонения продольной оси трубопровода при его укладке способом протаскивания по дну через водные преграды шириной более 1000 м, следует принимать:

на участке траншеи длиной 1000 м (по 500 м от середины водной преграды в сторону обоих берегов) – по табл.2; на участках траншеи длиной по 500 м, примыкающих к указанному выше участку с двух его сторон (при ширине водной преграды более 2000 м), – по табл.2,а;

на остальных участках траншеи, непосредственно примыкающих к берегам, величина запаса ΔB_T = 5 м.

Таблица 2

Ширина водной преграды L, м	Величина запаса ΔB_T
1250	6,0
1500	7,0
1750	8,0
2000	9,0
2250	10,0
2500	11,0
2750	12,0
3000	13,0

Таблица 2,а

Ширина водной преграды L, м	Величина запаса ΔB_T
2250	6,0
2500	7,0
2750	8,0
3000	9,0

3.7. При укладке трубопровода способом свободного погружения или с плавучих средств величина запаса ΔB_T определяется проектом с учетом принятой технологии укладки и гидрологических условий.

3.8. Запас ширины траншеи на заносимость ΔB_3 следует учитывать только для русловых участков перехода, где средние (на вертикалях) скорости течения 0,5 м/с и более. При этом величину ΔB_3 следует определять из выражения

$$\Delta B_3 = \frac{q_T \, t}{h}, \qquad (3)$$

где q_T – средняя интенсивность отложения донных наносов на 1м фронта траншеи при среднем рабочем уровне воды, определяемая на основе материалов инженерных изысканий, $м^3$/сут (прил.1);

t – продолжительность занесения траншеи, определяемая в проекте организации строительства, сут (см.прил.1);

h – проектная глубина траншеи, м.

3.9. При определении ширины подводной траншеи, разрабатываемой канатно-скреперной установкой, запас на заносимость ΔB_3 не учитывается.

Для определения объемов скреперования в проекте к геометрическому объему траншеи следует добавлять объем занесения с

учетом суммарного расходу донных наносов в створе перехода и производительности скреперной установки (см.прил.I, п.3.7).

3.I0. Если ширина траншеи по формуле (I) меньше, чем минимально возможная для принятого в проекте земснаряда, то проектная ширина траншеи должна быть не менее

$$B = B_{зем.мин} + \Delta B_р, \qquad (4)$$

где $B_{зем.мин}$ – минимальная ширина прорези, определяемая конструктивными особенностями земснаряда (например, шириной рабочего органа и технологией его работы);

$\Delta B_р$ – допускаемые отклонения по ширине траншеи согласно II части СНиП по земляным сооружениям.

3.II. Ширину подводных траншей на мелководных участках, глубины которых с учетом возможных колебаний уровня воды меньше осадка грунторазрабатывающего судна (с запасом под днищем), следует принимать с учетом ширины и осадки судна, обеспечения необходимой глубины в границах его рабочих перемещений, а также перемещений обслуживающих средств (например, грунтоотвозных саланд).

3.I2. При скреперовании траншеи следует предусмотреть ее перезаглубление по отношению к проектным отметкам для обеспечения необходимой ширины.

Величину перезаглубления определяют из выражения:

$$\Delta h = \frac{B - (B_к + \Delta B_р)}{2m}, \qquad (5)$$

где B – проектная ширина траншеи по дну, м;

$B_к$ – ширина скреперного ковша (I,5–2,5), м;

$\Delta B_р$ – запас, учитывающий отклонения по ширине траншеи при скреперовании, м;

m – коэффициент заложения откоса траншеи.

3.I3. Ширина подводных траншей определяется проектом с учетом технических характеристик используемых средств, технологии укладки и заглубления трубопроводов:

на участках рек и водоемов, сложенных скальными грунтами;

при пересечении водных преград более 3,0 км;

при заглублении предварительно проложенного по дну трубопровода или при укладке нескольких трубопроводов в одну траншею.

3.I4. Перед началом земляных работ необходимо обследовать участки дна реки или водоема. Обнаруженные препятствия в виде топляков и отдельных валунов следует устранить путем отмыва гидромониторами (грунтососами) и подъема плавучими грузоподъемными средствами с привлечением водолазов.

3.I5. При разработке подводной траншеи участок, подвергающийся интенсивному заносу, разрабатывают в последнюю очередь непосредственно перед укладкой трубопровода.

3.I6. Для устройства подводных траншей можно применять:

землечерпательные ковшовые снаряды;

землесосные рефулерные снаряды;

гидромониторно-эжекторные снаряды;

канатно-скреперные установки;

взрывной способ.

Тип механизма для выемки подводного грунта следует выбирать в зависимости от его физических свойств, объема выемки, гидрологического режима, условий судоходства, глубины водоема и периода (времени года) производства работ (прил.2).

Плавучие грунторазрабатывающие снаряды следует выбирать с учетом продолжительности навигационного периода и времени буксировки снаряда на объект.

3.I7. При разработке подводных траншей в тяжелых грунтах следует применять следующие типы ковшовых земснарядов:

многочерпаковые;

одночерпаковые;

грейферные снаряды.

Для разработки несвязных грунтов целесообразно использовать землесосные земснаряды с механическим и гидравлическим рыхлителями.

3.I8. Подводные земляные работы на переходах должны выполняться в соответствии с техническим заданием, составляемым строительной организацией.

Задание должно включать:

рабочий продольный и поперечные профили подводной траншеи с привязкой глубин к пикетажу и нулю графика водомерного поста;

технологическую схему работы земснаряда (рабочие перемещения, транспорт и отвалы грунта).

Рабочий продольный профиль траншеи должен быть составлен

на основе проектного продольного профиля с учетом ступенчатого изменения глубин и минимального объема перебора грунта.

3.19. Расчетную глубину опускания рамы земснаряда следует назначать в соответствии с проектными отметками дна траншеи, учитывая при этом изменение уровня воды на водомерном посту.

Месторасположение земснаряда в створе необходимо контролировать непрерывно по установленным на берегах створным знакам или при помощи радиоаппаратуры, лазерных или других устройств.

3.20. При разработке траншей через судоходные реки и водохранилища при больших объемах работ и глубинах следует совмещать работу высокопроизводительных земснарядов для рытья подводных траншей до отметок, соответствующих максимальной глубине опускания рамы этих земснарядов (8–12 м), и специальных земснарядов меньшей производительности, но с большей глубиной опускания рамы (УШГЭУ, ТЗР251) для разработки подводных траншей на больших глубинах до проектных отметок.

3.21. Разработку траншей на прибрежных участках следует выполнять бульдозерами и экскаваторами с учетом обводненности грунтов и правил техники безопасности (см.прил.2).

3.22. Взрывные работы при устройстве подводных траншей на переходах допускается применять только при невозможности применения других способов разработки траншеи.

При ведении подводных взрывных работ следует использовать заряды в скважинах (или колонковые заряды), шуровые и накладные заряды.

Накладные заряды необходимо применять при глубине рыхления грунта до 1,0 м с укладкой их на очищенное от илистых и песчаных наносов скальное дно водоема. Очистка от наносов может быть выполнена гидромониторами и грунтососами. Заряды ВВ рекомендуются направленного действия.

При выборе способа взрывных работ следует учитывать:

сохранность расположенных рядом сооружений;

гидрологические и геологические условия в месте устройства подводной траншеи;

расчетную глубину подводной траншеи;

влияние взрывов на ихтиофауну.

3.23. Разработку траншей на заболоченных поймах следует, как правило, начинать с урезной части для обеспечения стока воды в реку и дренирования пойм.

3.24. При заглублении подводных трубопроводов, предварительно уложенных по дну, в проекте производства работ должны быть указаны величина допустимого заглубления трубопровода за одну проходку (которая определяется расчетом напряженного состояния трубопровода), количество проходок, очередность выполнения работ.

3.25. Подводные траншеи после укладки трубопровода засыпают до отметок, предусмотренных проектом.

Материал и способы засыпки трубопровода, уложенного в подводную траншею, определяются проектом.

Засыпка подводных трубопроводов допускается местным грунтом, если в проекте перехода не предусмотрены особые условия для засыпки траншеи песком, гравием или другим материалом. Разрешение на засыпку местным грунтом должно быть указано в проекте.

Засыпку подводных траншей можно выполнять путем рефулирования грунта земснарядами с использованием плавучих транспортных средств или автосамосвалами со льда. Способ засыпки траншей выбирают в зависимости от производства работ в зимний или летний периоды, ширины траншеи, глубины воды, скоростей течения и объемов работ.

3.26. При определении объемов засыпки подводных траншей геометрический объем по проектным профилям следует увеличивать на объем грунта, уносимого течением за пределы траншеи при ее засыпке (прил.3) и уменьшать на объем донных наносов ΔW_3, поступающих в траншею, который можно определить из выражения:

$$\Delta W_3 = h_{ср} \ \ell \ \Delta b_3 , \qquad (6)$$

где $h_{ср}$ – средняя глубина траншеи на участке ℓ, м;

Δb_3 – запас, учитывающий заносимость траншеи при расчете ее проектной ширины (см.п.3.8 настоящей Инструкции и прил.I).

3.27. Засыпка нижней по течению нитки на русловом участке перехода одновременно с разработкой траншеи верхней нитки допускается, если:

физико-механические свойства грунтов позволяют использовать его для засыпки подводных траншей;

разработка траншей осуществляется землесосными или землечерпательными снарядами;

возможно в течение одной навигации, по согласованию с рыбнадзором, последовательно разработать две траншеи и уложить в них два трубопровода.

