Министерство строительства предприятий
нефтяной и газовой промышленности

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

(ВНИИСТ)

"УТВЕРЖДАЮ"

Зам. директора института
по научной работе, к.т.н.

[signature] Красулин

"22" апреля 1987 г.

ГИКОМЕНДАЦИИ
ПО ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОМУ ГАЗОПИРОВАНИЮ
КАНАДСКОЙ СМЕНЫ ДЛЯ ГАЗОПРОВОДНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА

Р619-87

Старший инженер [signature] Кочина Г. А.

Москва, 1987 г.

gost.e-ecolog.ru

УДК 622.624.32.132

Изложены принципиальные положения по методике составления мелкомасштабных карт специального районирования для целей газонефтепроводного строительства.

Приводятся карты ландшафтного, строительно-климатического, инженерно-геологического, проходимости строительной техники, социально-экономического, инженерно-строительного районирования Западной Сибири (в пределах Тюменской области), составленные в масштабе 1:4 000 000. Указаны факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию сооружений, даются рекомендации по инженерным мероприятиям в зависимости от способа прокладки магистральных трубопроводов, возможным сезонам строительства.

Комплект карт позволяет получить полную природную характеристику любого региона Тюменской области, выбор оптимального варианта трасс магистральных трубопроводов на основе технико-экономического сравнения различных вариантов.

Составленные карты могут служить основой для разработки нормативной базы строительства сооружений нефтяной и газовой промышленности и могут быть использованы проектными и строительными организациями Миннефтегазстроя, Мингазпрома, Миннефтепрома, Госстроя СССР, представляют интерес для специалистов других ведомств инженерно-геологической службы, занимающихся вопросами инженерно-геологического обоснования размещения различных сооружений в Западной Сибири.

Карты составлены кандидатами геолого-минералогических наук Л.М.Демидюк и Г.С.Горской, мл.н.с.Е.В.Козыревой и ст.инж.Г.А.Кочиной. Все замечания и предложения просьба выслать по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд, 19, ВНИИСТ. ОПН.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1987

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Территория Западной Сибири (в пределах Тюменской области) относится к регионам с особо сложными условиями строительства и характеризуется суровыми климатическими характеристиками, широким распространением многолетнемерзлых грунтов, повсеместным развитием болот, слабой хозяйственной освоенностью.

1.2. Инженерно-геологическая площадная изученность Западной Сибири позволяет в настоящее время составление карт для всего региона масштаба 1 : 1 000 000 и мельче. Карты такого масштаба в соответствии с классификацией, принятой в странах СЭВ, относятся к разряду мелкомасштабных обобщенных.

1.3. Карты инженерно-строительного районирования являются специальными оценочными, которые составляются с учетом требований, предъявляемых к строительству конкретных сооружений, в частности - объектов газонефтепроводного строительства.

1.4. В основе специального районирования должны лежать основные признаки и критерии, определяющие степень пригодности рассматриваемой территории для строительства сооружений конкретного типа.

1.5. Карты инженерно-строительного районирования Западной Сибири по условиям газонефтепроводного строительства составлены в масштабе 1:4 000 000 по картографическим материалам различных организаций, проводивших инженерно-геологические и мерзлотные исследования в рассматриваемом регионе.

1.6. В комплект карт инженерно-строительного районирования Западной Сибири (в пределах Тюменской области) для газонефте-

проводного строительства входят:

- ландшафтного районирования;
- строительно-климатического;
- инженерно-геологического;
- по проходимости строительной техники;
- социально-экономического;
- инженерно-строительного районирования

Прилагается также исходная карта инженерно-геологических условий, составленная в масштабе 1:1 500 000 по материалам геологического ф-та МГУ.

1.7. В качестве критериев для выделения территорий, требующих определенных норм проектирования и строительства, обосновывающих применение различных конструктивных решений и технологических режимов, приняты различные группы факторов (инженерно-геологических, технических, социально-экономических).

Специальное районирование проводилось на основе разработанной ВНИИСТом методики инженерно-строительной типизации территории СССР для строительства магистральных трубопроводов (ВНИИСТ В497.83)

1.8. Оценка инженерно-геологических условий выделенных инженерно-строительных областей проводилась в соответствии с классификацией природных факторов и технических условий для трубопроводного строительства (ВНИИСТ, Р 350-80), в основу которой положен принцип устойчивости инженерно-геологической среды к воздействию линейных сооружений.

2. ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Территория Западной Сибири представляет собой огромную низменную равнину. Абсолютные отметки поверхности изменяются от нескольких метров (побережья морей) до 70–80 метров и более (возвышенные центральные районы – Белогорский материк, Сибирские Увалы, Полуйская, Таловская возвышенности). Рельеф слаборасчлененный, относительные превышения на основной части территории до 10 метров, увеличиваясь до 40–50 м и более на участках возвышенностей . В целом морфометрические характеристики рельефа закономерно усложняются от южной части равнины к северной, по мере приближения к основному базису эрозии, и от центральных пониженных районов – к периферийным повышениям.

Рассматриваемая территория относится к районам с избыточным увлажнением, где величина атмосферных осадков значительно превышает величину испарения.

В геологическом строении территории с поверхности до 100м и более принимают участие в основном четвертичные отложения различного генезиса, представленные песчаными, глинистыми, торфяными и лессовидными грунтами. Разрез подавляющего большинства геолого-генетических комплексов поверхностных отложений представлен переслаиванием различных по дисперсности глинистых и песчаных грунтов. Леса и лессовидные отложения приурочены в основном к южным частям региона, но отдельные достаточно крупные массивы лессов встречаются и в центральных районах в пределах хорошо дренированных приречных участков.

Важнейшей особенностью природной обстановки Западной Сибири, во многом определяющей ее инженерно-геологические условия, является широкое распространение многолетнемерзлых по-

род. Среднегодовая температура их с юга на север понижается от 0 до минус 6 + минус 8°С, мощность увеличивается от нескольких десятков метров (при островном и прерывистом распространении) до 100м и более (при сплошном распространении).

Рассматриваемая часть Западной Сибири (в пределах Тюменской области) является наиболее заболоченной частью равнины. По общей площади, занимаемой болотами и количеству крупных болотных массивов она не имеет себе равных. Нигде в мире больше не встречаются такие огромные по площади торфяники, покрывающие почти сплошь все водоразделы.

На территории региона широко развиты разнообразные типы физико-геологических процессов: заболачивание, криогенные, посткриогенные, склоновые.

Основной особенностью природных условий Западно-Сибирской низменности является закономерная широтная зональность их изменения. Это касается зонального изменения не только климатических и ботанических условий, но также и геокриологических, гидрогеологических, литологических, развития физико-геологических процессов (рис.1)

3. [illegible]

3. 1. Карта ландшафтного районирования

На карте ландшафтного районирования (рис.2) отражены следующие факторы поверхностных условий: залесенность, заболоченность и засоренность (в % занятой территории), осредненные морфометрические характеристики рельефа*) (глубины вертикального и горизонтального расчленения).

Залесенность территории Тюменской области показана фоновой заливкой. В размещении лесных массивов области отмечается ряд закономерностей. Одной из них является тяготение лесов к долинам рек и придолинным, хорошо дренированным склонам междуречий (50% и более). Срединные части междуречий обычно безлесны и заболочены. Залесенность при сплошной заболоченности колеблется от 5 до 10%. В пределах лесной зоны (таежной подзоны) залесенность вдоль рек изменяется от 20 до 50%, в зоне лесотундры по рекам залесенность составляет до 35-50%, хотя в целом лесотундра практически безлесна, залесенность не превышает 5-10%. Высокий процент залесенности (более 50%) наблюдается на территориях со значительной степенью вертикальной (более 25м) и горизонтальной (более 2,4км) расчлененности (Белгорский материк, Аганский увал, Верхнетазовская и Полуйская возвышенности).

В пределах контуров геоморфологических поверхностей, по которым четко ограничиваются территории с одинаковой залесенностью (в соответствии с условиями обводненности и дренированности),

---

*) углы наклона поверхности при проведении районирования не учитывались, т.к. практически вся территория (за исключением приобрывных обрывов) попадает по классификации в одну градацию (< 6°)

штриховкой показаны обобщенные морфометрические характеристики - величины вертикальной и горизонтальной расчлененности.

В пределах этих же контуров цифрами приводятся проценты заболоченности и заозеренности.

Степень заболоченности самых северных областей (п-ова Ямал и Гыданский) в основном составляют 10-25% , в целом увеличиваясь в южном направлении. В пределах центральной части Сибирских увалов по степени заболоченности отчетливов выделяются два типа местности. Первый из них характеризуется исключительно сильной заболоченностью (*более* 50%), заторфованностью и заозеренностью (Сургутское Полесье). По существу этот район представляет собой огромнейшее преимущественно верховое торфяное болото, которое пересекается узкими относительно дренированными линейно ориентированными полосами, расположенными по рекам. Мощность торфа достигает часто 3-5 метров и более, а средняя ее величина превышает повсеместно 2м.

