

ЛЕКЦИЯ №4. ИЗЫСКАНИЯ ТРАССЫ И ПЛОЩАДОК ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Изыскания выполняются на стадии технического проекта. При изысканиях собирают и уточняют исходные данные, необходимые для проектирования трубопровода, проводят согласования по различным вопросам строительства с местными и центральными организациями.

Изыскания по выбору трассы трубопровода. Топографо-геодезические изыскания

Между указанными в задании на проектирование начальным и конечным пунктами можно проложить трубопровод по многим трассам, причем самой короткой будет трасса, получаемая соединением начала и конца трубопровода прямой линией. Эту линию, называемую геодезической линией, можно получить при пересечении земного сфероиды плоскостью, проходящей через начальный и конечный пункты и центр Земли. Однако прокладка трубопровода по такой кратчайшей трассе не всегда осуществима, и во многих случаях этот вариант не является наиболее выгодным. **Трубопровод нельзя прокладывать** через населенные пункты, причем нормами проектирования оговаривается, что расстояние между крайними строениями населенного пункта и нефтепроводом должно быть не менее 75—350 м в зависимости от класса трубопровода; это часто заставляет отступать от воздушной прямой. Трубопровод нецелесообразно прокладывать по болотам, вдоль русел рек, через озера, если их можно обойти при небольшом удлинении трассы. Переходы крупных судоходных рек, исходя из технических соображений, или из условий согласования с заинтересованными организациями, целесообразно осуществлять в определенных местах (например, обойти водохранилище), что также вызывает отклонение от геодезической линии. Необходимость обхода заповедников и площадей горных разработок, приближения трассы к пунктам сброса или подкачки продукта, указанным в задании на проектирование, все это вынуждает удлинять трассу по сравнению с геодезической линией.

Предварительные изыскания по выбору трассы производятся в основном в камеральных условиях по картографическим материалам, а также по литературным, фондовым и справочным источникам. При этом для камерального трассирования можно использовать топографические карты мелких (1:1000000 - 1:200 000), средних (1:100 000 – 1:50 000) и крупных (1:25 000 - 1:5000) масштабов.

Для изучения природных условий района предполагаемого строительства, что также важно для правильного выбора трассы, рекомендуется ознакомиться с **геологическими, гидрогеологическими, почвенными, климатическими и гидрологическими картами**. В случае, когда проектируемый трубопровод располагается в горных и сейсмически опасных районах, а также в пределах тектонически сложных областей, необходимо изучить **тектонические карты**. При трассировании трубопроводов в районах с сейсмичностью более 6 баллов следует изучить специальные карты микросейсмического районирования, которые позволяют выбрать варианты трассы, наименее опасные в

сейсмическом отношении. Такие карты составлены почти для всех населенных районов с сейсмичностью более 6 баллов. Весьма полезными могут оказаться инженерно-геологические карты, составленные при изысканиях к проектам строительства крупных линейных сооружений (железные дороги, линии высоковольтных электропередач, магистральные каналы и т. п.), если возможно строительство трубопровода параллельно этим сооружениям. Обычно это крупномасштабные карты,

Обычно это крупномасштабные карты, содержащие в достаточном объеме информацию, необходимую для выбора оптимального варианта трассы.

Для оценки ресурсов местных строительных материалов, которые могут быть использованы на строительстве трубопровода, и согласования направления трассы на территории с эксплуатируемыми или разведанными месторождениями пластовых полезных ископаемых целесообразно пользоваться специальными картами полезных ископаемых.

Большую пользу на стадии предварительных изысканий может оказать **аэрофотосъемка (рисунок 1.1)**. Особенно важна аэрофотосъемка при изыскании трасс в труднодоступной местности и в застроенных районах, где карты быстро устаревают и становятся малопригодными для трассирования при решении таких вопросов, как обход застроенных зон, выбор разрывов между трубопроводом и железными и шоссейными дорогами, а также между трубопроводом и мостами.