3.28. Места отвалов грунтов при подводных выемках, согласованные с заинтересованными организациями, следует назначать с учетом технологии подводных земляных работ, условий судоходства и лесосплава.

4. МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДА И ПОДГОТОВКА ЕГО К УКЛАДКЕ

4.1. Перед укладкой трубопровода в подводную траншею необходимо выполнить следующие работы:

сварку отдельных плетей трубопровода или всей нитки зависимости от ширины реки и принятой схемы укладки;

гидравлическое испытание плетей или всей нитки трубопровода;

очистку и изоляцию трубопровода;

футеровку трубопровода деревянной рейкой для предохранения изоляции от повреждения при укладке (если нет сплошного бетонного покрытия);

балластировку трубопровода утяжеляющими покрытиями или отдельными грузами.

4.2. В исполнительную документацию на строительство перехода должна быть включена сварочно-монтажная схема раскладки плетей на переходе с указанием и привязкой мест стыков, захлестов, клейма сварщиков, начала и конца плетей, мест установки запорной арматуры.

4.3. На переходах значительной протяженности необходима полевая трубосварочная база для автоматической сварки секций из двух или трех труб с последующей доставкой их на монтажную площадку для сварки плетей или ниток перехода.

4.4. Заполнение продуктом подводных нефтепродуктопроводов после их гидравлических испытаний должно выполняться с обязательным выполнением мероприятий, предупреждающих попадание воздуха в подводные нефтепродуктопроводы.

4.5. Для гидравлического испытания плети трубопровода на монтажной площадке на его концы приваривают инвентарные заглушки.

Патрубки для выпуска воздуха вваривают в наиболее высоких точках плети.

4.6. Тип и конструкция утяжеляющих покрытий или специальных грузов, закрепленных на трубопроводе, устанавливаются в проекте и согласовываются со строительной организацией. Изменения при строительстве допускаются при обязательном согласовании с проектной организацией и заказчиком.

4.7. Обетонирование подводных трубопроводов необходимо выполнять следующими основными способами:

обетонированием отдельных труб в базовых условиях (на бетонном заводе, полигоне);

обетонированием трубопроводов монолитным железобетонным покрытием с применением опалубки на месте монтажа и укладки трубопровода (в трассовых условиях).

4.8. Для обетонирования используются трубы, предусмотренные проектом для подводных переходов и соответствующие всем требованиям технических условий.

При отсутствии заводских сертификатов и заводского гидравлического испытания трубы обетонировать запрещается.

Завод (полигон) железобетонных изделий получает стальные трубы с сертификатами, которые передает по акту вместе с обетонированными трубами и сертификатами на готовую продукцию строительной организации.

4.9. Для предохранения изоляционных покрытий от механических повреждений при обетонировании и монтаже сборных утяжелителей следует применять защитные обертки. Конструкцию изоляционных покрытий и защитных оберток устанавливает проектная организация.

4.10. Обетонирование трубопроводов монолитным бетоном выполняется в инвентарной опалубке с применением вибраторов и соблюдением требований III части СНиП по бетонным и железобетонным конструкциям монолитным.

4.11. Укладка обетонированной плети трубопровода допускается после достижения бетоном проектной прочности.

4.12. Обетонированные трубы с завода на строительную пло-

щадку подводного перехода следует транспортировать с прокладками, чтобы не повредить бетонное покрытие и открытые концы труб.

4.13. Предварительное гидравлическое испытание труб, обетонированных в заводских условиях на подводных переходах, производится после сварки отдельных труб или секций в плеть до изоляции стыков труб.

В случае визуального обнаружения утечек устанавливается место утечки, и имеющая дефект труба вырезается.

Когда утечка обнаруживается по показаниям манометра, для определения дефектной трубы давление в плети выдерживается до появления воды на поверхности бетонного покрытия или в зоне стыка. Имеющая дефект труба вырезается из плети.

4.14. Испытание плетей трубопровода, обетонирование которых монолитным или сборным железобетоном производится непосредственно на переходе, выполняют в соответствии с требованиями СНиП по строительству магистральных трубопроводов.

4.15. Балластные грузы, получаемые с заготовительных баз или заводов-изготовителей, должны иметь маркировку с указанием объема и массы.

Строительная организация проверяет соответствие весовых характеристик грузов или утяжелителей.

4.16. Установка и закрепление кольцевых бетонных и чугунных грузов на трубопроводе может выполняться в такой последовательности:

сначала полумуфты грузов раскладывают вдоль трубопровода с интервалами в соответствии с проектом; зафутерованный трубопровод с помощью трубоукладчиков укладывают на эти полумуфты, затем сверху на трубопровод устанавливают верхние полумуфты и при подтягивании стропом трубоукладчика нижней полумуфты затягивают болты.

5. УКЛАДКА ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПЕРЕХОДАХ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. Укладка подводных трубопроводов осуществляется следующими основными способами:

протаскиванием трубопровода или отдельных его плетей по дну водоема (траншеи);

свободным погружением (опусканием) плавающего трубопровода на дно путем заполнения его водой или открепления понтонов, удерживающих трубопровод на поверхности водоема;

опусканием трубопровода с помощью плавучих кранов.

5.2. Технология укладки трубопровода на дно водоема (траншеи) должна быть дана в проекте производства работ и разработана с учетом следующих факторов:

назначения трубопровода (возможность заливки его водой);

топографических условий в створе перехода (крутизна береговых откосов, рельеф пойменного участка перехода);

диаметра трубопровода, его массы, прочностной характеристики и длины подводного участка;

гидрологического режима водоема, периода (времени года) производства работ, условий судоходства и лесосплава;

экономичности применяемого способа работ.

5.3. При составлении проекта производства работ по укладке подводного трубопровода должны быть рассчитаны строительные нагрузки на трубопровод и напряжения, возникающие в нем при укладке, с учетом скорости течения и профиля спусковых устройств. В случае необходимости предусматривают технические мероприятия для уменьшения напряжений, возникающих в укладываемом трубопроводе.

5.4. Перед укладкой трубопровода необходимо проверить его устойчивость в соответствии с фактической скоростью течения при укладке и с учетом других условий (например, расстановка понтонов, радиусов изгиба).

5.5. После укладки трубопровода в подводную траншею водолазами обследуется уложенный трубопровод и замеряются отметки верха трубы.

При соответствии отметок уложенного трубопровода проектным отметкам составляют акт на укладку трубопровода и исполнительный профиль.

5.6. Сварку уложенного подводного трубопровода с пойменным участком перехода производят после проверки сплошности изоляции способом катодной поляризации.

5.7. Для уменьшения напряжений в уложенном подводном трубопроводе приварку его к пойменному участку рекомендуется про-

изводить при температурах, близких к температуре перекачиваемого продукта.

5.8. После гидравлического испытания уложенного нефтепродуктопровода заполняющую его воду удаляют в процессе заполнения всей магистрали нефтью или продуктом. Перед тем как пропустить поршни, шары или другие устройства, вытесняющие воду, следует до подводного перехода (по ходу поршня) установить на трубопроводе вентили или задвижки достаточного сечения для выхода воздуха.

УКЛАДКА ТРУБОПРОВОДА СПОСОБОМ ПРОТАСКИВАНИЯ ПО ДНУ

5.9. В технологический процесс укладки трубопровода способом протаскивания по дну водоема входит:

монтаж трубопровода и оснащение его балластными грузами и понтонами;

устройство и оборудование спусковой дорожки;

укладка трубопровода на спусковую дорожку;

проверка готовности подводной траншеи (промеры глубин и проверка отметок дна траншеи, водолазное обследование);

установка и закрепление тяговых средств;

приварка оголовка и прокладка тяговых тросов с закреплением их на оголовке;

протаскивание всей нитки трубопровода или отдельных секций (плетей) со сваркой межсекционных стыков;

проверка положения уложенного трубопровода в соответствии с проектом.

Длина протаскиваемых плетей определяется проектом производства работ в зависимости от ширины водной преграды, мощности тяговых средств и конструкции спускового устройства.

5.10. Укладка трубопроводов способом протаскивания по дну подводной траншеи рекомендуется при наличии:

плавного рельефа одного из берегов в створе переходов, при котором возможна планировка грунта на этом участке в соответствии с допустимым радиусом упругого изгиба трубопровода при его протаскивании;

достаточных размеров площадки в створе перехода для устройства спусковой дорожки, на которую устанавливают нитку трубопровода или плеть перед протаскиванием;

достаточной прочности протаскиваемого трубопровода с учетом воздействия на него тяговых усилий.

5.II. При разработке технологии укладки трубопровода способом протаскивания по дну необходимо определить:

массу (вес) трубопровода с грузами, без грузов, с понтонами в воде и на суше;

силу воздействия потока воды на трубопровод (лобовое сопротивление);

возникающие тяговые усилия и максимально допустимое тяговое усилие;

количество и грузоподъемность разгружающих понтонов.

5.I2. Разгружающие понтоны применяются для уменьшения веса (отрицательной плавучести) участка трубопровода, находящегося под водой.

Для укладки трубопроводов рекомендуется использовать специальные понтоны грузоподъемностью 5 и I0 т, снабженные устройством для полуавтоматической отстроповки.

Допускается применение понтонов других конструкций, обеспечивающих надежное крепление последних на трубопроводе.

Все применяемые понтоны должны иметь достаточную прочность для сопротивления гидростатическому давлению воды.

