

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Тусупбеков Жанболат Ашикович,
email: gggkiivr@mail.ru

Определение подводного перехода

Основным средством транспортировки газа, нефти и нефтепродуктов в настоящее время является доставка по трубам. Транспортировка осуществляется от мест добычи, переработки или получения к местам потребления.

Для транспортировки нефти и газа сооружаются трубопроводы длиной до 5000 км.

Трубопроводы такой протяженности пересекают огромное число разнообразных водных препятствий: малых и больших рек, водохранилищ, озер, болот и т.д.

Пересечение водных преград магистральными трубопроводами чаще всего решается путем строительства подводных переходов.

Подводным переходом называется гидротехническая система сооружений одного или нескольких трубопроводов, пересекающая водные преграды, при строительстве которой применяются специальные методы производства подводно-технических работ.

К подводным следует относить трубопроводы, уложенные по дну или ниже отметок дна водоема.

Подводный переход – особый конструктивный элемент линейной части магистрального трубопровода, который представляет потенциальную **опасность** для окружающей среды.

В связи с этим были разработаны нормативно-технические документы, определяющие правила проектирования, строительства и эксплуатации подводных переходов, общим принципом которых является **предупреждение аварийных** разливов нефти или выхода газа при сохранении эффективности трубопроводной системы.

Трубопроводы, прокладываемые на **пойменных участках** рек, следует также относить к **категории подводных**, т.к. при эксплуатации во время паводка они будут находиться под водой. При проектировании и строительстве таких трубопроводов необходимо соблюдать те же требования, что и при сооружении подводных трубопроводов.

В то же время трубопроводы, прокладываемые через ручьи и речки шириной до 10 м, глубиной менее 1,5 м **не относятся к подводным** переходам, т.к. при их сооружении и ремонте не требуется специальное подводно-техническое оборудование.

Состав подводного перехода

В состав подводного перехода входят:

1. участок основной и резервных ниток, ограниченный для **многониточных переходов** запорной арматурой, установленной на берегах водоема, а для **однониточных – горизонтом высоких вод (ГВВ), не ниже отметок 10%** обеспеченности;
2. берегоукрепительные сооружения, предназначенные для предохранения трубопроводов от размывов, оползней и т.д.;

4. сооружения для регулирования русловых деформаций в районе перехода;
5. защитные сооружения от аварийного выхода перекачиваемых продуктов;
6. информационные знаки ограждения охранной зоны ПП на судоходных и сплавных водных путях;
7. вертолетные площадки;
8. специальные защитные сооружения, предотвращающие повреждения трубопровода тормозными устройствами плотов, якорями на судоходных и сплавных реках;

9. плановые магистралы (базисные линии для наблюдения за размывом берегов, базисы, по концам которых устанавливаются угломерные инструменты, контрольные отводы и другие устройства, закрепленные на местности долговременными опорными знаками).

Классификация подводных переходов

Трубопроводы на подводных переходах через реки и водоемы классифицируются по различным признакам.

Главными из них являются ширина и глубина водной преграды.

Граничная длина подводного перехода определяется из следующих факторов:

- для многониточных переходов - участок, ограниченный камерами пуска приёма очистных установок (ОУ), установленных на берегах;
- для однониточных переходов - участок, ограниченный запорной арматурой и уровнем вод не ниже отметок 10 % обеспеченности.

Исходные данные для проектирования

Для проектирования подводных переходов магистральных трубопроводов необходимо получить данные, позволяющие определить:

- оптимальный створ и профиль подводного трубопровода;
- характер и величину русловых деформаций;
- наиболее рациональную конструкцию подводного перехода;
- затраты на строительство.

Для решения поставленных задач выполняются инженерные изыскания в районе строительства с учетом условий эксплуатации ранее построенных подводных переходов.

В состав инженерных изысканий входят топографические, гидрологические и геологические работы.

При проведении инженерных изысканий необходимо иметь сведения о районе предполагаемого строительства ПП:

- административное деление (районный, областной центры и т.п.);
- наличие автомобильных и железных дорог и их состояние в различное время года;
- условия судоходства и сроки навигации;
- расстояния до ближайших станций, пристаней и населенных пунктов;
- наличие местных стройматериалов (песка, гравия и пр.);
- другие сведения.

Результаты выполненных инженерных изысканий оформляют в виде сводного отчета, сопровождаемого текстовыми и графическими приложениями. В сводный отчет включают следующие разделы:

- Введение.
- Глава 1. Топографо-геодезические и гидрографические работы.
- Глава 2. Гидрологическая характеристика участка реки. Краткая климатологическая характеристика.
- Глава 3. Инженерно-геологическая характеристика участка реки в месте проектируемого перехода.
- Выводы и рекомендации.