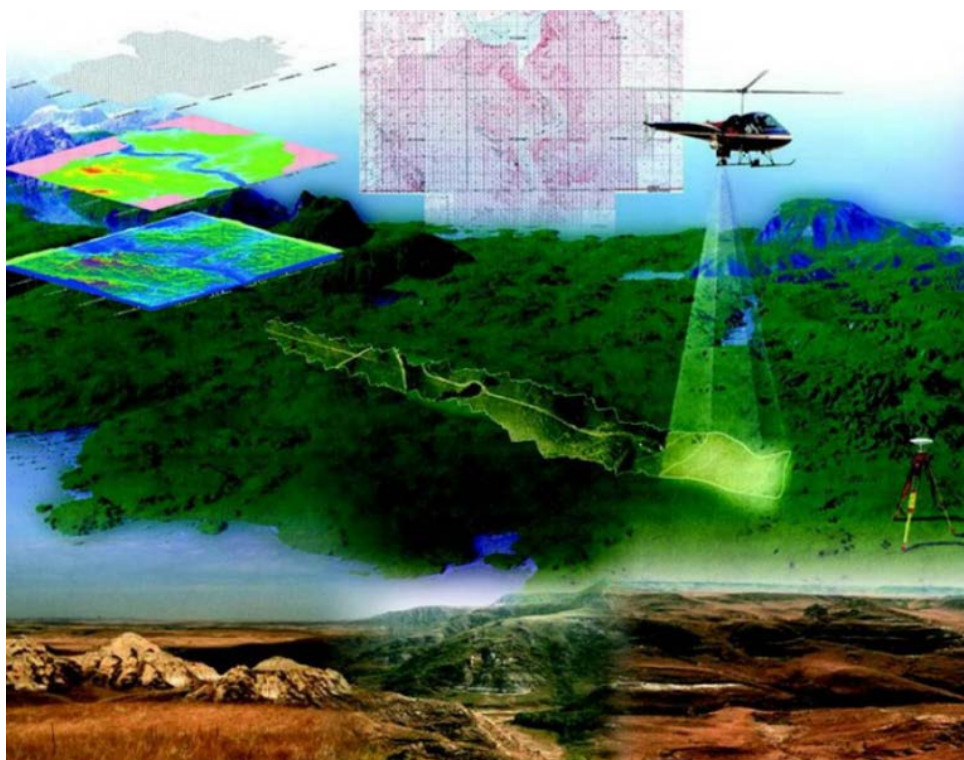


Рисунок 1.1 - Аэрофотосъемка

Аэрофотосъемка позволяет более точно и правильно намечать обходы трассой населенных пунктов, озер, болот и других естественных и искусственных препятствий. Наиболее удобным временем для аэрофотосъемки

считают позднюю осень или раннюю весну, когда земля не покрыта снегом, на растениях нет листвы и влажность грунта максимальна. В это время достигается наиболее четкое отображение земной поверхности на фотоснимках. Ширина полосы фотографирования выбирается такой, чтобы можно было вносить коррективы в ранее намеченное направление трассы, производить проектирование в этой полосе притрассовых дорог, линий связи, перекачивающих станций, вторых ниток трубопровода и т. д.

По имеющейся карте можно наметить несколько вариантов трассы между начальными и конечными пунктами (с учетом при необходимости заданных промежуточных пунктов). Во многих случаях число возможных вариантов весьма велико, и для выбора оптимального варианта должна быть разработана надежная методика и установлены критерии оптимальности. Наиболее признанными критериями оптимальности являются экономические:

- **приведенные затраты;**
- **капитальные вложения;**
- **эксплуатационные расходы.**

В некоторых случаях в качестве критериев оптимальности можно принять:

- **металловложения;**
- **надежность работы трубопровода;**
- **время строительства и вероятность его завершения в заданный срок.**

Как правило, желательно бывает в какой-то степени удовлетворить нескольким критериям. В этом случае критерии оптимальности следует расположить в порядке убывания «важности», определяемом в каждом конкретном случае в соответствии с требованиями, предъявляемыми заказчиком. Из всех сравниваемых трасс предпочтение отдают той, у которой наилучший первый по «важности» показатель. Если значения первого показателя у двух трасс или более одинаковы, то выбирается тот вариант, у которого лучше второй показатель по «важности». Если и по этому показателю варианты равноценны, то сравнивают по третьему показателю, и т. д.

Пусть заданы начальная A и конечная B точки магистрального трубопровода (рисунок 1.2).