5.I3. Спусковая дорожка в зависимости от длины укладываемой на нее нитки (плети) трубопровода, его диаметра и массы, а также рельефа прибрежного участка может быть устроена в виде:

спусковой дорожки с роликоопорами на спланированном участке территории в створе перехода;

рельсового узкоколейного пути с тележками;

береговой траншеи, заполняемой водой.

Протаскивание отдельных плетей трубопроводов по спланированной грунтовой дорожке без специальных спусковых устройств допускается только при обязательной тщательной планировке берегового участка и принятия необходимых мер для предупреждения повреждения изоляционного покрытия.

В качестве спусковой дорожки при протаскивании трубопроводов больших диаметров рекомендуется использовать специальное оборудование ОСД-2, ОСД-3 или другие конструкции.

5.I4. Спусковую дорожку в плане трассируют, как правило, прямолинейно. Вертикальная трассировка ее на перепаде отметок от берега до подводного участка должна быть выполнена криволинейно с допускаемыми радиусами упругого изгиба трубопровода.

Длина спускового пути должна обеспечить монтаж трубопровода на полную длину подводного участка или на длину отдельных плетей, если протаскивание ведется с последовательным наращиванием плетей трубопровода.

Расстояние между роликоопорами или тележками, устанавливаемыми вдоль спусковой дорожки, принимается по расчету в зависимости от их грузоподъемности и массы трубопровода.

5.I5. В качестве тяговых средств для протаскивания подводного трубопровода в зависимости от необходимого тягового усилия следует применять специальные тяговые лебедки серии ЛП (лебедки протаскивания), тягачи, оборудованные лебедками, а также однотипные тракторы, работающие в сцепе.

5.I6. Тракторы следует использовать при строительстве небольших переходов и тяговых усилиях до 20–30 т.

Если тракторы не могут перемещаться по берегу в створе перехода, то допускается их перемещение вдоль берега с закреплением на берегу блока для изменения направления тягового троса.

5.I7. Прокладка через водоем тягового троса должна выполняться строго прямолинейно. Для этого сначала прокладывают тонкий трос-проводник, к которому прикрепляют тяговый трос, после чего его протаскивают по заданному створу.

Перед протаскиванием трубопровода необходима обтяжка тягового троса.

5.I8. К головному концу протаскиваемого трубопровода приваривают оголовок для крепления тягового троса. Конструкция оголовка может быть различной в зависимости:

от диаметра трубопровода;

от способа крепления троса и величины тягового усилия;

необходимости заполнения трубопровода (нефтепродуктопровода) водой в процессе его протаскивания по дну.

5.I9. Для приварки очередной плети трубопровода при протаскивании должна быть предусмотрена такая расстановка трубоукладчика, при которой была бы обеспечена операция по центровке труб на береговом участке.

Количество трубоукладчиков и расстояние между ними определяется проектом производства работ.

5.20. Для сварки межсекционных (гарантийных) стыков между отдельными плетями трубопровода в процессе укладки допускаются сварщики не ниже шестого разряда. Сборка и сварка межсекционных стыков должна производиться под контролем инженерно-технического работника, ответственного за сооружение подводного перехода. До протаскивания очередной плети наращиваемого трубопровода качество сварки межсекционного стыка проверяется физическими методами контроля.

5.21. На сборку, сварку и проверку качества сварки каждого межсекционного стыка составляют акт, подписываемый инженерно-техническим работником, ответственным за сооружение подводного перехода, и представителем полевой испытательной лаборатории. Результаты контроля этих стыков заносят в журнал сварочных работ. Акты на сборку, сварку и проверку качества сварки межсекционных стыков представляют совместно с исполнительной технической документацией по переходу.

5.22. Перед протаскиванием трубопровода должны быть проверены и испытаны все технические средства и их взаимодействие, проверены средства связи, проведен инструктаж персонала и определена ответственность каждого исполнителя за свой участок работ.

5.23. При протаскивании трубопровода, если мощность тяговых средств недостаточна, можно использовать трубоукладчики для подъема небольшого участка трубопровода, находящегося на берегу.

5.24. Протаскивание трубопровода, установленного на спусковых устройствах с малым коэффициентом трения (ролики, вагонетки), осуществляется с постоянным приложением тормозного усилия к заднему концу протаскиваемого трубопровода.

Тормозное усилие прикладывается:

для предотвращения самопроизвольного перемещения плети трубопровода по спусковому устройству;

для гашения сил инерции при трогании с места для плавного (без рывков) движения трубопровода.

5.25. В процессе протаскивания трубопровода все рабочие посты (тяговая лебедка, тормозная лебедка, сварочный пост около уреза берега) должны иметь двустороннюю дублированную связь

с пунктом управления, который следует размещать около спусковой дорожки. С пункта управления должен быть обеспечен визуальный обзор всей спусковой дорожки. Должны быть отработаны условные сигналы движения и остановки трубопровода, которые в зависимости от ширины водной преграды можно передавать с пункта управления по телефону с помощью портативных радиостанций и дублировать световыми сигналами.

5.26. Укладку подводного трубопровода, запроектированного с защитным кожухом в зависимости от местных условий, протяженности перехода и массы трубопровода, следует выполнять: протаскиванием трубопровода вместе с кожухом или с предварительной укладкой кожуха и последующим протаскиванием через него трубопровода.

УКЛАДКА ТРУБОПРОВОДА СВОБОДНЫМ ПОГРУЖЕНИЕМ

5.27. Способ укладки трубопровода свободным погружением с заполнением полости трубопрозода водой может применяться для укладки нефтепродуктопроводов, имеющих положительную плавучесть.

5.28. Для укладки газопроводов, имеющих отрицательную плавучесть (с грузами), способ свободного погружения можно применять без заполнения полости газопровода водой путем последовательного открепления понтонов.

5.29. В технологический процесс укладки нефтепродуктопроводов способом свободного погружения с заполнением их водой входит:

монтаж трубопровода на спусковой дорожке или стапеле (при этом способе укладки трубопровода монтажный стапель можно располагать вне створа перехода);

оснащение трубопровода разгружающими понтонами в соответствии с проектом производства работ, а также вентилями для выпуска воздуха и залива воды в трубопровод;

спуск трубопровода на воду;

буксировка трубопровода к месту укладки (если монтаж выполнялся не в створе сооружения);

установка плавающего трубопровода в створе перехода;

погружение плавающего трубопровода в проектное положение

путем заполнения его водой с одновременным выпуском воздуха через вентиль на противоположном конце трубопровода.

5.30. Укладка трубопроводов способом свободного погружения может выполняться, если:

пересекаемая водная преграда не судоходна или в месте перехода возможен перерыв судоходства на время установки трубопровода в створе перехода и погружения его на дно;

поверхностная скорость течения невелика и не требуются сложные устройства для удержания плавающей нитки трубопровода в створе перехода;

трассировка перехода на берегах предусматривает прокладку трубопроводов с кривыми вставками.

5.31. При разработке технологии укладки трубопроводов способом свободного погружения необходимо определить:

вес трубопровода в различном положении в воде и его массу на суше;

силу воздействия потока воды на трубопровод, необходимость закрепляющих устройств (боковых оттяжек) и их расчет;

допустимую глубину погружения трубопровода при заполнении его водой;

напряжения, возникающие в трубопроводе от воздействия всех нагрузок на трубопровод в процессе погружения на дно (напряжения от изгиба в вертикальной плоскости и гидродинамического давления);

количество и мощность буксирных средств, необходимых для буксировки трубопровода и заведения его в створ перехода.

5.32. Если нельзя устроить спусковые дорожки в створе перехода, монтажную площадку можно расположить вдоль береговой линии с устройством горизонтального стапеля. В этом случае следует прикреплять к трубопроводу понтоны на наклонном участке стапеля после перемещения трубы к урезу берега.

Для буксировки в створ перехода плавающую нитку трубопровода необходимо оснастить необходимыми такелажными и якорными устройствами, а на судоходных реках - сигнализацией в соответствии с "Правилами плавания по внутренним водным путям".

5.33. В случае, когда глубина пересекаемой водной преграды больше допустимой для данного трубопровода (см. п.5.31,в), расчетную допустимую глубину опускания трубопровода можно увеличить одним из следующих способов:

уменьшением начальной плавучести трубопровода за счет балластировки его до требуемой расчетной величины;

закреплением дополнительных понтонов на участках, где глубина воды превышает допустимую для укладки трубопровода заданного сечения, при этом количество понтонов принимается по расчету;

приложением продольного растягивающего усилия к укладываемому трубопроводу.

5.34.Перед укладкой трубопровода свободным погружением выше и ниже по течению должны дежурить катера. Трубопровод заводят в створ перехода и расчаливают в продольном направлении тросами и лебедками, закрепленными на берегах. Чтобы трубопровод не мог сместиться под действием течения, используют тросовые оттяжки к лебедкам на плавучих опорах, бусиры или плавучие краны. Количество удерживающих лебедок и плавучих опор определяют расчетом в зависимости от скорости течения и величины гидродинамического давления и ветровых нагрузок.

По мере погружения трубопровода раскрепляющие оттяжки необходимо постепенно стравливать, не допуская отклонений трубопровода от проектного створа.

5.35. Заполнение трубопровода водой является наиболее ответственной операцией и выполняется под наблюдением инженерно-технического персонала, контролирующего положение трубы в различные стадии ее погружения.

Трубопровод заливают водой с помощью любого имеющегося насоса средней производительности через шланг, подсоединенный к патрубку, вваренному на концевой части трубы; вентили для выпуска воздуха вваривают с обоих концов плети.

Заливочные средства должны быть предварительно оттарированы и объем залитой воды должен учитываться в процессе наблюдения за положением трубопровода.