Ко второму типу местности относятся несколько возвышенные и более дренированные участки, которые обрамляют Сургутское Полесье с периферии. Вся эта территория характеризуется плоским рельефом, и хотя достаточно сильно заболочена, но степень заболоченности в целом ниже по сравнению с первым типом.

Все пространство Тюменской области изобилует озерами, которые как и болота, приурочены к плоским и слабо дренированным поверхностям. Наибольшее количество озер находится в северных районах на полуостровах Ямал и Гыданский, в правобережной части широтного отрезка р.Обь. Обилие озер в регионе связано с плоским рельефом, близким залеганием к поверхности водоупорных горизонтов и широким распространением в северной части равнины многолетней мерзлоты.

При районировании на рассматриваемой территории выделено 17 ландшафтных районов. Ниже приводится их описание.

1 - Плоско-расчлененные заозерные равнины; тундра, заозеренность 5%, заболоченность около 40%; вертикальная расчлененность рельефа (h) - 10-50 м, горизонтальная (a) - 1,2 - 2,4 км

2 - Плоские заозеренные равнины; тундра; заозеренность 50%, заболоченность около 45%, h менее 10 м, a более 2,4 км.

3 - Слаборасчлененные, слабозаболоченные равнины; лесотундра; заболоченность 15-20% (в основном по рекам); заозеренность менее 10%, заболоченность менее 10%, h = 10-50 м, a более 2,4 км.

4 - Плоские заозеренные и заболоченные равнины; северная тайга; залесенность 5-20%, заозеренность 25%, заболоченность 10-30% h =10-50 м, a более 2,4 км.

5 - Плосковозвышенная территория с разобщенными поднятиями и заболоченными понижениями; северная тайга; залесенность 5-20%, заозеренность 20-30%, заболоченность менее 10%, h =10-50 м., a =1,2 - 2,4 км

6 - Плосковозвышенная территория с разобщенными поднятиями и заболоченными понижениями; северная тайга; залесенность 5-20%, заозеренность менее 10%, заболоченность 30-50%; h =10-50 м, a =1,2 - 2,4 км.

7 - Плосковозвышенная территория с разобщенными поднятиями и понижениями; северная тайга; залесенность 20-50% заозеренность 20-30%, заболоченность 10-30%

8 - Слаборасчлененные преимущественно заболоченные равнины; угнетенные леса по долинам рек, залесенность 20-50%, заозеренность 45%, заболоченность больше 50%, h больше 10м, a больше 2,4 км.

9 - Плоские сильно заболоченные и заозеренные равнины; угнетенные леса по долинам рек, залесенность 20-50%; заозеренность 30-40%, заболоченность больше 50%; h меньше 10м, a больше 2,4км .

I0 - Заболоченные и заозеренные равнины; угнетенные леса по долинам рек, залесенность 20–50%, заозеренность 25%, заболоченность более 50%; h менее I0 м, a более 2,4 км

II - Слаборасчлененные преимущественно заболоченные равнины; южная тайга, по долинам рек залесенность 20–50%; заболоченность больше 50%, заозеренность 20–30%; h =I0–50 м a>2,4 км.

I2 - Слаборасчлененные заболоченные равнины; южная тайга; залесенность по долинам рек 20–50%, заозеренность 20–30%, заболоченность 30–50%, h=I0–50 м, a>2,4 км

I3 - Слаборасчлененные заболоченные равнины; южная тайга; залесенность по долинам рек 20–50%, заозеренность 20%, заболоченность I0–30%; h=I0–50 м, a>2,4 км.

I4 - Возвышенные равнины с разобщенными поднятиями и понижениями; лесостепь; залесенность по долинам рек 20–50%, заболоченность менее I0%; h =I0–50 м, a =I,2–2,4 км

I5 - Расчлененные возвышенности; тайга; залесенность 20–50%, заболоченность и заозеренность меньше I0%, h >50 м, a <I,2км

I6 - Расчлененные возвышенности; тайга; залесенность более 50%, заболоченность и заозеренность I0–30%, h >50 м, a <I,2 км

I7 - Долины рек Обь и Иртыш, залесенность более 50%

5.2. Карта строительно-климатического районирования

При составлении карты строительно-климатического районирования (рис.3) для целей трубопроводного строительства учитывались климатические факторы, влияющие на всю технологию строительного процесса: на работу строительных машин и механизмов, сварочных аппаратов и пр, а самое главное - на людей, работающих

круглосуточно при строительстве газо- и нефтепроводов.