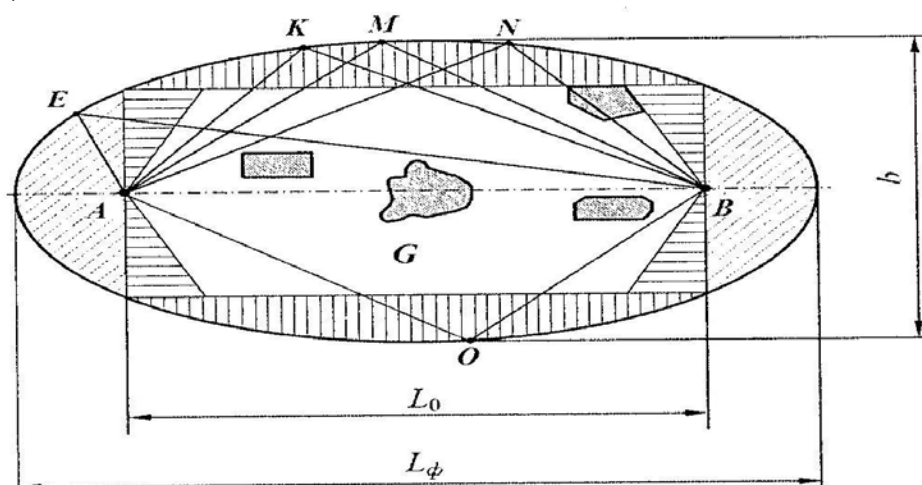


Рисунок 1.2 – Область поиска трассы трубопровода

На первый взгляд, наилучшей трассой для него является прямая, проведенная между данными точками, поскольку металлозатраты при этом минимальны. Однако может оказаться, что именно на этом направлении сосредоточено большое количество естественных и искусственных препятствий, преодоление которых потребует значительных затрат. Необходимо выбрать такую трассу трубопровода, при которой общие затраты на его строительство будут наименьшими.

Перед поиском оптимальной трассы целесообразно ограничить область ее поиска, чтобы уменьшить объем исходной информации. Но при этом область поиска должна быть такой, чтобы в ней обязательно находилась лучшая трасса, а за ее пределами любая трасса была заведомо худшей.

Весь предшествующий опыт строительства трубопроводов показывает, что действительная длина магистрали, как правило, больше длины прямой, соединяющей начальную и конечную точки трассы. Это объясняется тем, что на пути трубопровода встречаются различные препятствия, которые при возможности целесообразно обойти.

Обозначим расстояние между начальным и конечным пунктами по геодезической прямой через L_0 , а длину реальной трассы через L_ϕ .

Коэффициент пропорциональности между ними

$$K_p = L_\phi / L_0$$

K_p коэффициент развития трассы.

По статистическим данным его величина равна:

- для равнинной местности 1,05;
- для среднeperесеченной болотистой местности 1,03... 1,24;
- для сильнопересеченной местности с большим числом естественных и искусственных препятствий 1,16... 1,4.

Недостатком метода выбора величины K_p по аналогии является то, что абсолютно одинаковых условий прокладки трубопроводов не бывает.

Для поиска оптимальной трассы трубопровода на ЭВМ необходимо представить все многообразие условий местности в виде цифровой модели. Для этого на карту местности наносится сетка: прямоугольная без диагоналей, прямоугольная с диагоналями или произвольная (рисунок 1.3).

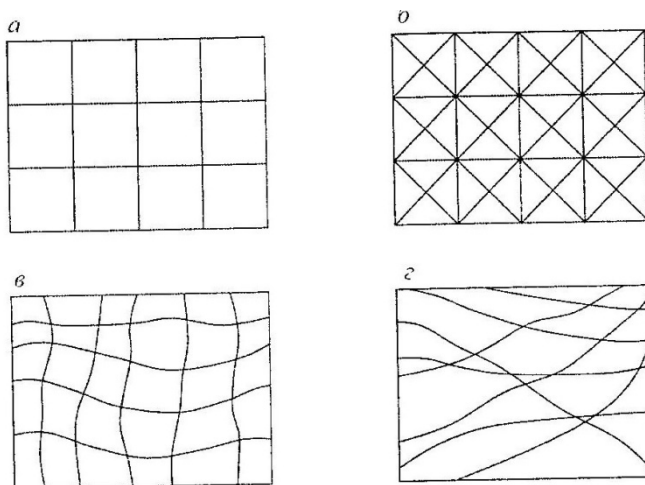
Задача состоит в том, чтобы на сетке между начальным и конечным пунктами трассы найти допустимый путь, являющийся оптимальным. Обычно критерий оптимальности—монотонная функция пути. Кроме того, многие критерии оптимальности аддитивны, т. е. в процессе движения по дугам от начала к концу трассы при продвижении на одну дугу показатель критерия оптимальности для этой дуги добавляется к ранее полученному суммарному показателю оптимальности для трассы, пройденной по этой дуге. К таким критериям относятся, например, капитальные и приведенные затраты, время строительства для участка, на котором ведет работы одна колонна, или для всего трубопровода при последовательном строительстве, т. е. при строительстве от участка к участку. Примером неаддитивного критерия является вероятность завершения