5.36. При заполнении водой нефтепродуктопроводов, имеющих положительную плавучесть, необходимо в начальный период следить, чтобы погружение трубы начиналось с заливаемого конца. Рекомендуется противоположный конец трубы в начале ее заполнения поддерживать при помощи понтона или плавучих средств.

Закачку воды в трубопровод следует вести до тех пор, пока полностью не выйдет воздух из воздушного патрубка (не будет воздушных пузырьков).

УКЛАДКА ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛАВУЧИХ КРАНОВ

5.37. Укладка подводных трубопроводов с использованием плавучих кранов имеет ограниченное применение; в основном этот способ применяется для укладки трубопровода с криволинейными береговыми участками (утками), когда невозможно применить способ укладки протаскиванием трубопровода по дну или свободным погружением.

5.38. Для трубопроводов, которые можно заполнить водой перед опусканием на дно, процесс укладки в летних условиях состоит из следующих операций:

монтаж трубопровода и оснащение его понтонами;

перемещение трубопровода со стапеля на воду и буксировка к месту укладки;

заведение трубопровода в створ буксирами;

заполнение водой трубопровода, удерживаемого на поверхности кранами, и опускание трубопровода на дно.

5.39. Учитывая сложность укладки трубопровода с помощью плавучих кранов, в проекте производства работ следует разработать все технологические операции с учетом местных условий.

5.40. При составлении проекта производства работ при укладке трубопровода плавучими кранами в дополнение к требованиям, изложенным в п.5.31, следует установить количество и грузоподъемность кранов для укладки трубопровода.

6. СООРУЖЕНИЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

6.1. Сооружение кабельных линий связи при строительстве переходов магистральных нефтегазопроводов через водные преграды осуществляется в общем комплексе работ по сооружению подводного перехода.

6.2. Работы по строительству подводного кабельного перехода выполняются в такой последовательности:

приемка барабанов с кабелем от заказчика на стройплощадке и их отбраковка;

проверка и измерение строительных длин кабеля связи и кабельных шагов перед монтажом и укладкой;

монтаж и укладка кабеля связи;

проверка и измерение кабеля связи после монтажа и укладки.

6.3. Входной контроль, выполняемый согласно требованиям III части СНиП по правилам производства и приемки работ, должен обеспечить проверку: прочности изоляции кабеля и ее сопротивления; на обрыв жил, на сообщение между ними и наличия избыточного давления в кабеле на барабане, которое должно быть не ниже 0,5 кгс/см^2. При отсутствии давления кабель подлежит браковке.

Если кабель находится под газовым давлением, но имеет вмятины, пережимы и другие дефекты, то использовать его при укладке запрещается.

6.4. На каждый проверенный барабан составляется протокол испытания строительной длины кабеля.

Барабаны с кабелем на переходе должны находиться в охраняемой зоне на специально оборудованной кабельной площадке.

6.5. Монтаж строительных длин кабеля на всю русловую часть перехода выполняется на плавучих средствах или на льду до укладки кабеля в подводную траншею.

При монтаже следует осторожно обращаться с концами кабеля: не допускать крутых изгибов кабеля, образования вмятин и пережимов.

6.6. Прокладку подводного кабеля на переходах следует выполнять следующими способами:

совмещенной прокладкой в общей траншее с подводным нефтегазопроводом;

прокладкой в отдельной от нефтегазопровода предварительно разработанной подводной траншее;

прокладкой кабеля с заглублением его в дно при помощи кабелеукладчика плужного или гидравлического действия.

При совмещенной прокладке в общей траншее с подводным нефтегазопроводом кабель связи укладывают на дно подводной траншеи на уровне нижней образующей трубопровода.

6.7. Земляные работы при строительстве подводных кабелей связи должны выполняться в соответствии с указаниями 3 раздела настоящей Инструкции.

6.8. Перед укладкой кабеля необходимо провести водолазное обследование дна траншеи. Отдельные неровности дна, которые могут привести к резким перегибам кабеля и его повреждению, устраняют с помощью гидромониторов или грунтососов.

6.9. При совмещенной прокладке кабеля с трубопроводом в общей траншее кабель должен быть подготовлен к укладке одновременно с окончанием укладки трубопровода.

6.10. Прокладка кабеля в подводной траншее осуществляется змейкой. Строительная длина подводного участка кабеля принимается на 14% больше проектной длины подводной части перехода.

Способ укладки подводного кабеля связи устанавливается проектом организации строительства подводного перехода трубопровода и уточняется проектом производства работ.

6.11. Укладка подводного кабеля связи при прокладке его в одной траншее с трубопроводом или в отдельной траншее может производиться следующими способами:

передвижением понтона (баржи) по створу перехода с помощью натяжного троса (на реках небольшой ширины, при малых скоростях течения);

передвижением понтона или баржи по створу перехода при помощи установленных на них лебедок с удержанием плавсредств от сноса течением;

укладкой с помощью гидравлических кабелеукладчиков.

Опускать кабель с плавучих средств следует плавно, избегая перегибов кабеля, образования вмятин, перекимов.

6.12. Если длина подводного участка кабельного перехода не превышает 150 м, кабель можно укладывать протаскиванием по дну. Для предотвращения возникновения недопустимых растягивающих усилий в кабеле протаскивание его по грунту разрешается только вместе со стальным или капроновым тросом, к которому прикладывают усилие. Особое внимание должно быть обращено на недопустимость возникновения продольных усилий в месте нахождения соединительной муфты.

6.13. При укладке кабеля в общей траншее с трубопроводом положение последнего должно быть обозначено буями.

При передвижении плавучих средств необходимо учитывать возможное отклонение буев от оси трубопровода течением или ветром; величину отклонения определяют непосредственно перед укладкой.

При прокладке кабеля через широкие реки плавучие средства можно ориентировать по створным знакам, которые устанавливают на берегах при рытье траншеи.

6.I4. Укладка и заглубление кабелей с помощью кабелеукладчиков выполняется в такой последовательности:

разбивка створа перехода;

промеры по створу перехода и водолазное обследование поверхности дна;

планировка берегов при работе обычным кабелеукладчиком или устройство прибрежных траншей при работе гидравлическим кабелеукладчиком;

проход кабелеукладчика вхолостую для выявления препятствий в грунте дна;

установка барабана с кабелем на кабелеукладчик;

укладка кабеля с одновременным его заглублением.

6.I5. Положение кабеля, уложенного в отдельную подводную траншею или в общую траншею с трубопроводом, проверяется водолазами.

6.I6. На береговых (приурезных) участках перехода, сложенных мягкими грунтами, а также при уклонах береговых участков более 30^{0}, следует предусматривать прокладку кабеля в зигзагообразной траншее (змейкой) с отклонением от средней линии на I,5 м и шагом отклонения 5 м. Длина участка зигзагообразной траншеи - не менее 50 м, считая от уреза воды.

6.I7. Через 48 ч после окончания укладки подводного кабеля должны быть произведены его повторное испытание на герметичность и электрические измерения.

6.I8. При электрических измерениях уложенного кабеля постоянным током определяются:

сопротивление изоляции;

сопротивление шлейфа;

омическая асимметрия;

электрическая прочность изоляции.

Кроме того, устанавливают отсутствие разбитости пар в муфтах.

6.I9. В случае обнаружения повреждения кабеля его следует поднять на поверхность воды. Поврежденный участок кабеля подлежит замене.

При положительных результатах проверки и измерений уложенного кабеля связи его засыпают, производят монтаж стальных защитных оголовников на концах подводного участка кабеля (если укладку кабеля осуществляют только в русловой части перехода), после чего составляют соответствующую техническую документацию и переход сдают заказчику.

6.20. Заказчик принимает законченный строительством подводный кабельный переход независимо от готовности всей магистральной линии.

После окончания прокладки кабеля на обоих берегах должны быть установлены информационные знаки ограждения охранной зоны.

В местах нахождения оголовников устанавливают указатели, запрещающие производство земляных работ и предупреждающие об опасности.

6.2I. Присоединение подводных кабелей на законченном переходе к кабельной магистрали выполняется организацией, ведущей строительство кабельной магистрали.

7. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

7.I. Строительство подводных трубопроводов в зимних условиях преследует цель ликвидации сезонности и сохранения сроков сооружения переходов, в особенности в северных районах.

7.2. Технология и организация подводно-технических работ в зимних условиях определяется характеристикой водной преграды, температурным режимом и, главным образом, состоянием ледяного покрова.

7.3. В проекте организации строительства подводного перехода в зимних условиях должно быть предусмотрено выполнение специальных зимних видов работ (ледорезные работы, уборка льда, работы по поддержанию майн, увеличение несущей способности льда и др.).

7.4. В состав проекта производства работ на строительство подводного перехода в зимних условиях в дополнение к мероприятиям, указанным в п.2.5, должны входить:

технологические схемы работ по резке и уборке льда;

мероприятия по поддержанию майн вокруг земснарядов и предотвращению их обмерзания;

мероприятия по поддержанию несущей способности льда.

7.5. Продолжительность периода производства работ в зимних условиях на переходе определяется проектом организации строительства, по данным инженерных изысканий, в зависимости от срока осеннего ледостава и весеннего ледохода.

Данные о средних многолетних датах начала весеннего ледохода и ледостава на берегах СССР приведены в приложении 5.

7.6. Выполнение всех работ на льду, установка оборудования и размещение материалов, а также движение транспортных средств по льду разрешается только после определения его несущей способности и сравнения приведенной толщины льда с расчетной (допустимой) толщиной, принятой в проекте организации строительства (в приложении 4).