Введение

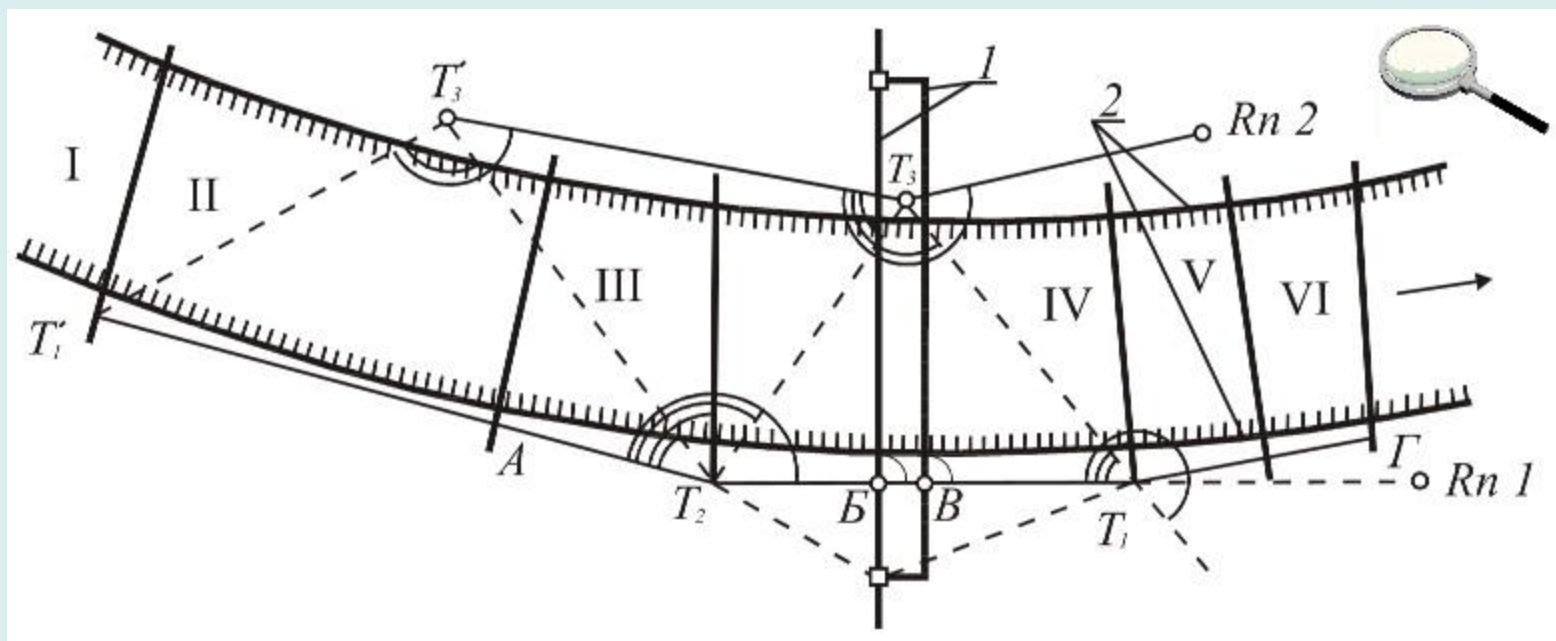
В введении излагаются общие для всех разделов сведения, отражающие основные технические положения проведенных изысканий и определяющие их сметную стоимость, а также сведения о заказчике, назначении трубопровода, его диаметре, количестве ниток; местоположении участка работ; времени проведения изысканий по видам работ; объемах выполненных изысканий с указанием методов и способов работ.

Местоположение участков подводного перехода определяется комиссией по выбору участков. После выбора участка для ПП и определения границ съёмки приступают к созданию планово-высотной сети, а затем выполняют топографо-геодезические и гидрографические работы.

Топографо-геодезические и гидрографические работы

Топографо-геодезические и гидрографические работы проводятся для получения плана участка, продольных и поперечных профилей дна водоема на участке перехода, а также планово-высотного положения трубопровода.

Участок разбивки промерных створов выбирается в зависимости от категории участка реки и размеров границ съемки. Количество промерных створов подсчитывается по формуле: $C = 2n + 3$, где n - количество ниток.



Точки закрепления промерных створов привязываются к точкам планово-высотного обоснования. Основной створ должен совпадать со створом подводного перехода.