строительства в заданный срок. Если сроки строительства ограничены, то не имеет смысла рисковать, осуществляя строительство вдоль дуг, где вследствие различных препятствий весьма вероятны большие отклонения истинных сроков строительства от ожидаемых. Тогда выражение для критерия оптимальности можно получить следующим образом. Пусть t_0 - срок, за который надо завершить строительство, а T - время строительства. Должно быть выполнено условие:

$$T \leq t_0$$

Обозначим T_i – случайное время проведения работ на i -ном участке, образующем трассу, тогда полное время строительства будет:

$$T = \sum_{n=1}^{i=n} T_i.$$



а- прямоугольная без диагоналей; б- прямоугольная с диагоналями;
в, г - произвольные

Рисунок 1.3 - Сетки, используемые при выборе трасс трубопроводов:

Точку, в которой сходятся более двух линейных элементов сетки, называют узлом, а линию между двумя смежными узлами — дугой. Чтобы зафиксировать элементы сетки друг относительно друга все дуги и узлы нумеруют (рисунок 1.4), после чего определяют координаты узлов сетки на местности. Эта операция позволяет увязать произвольно нанесенную сетку с картой.

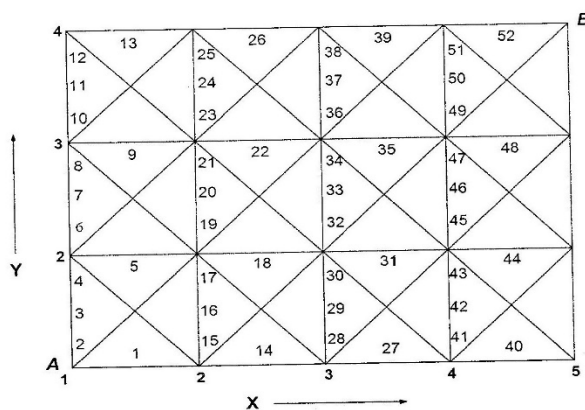


Рисунок 1.4 – Пример нумерации

Далее начинается самая кропотливая работа: вдоль каждой дуги определяется протяженность участков местности различных категорий. Всего по условиям и стоимости строительства выделено 79 категорий, например: 1-я - грунт песчаный без леса с низким стоянием грунтовых вод, 12-я - грунт плавунный, 32-я - переход через автомобильные и железные дороги, 35-я - орошаемые земли и т. д. Пример обработки карты местности показан на рисунке 1.5. Верхняя цифра обозначает категорию местности, а нижняя — протяженность участка данной категории в километрах.

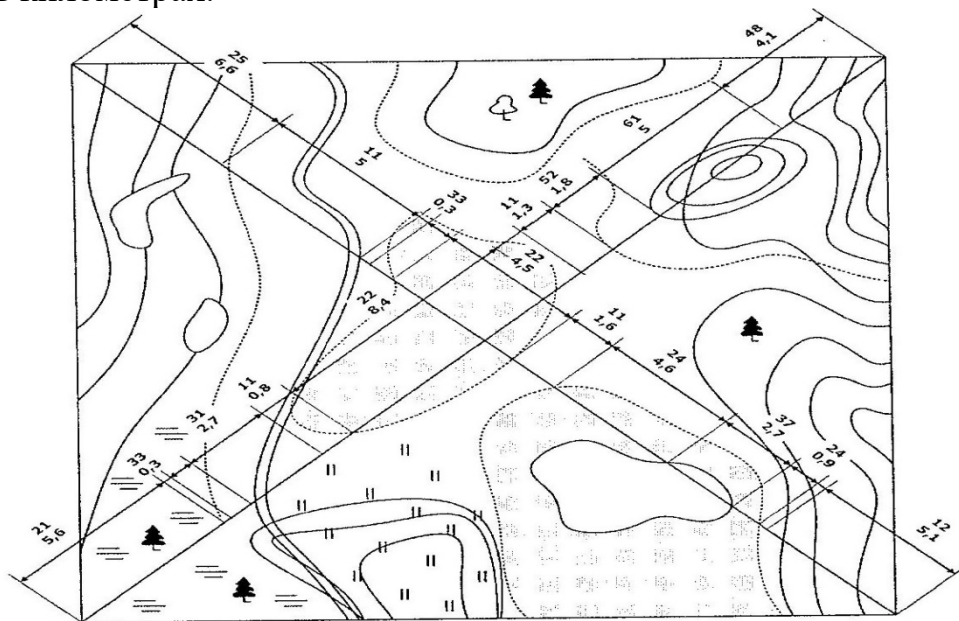


Рисунок 1.5 - Пример определения длин участков различной категории вдоль дуг. Верхние цифры- номер категории участка, нижние- длина участка данной категории в км