При производстве всех работ на льду особое внимание должно быть обращено на соблюдение правил техники безопасности.

7.7. Проект производства подводных земляных работ в зимних условиях должен составляться с учетом состояния ледяного покрова, объемов земляных работ, сроков строительства, грунтовых условий, скоростей течения и климатических условий.

7.8. Подводные земляные работы на переходах, сооружаемых в зимних условиях, могут выполняться по следующим технологическим схемам:

разработка зимой подводной траншеи полного профиля на всю длину подводной части перехода;

полная или частичная разработка подводной траншеи в летних условиях с доработкой ее перед укладкой трубопровода в зимних условиях.

Выбор схемы производства подводных земляных работ принимается в проекте организации строительства на основании технико-экономических расчетов.

7.9. Перед началом работ по устройству подводных траншей в зимних условиях следует подготовить заблаговременно земснаряды, пульпопроводы, а также оборудование для устройства и поддержания майн и ледокольных работ и провести инструктаж персонала, обслуживающего землеройную технику.

7.10. Подводные земляные работы в зимних условиях могут выполняться:

плавучими земснарядами, перемещающимися в прорези;

земснарядами или грунторазрабатывающими устройствами, устанавливаемыми на льду;

скреперными установками.

7.II. Земснаряды, предназначенные для работы в зимних условиях, должны быть оборудованы системой отопления для обогрева механизмов, трубных коммуникаций, жилых помещений и машинного отделения. Оборудование, расположенное на открытом воздухе, закрывают кожухами. В стыках труб, задвижек, клапанов должны быть ликвидированы все течи.

Перед началом ледохода земснаряд отводят в безопасное место (урезы, траншей, затоны) для отстоя.

7.I2. При подготовке пульпопровода к работе в зимних условиях необходимо обеспечить его гибкость без нарушения герметичности стыков, а также возможность перемещения при движении земснаряда.

Шаровые соединения пульпопровода должны быть очищены от грязи и смазаны зимней смазкой.

7.I3. Для перемещения по льду пульпопровод устанавливают на санные полозья, которые рекомендуется располагать в местах шарнирных соединений.

Перед перемещением пульпопровода (для облегчения его массы) необходимо прекратить подачу пульпы.

7.I4. Для предохранения пульпопровода от промерзания необходимо выпускать пульпу при длительных остановках. С этой целью следует укладывать пульпопровод в сторону ра грунта с уклоном. Перед остановкой земснаряда пульпопровод следует промыть чистой водой.

7.I5. При длительных остановках работы земснаряда во избежание образования ледяных пробок во всасывающих трубопроводах их следует поднимать в надводное положение с уклоном в сторону всаса. Воду следует удалять также из всей внутренней системы трубопроводов.

7.I6. При использовании скреперных установок для разработки подводных траншей в зимних условиях хвостовой блок для обратного хода ковша устанавливают на противоположном берегу или на льду.

Грунт из отвала в урезной части перехода в несмерзшемся состоянии удаляют за пределы береговой траншеи.

В месте выхода скреперного ковша и тросов из воды устраивают майны, которые поддерживают в незамерзающем состоянии во время производства работ.

7.17. Засыпку подводных траншей в зимних условиях производят в соответствии с указаниями раздела 3 настоящей Инструкции.

Подводную траншею рекомендуется засыпать через непрерывную майну, разрабатываемую по мере засыпки траншеи.

7.18. Трубопроводы на подводных переходах в зимних условиях в зависимости от местных условий строительства следует укладывать следующими способами:

протаскиванием трубопровода по дну;

опусканием трубопровода способом свободного погружения;

спусканием трубопровода с промежуточных опор, установленных на льду.

7.19. Прокладку тягового троса по дну траншеи выполняют одновременно с устройством во льду прорези, разрабатываемой ледорезной машиной. При этом скорость опускания (прокладка) троса будет соответствовать скорости перемещения ледорезной машины.

7.20. При значительной ширине водной преграды для уменьшения тягового усилия при протаскивании трубопровода участок троса, примыкающий к тяговым устройствам на берегу, допускается прокладывать по поверхности льда, а остальную часть - по дну. Протяженность участков троса, прокладываемых по поверхности льда и по дну траншеи, определяют расчетом тяговых усилий.

7.21. При устройстве спускового пути для протаскивания трубопровода в зимних условиях срезку берега по необходимому радиусу и планировочные работы выполняют в осенний период до промерзания грунта.

7.22. В дополнение к известным конструкциям спускового пути (раздел 5 Инструкции) для протаскивания трубопроводов на береговом участке в зимних условиях допускается применять ледяные дорожки.

7.23. Ледяную дорожку устраивают на берегу, имеющем ровную площадку с небольшим уклоном, а в осенний период отрывают неглубокую траншею с таким расчетом, чтобы ее можно было заполнить водой на 30-40 см. Траншею отрывают с отвалом на одну сторону

рону. Заполнять траншею водой следует после небольшого промерзания грунта. Для устройства ледяной дорожки на криволинейном участке его поливают распыленной струей воды. Чтобы предотвратить сползание трубы с ледяной дорожки на участках, где спусковая дорожка выходит на естественные отметки, целесообразно по бокам дорожки устраивать ограничительные земляные валики. Их можно выполнять при рытье траншеи в осенний период.

7.24. Устраивать спусковой путь в виде канала, заполненного водой, в зимних условиях не рекомендуется, так как это связано с дополнительным большим объемом ледокольных работ.

7.25. Майны для входа и выхода трубопровода в береговых урезах устраивают во льду непосредственно перед протаскиванием трубопровода.

Длину входной и выходной майн рассчитывают из условий, чтобы глубина воды у кромки майны $h_м$ удовлетворяла условию

$$h_м = d_{тр} + d_{понт} + h_л + 0{,}50, \qquad (7)$$

где $d_{тр}$ – диаметр трубы с футеровкой и грузами, м;

$d_{понт}$ – диаметр разгружающих понтонов, м;

$h_л$ – толщина льда, м.

7.26. При прокладке трубопроводов способом свободного погружения в зимних условиях применяют следующие технологические схемы производства работ:

I схема: монтаж плетей трубопровода на берегу; устройство майны на всю ширину зеркала реки или водоема; вывод трубопровода в майну с последовательной стыковкой плетей на берегу; укладка трубопровода на дно траншеи с заливом в него воды;

II схема: монтаж трубопровода из звеньев длиной по 30–36 м на льду по створу перехода; устройство майны параллельно смонтированному трубопроводу; спуск трубопровода в майну и укладка его на дно траншеи с заливом в него воды.

При монтаже на льду трубопровод необходимо выкладывать на лежки.

Выбор схемы укладки зависит от несущей способности ледяного покрова. Если по ледяному покрову возможно перемещение машин и механизмов, необходимых для монтажа трубопровода, целесообразно применять II схему, при недостаточной прочности ледяного покрова – I схему.

7.27. Для предотвращения сноса трубопровода течением во время погружения его на дно реки необходимо устраивать оттяжки. Количество оттяжек и расстояние между ними определяется расчетом в зависимости от скорости течения.

Анкерные опоры для закрепления оттяжек устанавливают на льду выше по течению от створа.

Длину оттяжек определяют в зависимости от глубины воды и принимают примерно равной I,5 H, где H - глубина воды.

Расстояние от трубопровода до анкерной опоры при этой длине оттяжек может быть принято равным I,I H.

Анкерные опоры для оттяжек вмораживаются или закрепляются другим способом на льду на указанном расстоянии.

7.28. Укладку трубопровода с опор, установленных на льду, следует применять только при наличии прочного льда.

Укладывать трубопроводы с опор следует на переходах, где на береговых участках запроектированы кривые механического гнутья.

7.29. Работы по укладке трубопроводов с опор, установленных на льду, рекомендуется выполнять в такой технологической последовательности:

монтаж трубопровода на льду параллельно оси намеченной прорези или монтаж секций трубопровода на берегу с последующим перемещением их по льду и сваркой в одну нитку;

устройство майны для укладки трубопровода;

установка опор на льду;

спуск трубопровода в майну;

погружение трубопровода на дно с промежуточных опор.

7.30. Прокладка подводных кабелей связи в зимних условиях без предварительного обогрева допускается при температуре не ниже -I5°С. При укладке с температурой ниже -I5°С барабан с кабелем должен находиться в течение 34-48 ч при температуре 35-40°С в специальных тепляках для обогрева.

7.3I. Монтаж муфт на подводных кабелях в зимних условиях при достаточной прочности ледяного покрова выполняют на льду.

7.32. Укладку на дно водной преграды производят с барабанов, перемещаемых вдоль бровки майны или специальной прорези.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАНОСИМОСТИ ПОДВОДНЫХ ТРАНШЕЙ

Общие положения

I. Расчеты заносимости подводных траншей, приведенные в настоящем приложении, рекомендуются для участков равнинных рек, дно которых сложено мелкозернистыми и среднезернистыми песками (со средним диаметром частиц до 0,5 мм), при естественном, близком к установившемуся режиму руслового потока.

2. Расчеты заносимости подводных траншей предназначены:

для определения запаса на заносимость траншеи донными наносами при установлении проектной ширины подводной траншеи (см. п. 3.8 настоящей Инструкции);

для выбора механизмов при разработке подводных траншей;

для определения объемов подводных земляных работ при разработке и засыпке подводных траншей (см.п.3.26 настоящей Инструкции).