Кроме основных створов должны намечаться вспомогательные створы, располагаемые выше и ниже по течению. Вспомогательные створы служат только для определения рельефа дна.

На однониточных переходах через реки шириной до 30 м устанавливается 1 репер, при ширине реки более 30 м - 2 репера (по одному на каждом берегу). На двухниточных переходах на каждом берегу устанавливается по 2 долговременных репера. Эти реперы являются основными при создании высотно-съёмочного обоснования и используются при строительстве и дальнейшей эксплуатации.

Реперы устанавливаются за пределами зоны строительных работ и подъездных путей, а также зоны интенсивного обрушения и подмыва береговой линии.

Для определения положения ПП, а также для контроля его положения в процессе строительства и эксплуатации в полосе изысканий с учетом возможных русловых деформаций устанавливают знаки планово-высотного обоснования в виде:

- деревянных столбов;
- забетонированных железных труб или рельсов;
- бетонных призматических столбов с зацементированной вертикальной трубой;
- металлического штыря (в скальных породах).

В результате проведения топографо-геодезических и гидрографических работ для ПП необходимо получить:

- крупномасштабный топографический план участка ПП;
- профили по намеченным створам перехода в полосе проведения изысканий.

В комплекс промерных работ при топографо-гидрографических изысканиях входит:

- организация наблюдений на временном водомерном посту;
- промеры глубин с определением планового положения промерных створов и промерных точек.

Выбор участка для подводного перехода

Одним из главных требований, которые необходимо соблюдать при строительстве подводных переходов магистральных трубопроводов, является заглубление трубопроводов ниже прогнозируемого профиля размыва русла реки.

Профиль возможного размыва определяется на основании материалов инженерных изысканий с учетом возможных деформаций русла.

При определении сроков деформации русла учитывается способ строительства подводного перехода.

Таким образом профиль возможного размыва устанавливают равным 25 лет (эксплуатации перехода) для траншейного способа строительства и 50 лет – для бестраншейного способа строительства, т.е. при использовании способа наклонно-направленного бурения.

При выборе участков перехода важно руководствоваться следующими общими требованиями:

- располагать переход на прямолинейных или слабоизогнутых участках рек;
- пересекать водную преграду под углом, близким к прямому, по отношению к выбранному участку реки;
- стремиться к минимальной ширине поймы;
- пересекать широкие поймы на участке с минимальным числом стариц, озер, болотистых участков, не допуская крутых поворотов трассы;

- избегать пересечений трассы с участками многорукавных русел и излучин, имеющих спрямляющие протоки;
- располагать их в нижних бьефах гидроузлов за пределами зоны активного однонаправленного размыва русла и удаления от подходных каналов к шлюзам;
- располагать ниже по течению от мостов, промышленных предприятий, пристаней, речных вокзалов, гидротехнических сооружений, водозаборов и других аналогичных объектов;
- избегать зон нерестилищ и участков массового скопления рыб.

Выбор участков ПП осуществляется в два этапа. На первом этапе, при определении направления трассы магистрального трубопровода, определяют предварительный вариант участка ПП на основе имеющихся картографических, аэрофотосъемочных, топографо-геодезических планов участков водных преград, а также других сведений о гидрологических, геологических и гидроморфологических условиях района перехода.

На втором этапе выбирают участки переходов для изысканий и проектирования. Выбор осуществляет комиссия, в состав которой должны входить представители государственных органов по охране природы и рыбных запасов.

Определение створа подводного перехода

Определение створа перехода на участке реки, выбранной комиссией, осуществляет проектная организация после выполнения русловой съемки, инженерных и экологических изысканий.

При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается располагать переходы через реки и каналы выше по течению от указанных объектов, при этом должны разрабатываться дополнительные мероприятия, обеспечивающие надежность работы подводных переходов.

Переходы магистральных трубопроводов через реки относятся к категории пассивных гидротехнических сооружений, не предназначенных и не способных влиять на ход развития руслового процесса.

Подводные трубопроводы сами подвержены влиянию русловых деформаций и требуют учета характера, интенсивности и возможных плановых и глубинных деформаций за период их эксплуатации.

Сложные условия выполнения подводно-технических и строительно-монтажных работ на подводном переходе обуславливают высокую стоимость его сооружения.

Эти условия могут существенно отличаться не только на различных участках одной реки, но и на разных створах одного и того же участка.

Это зависит от размеров поймы, поперечного профиля створов русла и инженерно-геологических характеристик грунтов, которые в значительной мере определяют объемы и стоимость выполняемых земляных работ.