Геологические, гидрогеологические и геофизические изыскания

Для выявления грунтовых условий, в которых будет находиться во время эксплуатации трубопровод, а также для организации земляных работ надо знать, какие грунты находятся на трассе, границы их залегания, характеристики и класс по трудности разработки. Для получения таких данных проходят разведочные выработки (скважины или шурфы) на глубину 2,5—6 м. **Число выработок на 1 км трассы принимается от 1 до 4** в зависимости от характера местности и грунтов.

В ходе **гидрогеологических изысканий** определяются уровень грунтовых вод по трассе и его изменение в течение года (по данным метеостанций), а также уровень паводковых вод.

Основная **задача геофизических работ** на трассе — определение удельного сопротивления, а следовательно, и коррозионной активности грунтов для проектирования мероприятий по защите трубопровода от коррозии.

Сбор климатологических и гидрометрических данных

Климатологические данные необходимы как для проектирования сооружений трубопровода, так и для составления проекта организации работ.

Для гидравлического расчета трубопровода надо знать температуры грунтов на глубине укладки трубопровода в различные времена года. Толщина снежного покрова влияет на тепловой режим, а следовательно, на гидравлический режим в трубопроводе. От глубины промерзания грунтов зависит глубина заложения фундаментов зданий. Сроки проведения различных работ, подбор строительных машин и материалов во многих случаях также зависят от климатических условий. Многолетние климатологические данные можно получить у метеорологических станций, находящихся в районах прохождения трассы.

По всем водным преградам, пересекаемым трассой трубопровода, должны быть собраны гидрологические и гидрометрические данные, а на переходах через крупные и иногда через средние реки выполняются специальные гидрогеологические работы во время изысканий на трассе. В результате должны быть получены следующие материалы: **данные о горизонте воды на день съемки, а также данные о меженном горизонте и горизонте паводковых вод; графики колебаний горизонтов воды за многолетний период; характеристика ледового режима, а также сроки ледохода и ледостава; данные о скоростях течения по периодам года; качественная характеристика воды.**

Изыскания по энергоснабжению перекачивающих станций. Перекачивающие станции магистральных трубопроводов являются крупными потребителями энергии. Установленная мощность станции может достигать десятков тысяч киловатт. Поэтому вопросы энергообеспечения трубопроводов являются одними из важнейших и самых сложных. В ходе изысканий должны быть изучены все возможности удешевления энергоснабжения, так как расход электроэнергии является самой большой статьёй эксплуатационных расходов. Вопрос энергоснабжения компрессорных станций, расположенных вдали от промышленно развитых районов, решается установкой двигателей внутреннего сгорания (поршневых и турбин), работающих на перекачиваемом газе, хотя при этом недостаточно эффективно используется энергия газа. Привод насосов на станциях нефтепроводов и нефтепродуктопроводов в большинстве случаев осуществляется от электродвигателей. В процессе изысканий следует выявить возможность получения электроэнергии от электростанций или трансформаторных подстанций, определить длину линий электропередачи, параметры тока (напряжение, частоту), стоимость электроэнергии близлежащей энергосистемы и т. д. Изысканиями должна быть также определена возможность получения энергии для нужд строительства на площадках перекачивающих станций.

Изыскания по водоснабжению и канализации. Для водоснабжения могут быть использованы коммунальные и промышленные водопроводы, естественные и искусственные водоемы, грунтовые и подземные воды. В зависимости от качества воды одни источники могут быть пригодны только для обеспечения водой технических нужд станций, а другие источники—для технических и питьевых нужд.

Обследование дорожной сети. Обследуют все дороги, которые могут быть использованы при строительстве для перевозки материалов и оборудования и во

время эксплуатации. Должны быть выявлены назначение и класс дороги, типы покрытий, ширина проезжей части, состояние мостов и их несущая способность, возможность использования дорог по временам года, планы строительства новых дорог и ремонт существующих.

Изыскания по организации работ. В ходе этих изысканий надо выявить местные ресурсы строительных материалов для строительства дорог, линейной части и перекачивающих станций трубопроводов.