3. При расчетах заносимости подводной траншеи учитывают двухэтапную последовательность ее разработки. На первом этапе разрабатывается траншея на участке со средними скоростями менее 0,5 м/с (где заносимость не принимают во внимание) и на втором этапе на участке – со средними скоростями 0,5 м/с и более, для которого выполняются расчеты заносимости подводной траншеи.

4. В проекте перехода должен быть указан расчетный суточный объем наносов, откладывающихся по всей длине траншеи на русловом участке со средними скоростями 0,5 м/с и более. Общая суточная производительность земмашин, работающих на этом участке, должна не менее чем в 2 раза превышать расчетный суточный объем наносов, откладывающихся по всей длине траншеи.

Интенсивность отложения наносов в траншее

I. Интенсивность отложения наносов в траншее для прямолинейных участков равнинных рек определяют по формуле

$$q_T = 16 \frac{v^5}{H}, \qquad (6)$$

где q_T – интенсивность отложения наносов на I м длины траншеи, м³/сут;

v, H – соответственно средняя скорость (м/с) и глубина(м) потока на расчетной вертикали в створе перехода по данным инженерных изысканий.

Величину q_T можно определять по рис.I.

2. Средние скорости на вертикалях определяют на основе точечных измерений местных скоростей течения при уровнях воды, близких к среднему меженному уровню.

3. Измерения местных скоростей течения рекомендуется выполнять:

при ширине реки до I50 м – на одной-двух вертикалях в двух точках: 0,2 H и 0,8 H или в одной точке 0,6 H;

при ширине реки от I50 до 300 м – на двух-трех вертикалях не менее чем в трех точках: 0,2H; 0,6H; 0,8H;

при ширине реки от 300 до 500 м – на пяти вертикалях в трех (0,2H; 0,6H; 0,8H) или пяти точках (у поверхности, 0,2H; 0,6H; 0,8H; у дна);

при ширине реки более 500 м – не менее чем на пяти вертикалях, на расстоянии 0,I–0,I5 B (B – ширина русла) в пяти точках.

Вертикали рекомендуется располагать в границах поперечного сечения русла с глубинами более I/3 максимальной глубины в зоне наибольших скоростей течения (наибольших глубин) и на переломах рельефа дна.

При средних скоростях течения на стрежне реки менее 0,7 м/с число вертикалей для рек шириной менее 500 м можно сократить до трех, а для рек шириной более 500 м ограничить пятью.

При поверхностных скоростях течения в реке менее 0,8 м/с средние на вертикалях скорости допускается определять расчетным путем по известным значениям среднего меженного расхода воды, соответствующего ему уровня и глубин в поперечном сечении русла.

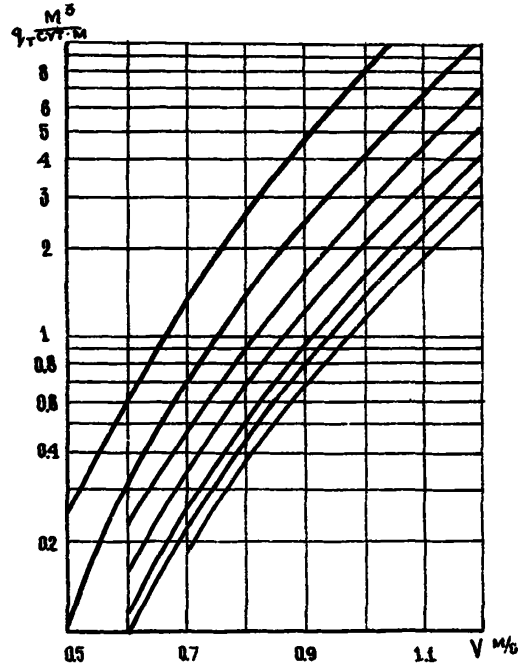

Рис.I. Графики интенсивности отложения наносов (мелкозернистых и среднезернистых песков) в траншее $q_т$ в зависимости от средней скорости v и глубины потока H.

Кривые I,2,3,4,5,6 и 7 соответствуют H=2,4,6,8,I0,I2, I4 м

Расчетная продолжительность занесения траншеи

I. Продолжительность поступления донных наносов в траншею на русловом участке со скоростями 0,5 м/с и больше для расчета запаса ΔB_3 по формуле (3) (см.п.3.8 Инструкции) определяют в зависимости от технологической схемы разработки подводной траншеи по двум возможным вариантам:

первый вариант - отложение донных наносов в траншее за время ее разработки и последующей укладки трубопровода учитывают увеличением ширины траншеи по дну с запасом, достаточным для сохранения проектных отметок на оси укладки трубопровода; при этом варианте дополнительная подчистка траншеи от наносов не предусматривается;

второй вариант предусматривает подчистку траншеи от наносов, отложившихся за время ее разработки, путем повторной проходки грунторазрабатываемого снаряда вдоль траншеи непосредственно перед укладкой трубопровода; при этом варианте запас на заносимость по ширине траншеи принимают существенно меньше, чем в первом.

2. Первый вариант рекомендуется применять для подводных траншей, разрабатываемых в грунтах I-II групп, при максимальном значении средних (на вертикалях) скоростей по всей ширине русла менее 0,7 м/с, а также в тех случаях, когда требуется увеличение ширины траншеи по дну сверх расчетной, исходя из конструктивных особенностей земснаряда (см.п.3.10 настоящей Инструкции).

3. Вторым вариантом рекомендуется пользоваться для подводных траншей, разрабатываемых в грунтах I-II групп при максимальном значении средних (на вертикалях) скоростей по всей ширине русла 0,7 м/с и более, а также для траншей, разрабатываемых в грунтах III группы и выше, подстилающих поверхностный слой донных наносов, независимо от скоростей течения.

4. Для расчета продолжительности занесения траншеи по обоим вариантам траншею в границах, требующих учета заносимости (прил.I, п.3), разбивают на два участка длиной L_1 и L_2, разделяемых вертикалью, соответствующей максимальному значению средней скорости или максимальной глубине (при ограниченном

числе измерений скорости). Если на нескольких вертикалях средние скорости близки к максимальному значению, то границу между участками принимают по той из указанных вертикалей, которая наиболее удалена от крутого берегового склона. Участок меньшей длины L_2 принимают за расчетный. Этот участок траншеи разрабатывают последним.

5. При учете заносимости траншеи по первому варианту расчетную продолжительность t_1 для определения запаса ширины траншеи Δb_3 определяют из выражения

$$t_1 = \frac{W_{P2}}{П_P} + t_П . \qquad (9)$$

6. При учете заносимости траншеи по второму варианту расчетную продолжительность t_2 определяют из выражения

$$t_2 = 0{,}25 \frac{W_{P2}}{П_P} + t_П . \qquad (10)$$

В формулах (9) и (10) значения:

W_{P2} - геометрический объем выемки грунта (без учета запаса Δb_3) на участке L_2 , м^3;

$П_P$ - среднесуточная производительность земснаряда при разработке траншеи, принимаемая для земснарядов ДГС-150 и УШГЭУ по табл.3 и для земснарядов Министерства речного флота с учетом коэффициента использования по времени и условий работы на переходе, м^3/сут;

$t_П$ - продолжительность технологического перерыва после окончания разработки траншеи для выполнения промерных работ, водолазного обследования траншеи и укладки подводного трубопровода (сут), которая принимается по табл.4.

Таблица 3

Тип снаряда	Суточная производительность (м^3) при глубине разработки до 10 м и группе грунта			
	I	II	III	IУ
ДГС-150	170	120	110	65
УШГЭУ	580	500	450	310

Примечание. При глубине разработки траншеи более 10 м к значениям табл.3 следует вводить понижающий коэффициент 1,1.

Таблица 4

Ширина русловой части перехода, м	Продолжительность технологического перерыва $t_п$, сут
50-100	1
100-200	2
200-300	3
300-400	3,5
400-500	4
500-1000	5-7

Примечание. При ширине водной преграды более 1000 м продолжительность технологического перерыва $t_п$ определяется проектом по согласованию со строительной организацией.

7. При определении проектных объемов скреперования к геометрическому объему траншей следует добавлять объем поступающих наносов и $W_{нан}$, определяемый из выражения

$$W_{нан} = \frac{W_{ск}}{П_{скр}} \cdot Q_н , \qquad (11)$$

где $W_{ск}$ – геометрический объем траншеи, разрабатываемой скрепером, м³;

$П_{скр}$ – производительность скреперования (среднесуточная за месяц работы), м³/сут;

$Q_н$ – суммарный расход донных наносов через створ перехода, м³/сут.

Для малых переходов (до 150 м) при ограниченных данных о распределении скоростей в русле (величину $Q_н$ приближенно можно определять из выражения)

$$Q_н = 0{,}6\, q_{т\,max}\, B, \ м^3/сут, \qquad (12)$$

где $q_{т\,max}$ – удельная (на 1 м) интенсивность отложения наносов на стрежне реки (м³/сут), определяемая по формуле (8) или рис.1;

B – ширина русла реки при среднем рабочем уровне, м.

Приложение 2

МЕХАНИЗМЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПОДВОДНЫХ ТРАНШЕЙ

I. Технические средства для разработки подводных траншей рекомендуется принимать с учетом группы грунтов, глубины водоема, объемов земляных работ согласно табл.5.