Альтернативные варианты прокладки трубопровода по тому или иному створу перехода могут отличаться не только затратами на непосредственное строительство подводного перехода, но и затратами на строительство подводящей к подводному переходу части.

Это связано с необходимостью для некоторых вариантов прокладки пересечения стариц и удлинением трассы.

Поэтому вариант сооружения с минимальными затратами перехода на одном участке может быть связан с увеличением стоимости строительства трубопровода на подходе к этому участку. И наоборот, вариант сооружения перехода на другом участке может характеризоваться большими затратами, но уменьшением стоимости строительства трубопровода на подходе к этому участку.

Гидрологические изыскания

Гидрологические изыскания проводятся для оценки влияния на трубопровод русловых и пойменных деформаций.

Изыскательские работы на участках ППМН, необходимые для прогнозирования и учета деформаций русел и берегов водоемов, выполняются поэтапно (предполевой, полевой, камеральный) в соответствии с задачами, подлежащими решению на определенной стадии проектирования.

Состав и объем гидрологических и метеорологических работ зависят в основном от физико-географических условий района, степени изученности реки и ее гидрологического режима.

При недостаточной изученности реки предусматривают годовой цикл гидрологических наблюдений.

Предполевым этап

На предполевом этапе решаются следующие задачи:

- предварительный выбор участков расположения перехода на трассе трубопровода;
- определение типа руслового процесса на предполагаемых участках расположения перехода через реку;
- предварительная оценка характера глубинных и плановых деформаций русла и поймы, а также их количественных измерителей;
- составление программы полевых изысканий.

На этапе полевых изысканий решаются следующие задачи:

- установление типа руслового процесса на участке перехода;
- определение состава донных наносов и границ залегания размываемых грунтов;
- измерение геометрических и динамических характеристик донных гряд;
- определение сезонных изменений наимизших отметок плесовых лощин;
- определение расчетных уровней и скоростей течения в паводок и в межень;
- определение скорости смещения русловых образований при годичном цикле

На этапе полевых изысканий окончательно выбирают створы ПП, подготавливают исходные материалы для построения линии возможного размыва русла на расчетный срок эксплуатации трубопровода и выполнения приближенных расчетов заносимости подводных траншей в период строительства перехода.

При полевых изысканиях выполняются следующие работы:

- рекогносцировочное гидроморфологическое обследование участка реки в меженный период;
- наблюдение за уровнем воды и измерения расходов воды на временных водомерных постах;
- инженерно - геологическое обследование участка перехода;
- русловая съемка;
- взятие проб донных наносов на участке перехода;

- измерения поля поверхностных скоростей во время половодья и в межень наземным или аэрогидрометрическими методами;
- измерения скорости потока на вертикалях по намеченным створам (во время половодья и межени);
- повторные промеры глубин русла по поперечникам и продольникам в различные фазы водного режима на подъеме, при прохождении пика и спада половодья и паводков.

В результате проведения полевых изысканий получают следующие материалы:

- схематический план гидроморфологического обследования участка ПП;
- план русловой съемки;
- схемы геологического рекогносцировочного обследования участка с геологическими разрезами по створам перехода;
- совмещенные поперечные профили;
- предварительный вариант поперечного профиля возможного размыва русла.

Камеральная обработка

Заключительным этапом инженерно-гидрологических изысканий является камеральная обработка.

Предварительная камеральная обработка всех полевых материалов а также предварительный анализ всех материалов, выполняются в экспедиционных условиях.

В случае, если выявлены неувязки, сомнительные материалы и выбраковки части материалов, назначаются повторные измерения.

На камеральном этапе изысканий составляется прогноз глубинных и плановых деформаций русла на период эксплуатации ПП с построением проектного профиля возможного размыва русла, а также прогноз заносимости подводных траншей в период строительства.

Прогнозирование русловых деформаций выполняют с использованием следующих характеристик:

- средней скорости смещения мезоформ за многолетний период;
- средней скорости размыва берегов за многолетний период;
- средней сезонной деформации плесов;
- максимальной прогнозируемой глубины русла в створе за срок службы перехода.

В окончательную камеральную обработку входит составление раздела II «Гидрологическая характеристика участка реки» сводного отчета по инженерным изысканиям.

Раздел II сводного отчета должен содержать:

- общие сведения;
- ледовый режим;
- деформации русел.

В случае необходимости в раздел II включают «Краткую климатическую характеристику», которую составляют по опубликованным материалам Гидрометеослужбы.