Таблица 5

Механизмы	Группа грунтов	Глубина воды до дна траншеи, м	Минимальный объем разработки подводной траншеи, тыс.м^3
Ковшовые земснаряды	IУ-УI		От 20
Землесосные земснаряды МРФ	I-Ш	До I2	От 20
Траншейные земснаряды Миннефтегазстроя	I-Ш		От 70
типа ТЗР 25I	IУ-УI	До 25	От 20
типа УПГЗУ	I-Ш	До 22	От 35
типа ДГС-I50	I-УI	До I2	От I0
Скреперные установки		Не ограничены	
Грунтососы и гидромониторы с ручной работой водолаза	I-УI	До 40 м	(см.ниже п.4)

Примечания: I. Группы грунтов, указанные в табл.5, приняты для соответствующих механизмов согласно СНиП IУ. Сметные нормы. Подводностроительные (водолазные) работы.
2. Глубина черпания ковшовых земснарядов определяется их технической характеристикой.

2. Снаряды типа ДГС-I50 наиболее целесообразно использовать на грунтах I-IУ группы при объемах разработки до 35,0тыс.м^3.

3. Земснаряды типа УПГЗУ при глубине грунтозабора до I2 м целесообразно применять, если объемы разработки составляют 35-I00 тыс.м^3 и при глубинах свыше I2 м совместно с другими земснарядами (см.п.3.20 Инструкции).

4. Грунтососы и гидромониторы следует применять только в исключительных случаях, когда транспортировка и использование на строительстве других механизмов, указанных в табл.5, невозможны.

5. Трубозаглубительные снаряды следует применять при возможности предварительной укладки трубопровода по естественному рельефу дна с допустимым радиусом упругого изгиба.

Трубозаглубительные снаряды целесообразно использовать:

при ширине переходов более I,0 км;

при глубинах свыше 20,0 м;

при отсутствии скальных грунтов.

6. Канатно-скреперные установки рекомендуют:

при малом объеме работ (до I0,0 тыс.м^3), когда другие земснаряды применять нецелесообразно;

при разработке траншей в предварительно разрыхленных грунтах;

при глубине подводной траншеи до 3,0 м;

при скорости течения менее 0,7 м/с (на реках, сложенных мелкозернистыми и среднезернистыми песками);

при средней дальности разработки (скреперования) до I50м.

Целесообразность использования скреперных установок при средней дальности скреперования свыше I50 м должна быть обоснована технико-экономическими расчетами в проекте организации строительства.

Канатно-скреперные установки на илистых грунтах и плывунах применять не следует.

7. Необходимость предварительного рыхления грунтов (известняков, моренных глин и др.) определяется в проекте организации строительства по материалам инженерных изысканий.

8. При строительстве подводных переходов через реки, сложенные мелкозернистыми и среднезернистыми песками, со скоростями течения (средними на вертикалях) более 0,7 м/с технические средства для разработки подводных траншей должны обеспечивать производительность по грунту не менее чем в 2 раза, превышающую суммарный расход донных наносов через створ перехода. Это требование следует учитывать при выборе технических средств, рекомендуемых табл.5. В соответствии с этим суточную нормативную производительность технических средств в проекте рекомендуется принимать по табл.6.

9. Разработку прибрежных траншей на подводных переходах следует выполнять в соответствии с технологической схемой на рис.2.

Таблица 6

Средняя скорость течения на стрежне реки, м/с	Минимальная суточная нормативная производительность технических средств ($м^3$ грунта/сут) при ширине зеркала воды по строительному уровню воды, м				
	100-200	200-300	300-400	400-500	500-1000
0,7	100	150	-	-	-
0,9	400	500	600	650	900
1,0	700	800	1000	1050	1500

Примечание. На переходах через реки шириной более 300 м производительность технических средств, принимаемых согласно табл.5 с учетом объемов работ, превосходит более чем в 2 раза суммарный расход наносов, поступающих в траншею при скоростях течения 0,7 м/с и менее.

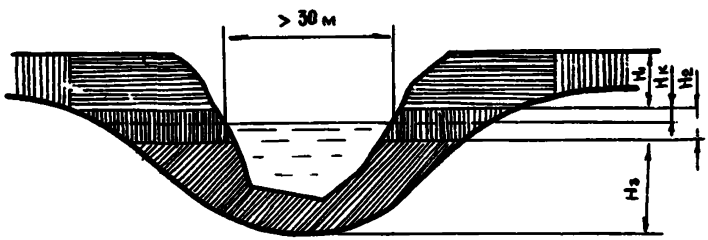

Рис.2. Технологическая схема разработки траншеи на подводных переходах магистральных трубопроводов:

H_1 - глубина разработки бульдозером; H_2 - глубина разработки экскаватором (см.табл.7); H_3-глубина разработки земснарядом

10. Разработку грунта бульдозерами следует принимать с учетом высоты капиллярного поднятия воды ($H_к$), которая для несвязных грунтов составляет 0,6 м, для связных грунтов 1,0 м.

11. Глубину разработки грунта из-под воды H_2 экскаватором-драглайн с длиной стрелы 10-13 м следует принимать согласно табл.7.

Таблица 7

Наименование грунтов	Крутизна рабочего откоса	Угол естественного откоса	Глубина разработки H_2, м
Пески мелкозернистые	I:2,75	20^0	I,25
Пески среднезернистые	I:2,25	25^0	2,0
Пески крупнозернистые	I:2	27^0	2,6

Примечание. В последней графе таблицы указаны средние значения глубины разработки траншеи H_2 экскаватором драглайн Э-652 с длиной стрелы I0 и I3 м.

I2. Увеличение глубины разработки траншей экскаватором по сравнению со значениями, указанными в табл.7, должно быть подтверждено в проекте геологическими изысканиями и технологической схемой забоя, учитывающей соблюдение правил техники безопасности по установке экскаватора на бровке траншеи.

Приложение 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УНОСА ГРУНТА ТЕЧЕНИЕМ ПРИ ЗАСЫПКЕ ПОДВОДНЫХ ТРАНШЕЙ НА ПЕРЕХОДАХ ТРУБОПРОВОДОВ

Величину уноса грунта течением при засыпке подводных траншей на переходах трубопроводов через реки следует определять по номограмме на рис.3.



Рис.3. Номограмма для определения величины уноса грунта течением при засыпке подводных траншей

Средняя величина уноса грунта определена как функция с учетом следующих основных факторов:

среднего диаметра частиц грунта, определяемого на основании данных о его гранулометрическом составе $d_{ср}$ (мм);

средней бытовой скорости течения реки в створе перехода $v_{ср.б}$ (м/с), равной отношению расхода воды в реке к площади ее живого сечения при среднем рабочем уровне;

угла между продольной осью траншеи и направлением потока α.

Порядок пользования номограммой

1. На верхней половине номограммы находятся точки пересечения луча, соответствующего заданной скорости $v_{ср.б}$ с дугой.

2. Из найденной точки опускается перпендикуляр в нижнюю половину номограммы до пересечения с лучом, соответствующим углу между продольной осью траншеи и направлением потока.

3. Вторую найденную точку проектируют параллельно оси абсцисс, т.е. по горизонтали, на шкалу заданного гранулометрического состава грунта, где и находят коэффициент К.

4. Объем засыпки подводной траншеи равен геометрическому объему, помноженному на искомый коэффициент К.

$$V_{\text{засыпки}} = V_{\text{геом}} \times K \ (м^3).$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Влияние различных факторов на несущую способность ледяного покрова

1. Несущая способность ледяного покрова зависит от его толщины и прочности, которая в свою очередь зависит от структуры льда, температуры воздуха и наличия трещин.

2. В проектах организации строительства и производства работ, разработанных для строительства переходов с использованием ледяного покрова, должна быть указана расчетная (допустимая) толщина ледяного покрова, принимаемая по материалам инженерных изысканий. Эта расчетная толщина ледяного покрова должна сравниваться с определенной в натуре приведенной толщиной ледяного покрова.

Приведенная толщина ледяного покрова учитывает фактическую структуру и прочность отдельных слоев льда.

3. Толщина льда на реках и водоемах зависит от климатических условий района и гидрологических характеристик.

После наступления ледостава до появления снега нарастание льда идет в основном под влиянием отрицательных температур воздуха. Темп нарастания льда замедляется пропорционально увеличению толщины снегового покрова.

На толщину льда влияет также скорость течения, характеристика дна реки или водоема, грунтовые воды. Ледяной покров тоньше на фарватере реки, при выходе рек из озера, на перекатах, возле ключей и родников, над торфянистым дном, возле болотистых берегов.

4. Механические свойства льда зависят главным образом от его структуры.

Наиболее прочным является прозрачный лед. При ударе топора он дает стекловидный раковистый излом с закругленными поверхностями. Весной он распадается сначала на столбчатые призмы, а в дальнейшем – на заостренные плоские пластины (иглы).

Мутный белесоватый лед имеет меньшую прочность. В период весеннего таяния он распадается, образуя рыхлую массу ноздре-

ватого типа. Процесс разрушения мутного льда идет медленнее, чем прозрачного.

Слой снегового льда (наслуд), представляющий собой смерзшийся снеговой покров, пропитанный водой, имеет незначительную прочность, особенно весной.

5. Прочность льда зависит также от его температуры: при повышении температуры прочность льда уменьшается. Так, при повышении температуры от -10 до 0°С прочность льда уменьшается примерно в 1,5-2 раза. Средние прочностные характеристики кристаллического льда приведены в табл.8.

Таблица 8

Прочность льда, кгс/см^2				
на сжатие σ_c	на растяжение σ_p	на изгиб $\sigma_{из}$	на срез $\sigma_{ср}$	на перелом при динамических нагрузках
30-40	10-12	12-16	9-11	4-6

Наиболее резкое снижение прочности льда наблюдается весной и происходит как за счет нагрева его до температуры плавления, так и вследствие поглощения льдом лучистого тепла солнечной радиации. Разрушение льда, не покрытого снегом, в весенний период идет интенсивно, достигая в отдельные дни 10-15 см в сутки.

6. Наличие в ледяном покрове трещин, которые в зависимости от температуры воздуха расширяются или сужаются, резко снижает несущую способность льда. Особенно большую опасность представляют мокрые сквозные трещины: при передвижении груза поперек трещин грузоподъемность снижается примерно в 4 раза.

Определение приведенной толщины льда

1. Приведенная толщина льда $h_{пр}$ определяется как сумма толщин слоев льда: нижнего прозрачного $h_п$ и половины толщины верхнего мутного $h_м$. Слой льда, образовавшийся из снегового покрова, пропитанного водой (наслуд), в расчет не принимается.

Приведенную толщину льда определяют по формуле

$$h_{пр} = (h_п + 0{,}5h_м) K_1 K_2, \qquad (13)$$

где $h_п$ – замеренная толщина нижнего прозрачного льда;

$h_м$ – замеренная толщина мутного льда;

K_1 – коэффициент, зависящий от структуры льда. При раковистой структуре $K_I = I$, а при игольчатой – $K_I = 0{,}66$;

K_2 – коэффициент, зависящий от температуры: при температуре воздуха ниже 0^0С $K_2 = I$, при температуре выше 0^0С $K_2 = 0{,}8$.

2. Для определения приведенной толщины льда в местах предполагаемого размещения оборудования и движения транспорта устанавливают фактическую толщину льда и его состояние.

3. Толщину льда вдоль проектируемых трасс трубопровода и движения транспорта измеряют через каждые 20 м на реках и через 100 м на озерах. Для замеров прорубают лунки.

Перед пробивкой лунок поверхность льда необходимо очистить от рыхлого и смерзшегося снега (наслуда).

4. Для определения толщины и строения ледяного покрова образцы вырезают в наиболее характерных местах (на фарватере, у берегов, вблизи полыней). На образцах должна быть измерена толщина прозрачного и мутного льда.

При оттепели образцы необходимо испытать на излом ударом топора, чтобы выяснить, не приобрел ли лед игольчатую структуру.

5. Данные обследования трасс и замеров толщины льда наносят на план, на котором обозначают точки произведенных замеров, указывают толщины льда, местоположение трещин и иных опасных мест ледяного покрова.

6. При мокрых сквозных трещинах размещение грузов и движение транспорта не допускаются. Если же трещины сухие несквозные, шириной меньше 3–4 см и глубиной не более 0,5 толщины льда, в формуле (13) приведенную толщину льда следует уменьшить на 50%.

Расчетная толщина ледяного покрова

I. Расчетная толщина льда определяется в зависимости от вида груза, массы его расположения относительно прорези, а также температуры воздуха и прочности льда.

2. Расчетная толщина льда, необходимая для размещения груза на сплошном ледяном покрове (при отсутствии вблизи груза майны), может быть определена по формуле

$$h_p = 8\left[\frac{n \cdot P}{\sigma_p (B_1 + B_2)}\right]^{4/5} K, \qquad (I4)$$

где h_p – расчетная толщина прозрачного льда кристаллической структуры, м;

n – запас прочности, равный 2;

P – масса груза, установленного на лед, т;

σ_p – временное сопротивление льда на растяжение, $т/м^2$ (среднее значение I40 $т/м^2$);

B_1, B_2 – линейные размеры площади опоры груза, м;

K – температурный коэффициент, учитывающий среднесуточную температуру воздуха за последние трое суток, принимаемый по табл.9.

Таблица 9

Средняя температура воздуха за 3 сут	-I0°С и ниже	-5°С	0°С	Выше 0°С
Температурный коэффициент К	I,0	I,I	I,4	I,5 и выше

3. Расчетная толщина льда для размещения груза на ледяном покрове, имеющем прорезь (майну), может быть определена по формуле

$$h_p = 8\left[\frac{4nP}{\sigma_p (B_1 + 4B_2)}\right]^{4/5} K, \qquad (I5)$$

где B_1 – длина опоры в направлении, параллельном по отношению к прорези, м;

B_2 – длина опоры в направлении, перпендикулярном по отношению к прорези, м (рис.4).

Прочие обозначения аналогичны принятым для формулы (I4).

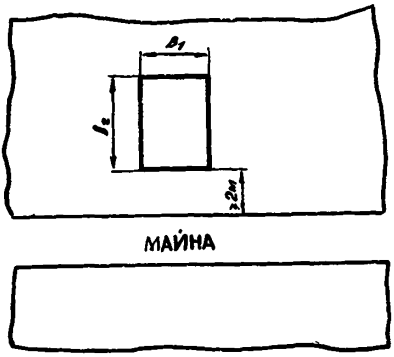

Рис.4. Расположение груза на льду у края прорези (майны)

При размещении груза на ледяном покрове около прорези (майны) расстояние от опоры груза до края майны не должно быть меньше 2,0 м.

4. Для предварительных расчетов толщину льда при отсутствии в ледяном покрове майн и трещин можно определять из выражения

$$h_p = 0{,}15\sqrt{P}, \qquad (I6)$$

где h_p – толщина льда, м;

P – масса груза, т.

5. При динамических нагрузках на лед (работающие экскаваторы, буровые станки и т.п.) толщина льда, определенная по формулам (I4), (I5) и (I6), должна быть увеличена не менее чем в 2 раза.

6. Если трубопровод, подготавливаемый к опусканию со льда, находится около прорези, расчетную толщину льда определяют по формуле

$$h_{расч} = 34{,}6\left(\frac{P}{\sigma_{изг}}\right)^{4/5},$$

где $h_{расч}$ – расчетная толщина льда, м;

P – масса I м трубопровода, т;

$\sigma_{из}$ – предел прочности льда при изгибе. т/м^2.

7. Время пребывания груза на льду должно быть ограничено, так как груз с течением времени погружается в лед.

Максимально допустимое время пребывания груза на льду можно определить по формуле

$$t = 200\left[\frac{P_{доп} - P}{P_{доп}\,P}(\theta+1)\right]^2, \qquad (18)$$

где P – масса груза, находящегося на льду, т;

$P_{доп}$ – допускаемая нагрузка для льда данной толщины, определяемая по формуле

$$P_{доп} = \frac{2}{27} h^{5/4} \sigma_p (B_1 + B_2); \qquad (19)$$

θ – коэффициент, зависящий от условий работы льда (табл.10);

B_1, B_2 – линейные размеры площади опоры груза, м.

Таблица 10

Характер покрова и грузов	Значение коэффициента В
Стоянка грузов на расчищенном от снега или покрытом водой льду при любой температуре. Стоянка долговременных сооружений (срубы, настилы и т.п.)	0
Стоянка грузов на расчищенном или частично расчищенном льду при температуре -5^0 С	0
Стоянка грузов на расчищенном от снега льду при температуре ниже -5^0С и на частично расчищенном от снега льду при температуре -10^0С	I
Стоянка грузов на расчищенном от снега льду при температуре -10^0С и на частично расчищенном льду при температуре -15^0С	2
Кратковременная стоянка грузов на расчищенном от снега льду при температуре ниже -15^0 С	3

Методы усиления ледяного покрова

I. При недостаточной прочности льда следует увеличить его толщину намораживанием.

Прирост толщины льда в результате расчистки снегового покрова без полива дается в табл.II.

Таблица II

Температура воздуха, °С	Прирост толщины льда за I сут (см) при ледяном покрове		
	меньше I0 см	I0–20 см	2I–40 см
-5	4	I,5	0,5
-I0	6	3,0	I,5
-I5	8	4,0	2,0
-20	9	6,0	3,0

Усиление льда намораживанием производится при температуре воздуха не выше -5°С.

Коэффициенты увеличения грузоподъемности ледяного покрова приведены в табл.I2.

Таблица I2

Отношение толщины намороженного льда к толщине естественного льда	Коэффициент увеличения грузоподъемности естественного ледяного покрова
0	I,0
0,2	I,3
0,4	I,7
0,6	2,0
0,8	2,4
I,0	2,9

2. Намораживание льда можно производить:

а) поливкой водой с разбрызгиванием;

б) укладкой слоя ледяного щебня с последующей заливкой водой. Полив водой с разбрызгиванием производится с перерывами слоем воды I–2 см.

3. Намораживание укладкой слоя ледяного щебня толщиной I0–I5 см с последующей заливкой водой ускоряет рост толщины ледяного покрова и придает ему большую прочность. Каждый следующий полив производится после того, как предыдущий слой полностью промерзает.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3
2. Организационно-техническая подготовка строительства подводных переходов 4
3. Подводные земляные работы 9
4. Монтаж трубопровода и подготовка его к укладке I6
5. Укладка подводных трубопроводов на переходах I8
6. Сооружение кабельных линий связи при строительстве подводных переходов магистральных нефтегазопроводов 27
7. Особенности строительства подводных трубопроводов и кабелей связи в зимних условиях... 3I
Приложения 37

Инструкция
по строительству подводных переходов
магистральных трубопроводов

ВСН 2-118-80
Миннефтегазстрой

Издание ВНИИСТа

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

Подписано в печать 4/III 1986 г. Формат 60x84/16
Печ.л. 4,25 Уч.-изд.л. 3,6 Бум.л. 2,125
Тираж 200 экз. Цена 36 коп. Заказ 17

Ротапринт ВНИИСТа (Перепечатка)

gost.e-ecolog.ru