В качестве основных климатических критериев, оценивающих суровость климата для людей и механизмов, нами выделены следующие:

- температура воздуха, °С;
- скорость ветра, м/с;
- эффективная температура воздуха, учитывающая совместное влияние отрицательной температуры и скорости ветра, °С;*
- влажность воздуха, %;
- сумма осадков (в виде дождя и снега), мм.

В связи с тем, что оценка возможности работы людей на открытом воздухе и длительность перерывов для отдыха определяется по сочетанию температуры воздуха и ветра, за основной критерий на карте строительно-климатического районирования взята эффективная температура воздуха в зимний период. Предельная эффективная температура, при которой не могут выполняться работы на открытом воздухе, устанавливается местным исполнительным комитетом Советов народных депутатов для каждого района, но не ниже минус 45°С.

На карте строительно-климатического районирования изолиниями показана продолжительность периодов (в днях) с эффективной температурой минус 45°С. По существу, эта величина представляет собой количество актированных дней, когда работы по строительству магистральных трубопроводов должны быть прекращены. В результате районирования выделены 4 строительно-климатические зоны:

---

* Эффективная температура (степень "жесткости" погоды) определяется температурой воздуха и скоростью движения воздуха: увеличение скорости ветра на 1 м/с соответствует снижению температуры воздуха на 2°С.

I - северная строительно-климатическая зона (число актированных дней больше 40);

II - холодная (число актированных дней от 10 до 30);

III - умеренная (число актированных дней от 5 до 10);

IV - теплая (число актированных дней меньше 5)

Для расчетов хладоломкости машин и механизмов, работающих на трассах, используется абсолютный минимум температуры воздуха.

Эта характеристика дается по действующим метеостанциям на территории региона (цифры в кружочках).

Изолиниями красного цвета на карте показана максимальная мощность снежного покрова. Снежный покров должен учитываться как фактор, препятствующий продвижению техники при строительстве и как фактор отепляющий, оказывающий влияние на глубину сезонного промерзания грунтов (последнее учитывается при тепловых расчетах трубопровода). Кроме мощности снежного покрова на строительный процесс влияет и такая климатическая характеристика как снегозаносимость (перераспределение снега), которая должна быть учтена при устройстве снегозащитных сооружений на трассе. С этой целью на карте приводятся зоны ветров восьми направлений по действующим меткета метеостанциям.

3.3. Карта инженерно-геологического районирования

В соответствии с принципами типизации территории страны по условиям газонефтепроводного строительства (Р 497-65) в пределах Западной Сибири были выделены следующие таксономические инженерно-геологические единицы: провинции - подпровинции - области. В пределах провинций развития многолетнемерзлых пород, развития площадных болот, развития лессовидных грунтов по различию температурного и влажностного режимов выделены инженерно-геологические подпровинции. Дальнейшее подразделение на инженер-

Значительные по площади массивы плоскобугристых торфяников. Мощность торфа не превышает 1,5 – 2 м. На слабозаболоченных участках неоднородные условия протаивания-промерзания.

4 – Распространение многолетнемерзлых пород прерывистое (около 70% территории). Мерзлота неустойчивая, двухслойная. Минеральные и торфяные грунты относительно устойчивого температурного режима ($t_{гр}$ = минус 1 ÷ минус 3°С). Объемная льдистость грунтов: глинистых – 20–40%, песчаных – 10–20%, торфяные – сильнольдистые. Глубина сезонного протаивания грунтов: суглинистых – 0,7 – 1,0 м, песчаных – 1,3 ÷ 1,7 м, торфяных – 0,4 ÷ 0,5 м.

В восточной части плоскобугристые торфяники на малольдистых песчаных и льдистых глинистых грунтах, в западной части – крупнобугристые торфяники. Мощность торфяной залежи изменяется от 10–15 м до 4–5 м. На слабозаболоченных участках неоднородные условия протаивания-промерзания грунта. В озерных котловинах – термокарст, просадки, пучение. Длительные половодья рек.

5 – Вечномерзлые минеральные и торфяные грунты относительно устойчивого температурного режима ($t_{гр.}$ = минус 3 ÷ минус 5°С) имеют сплошное распространение. Мощность ММП 200–350 м. Льдистость песчаных пород 25–30%, глинистых – 40 ÷ 45%. Глубина сезонного протаивания для супесчаных грунтов 1,3–1,5 м, суглинистых – 0,7 ÷ 1,0 м, торфяных – 0,3 ÷ 0,5 м.

Широкое развитие современного термокарста, миграционные линзы льда в торфяных и минеральных буграх пучения, преобладание плоскобугристых торфяников. Мощность торфяной залежи 1,0 – 1,2 м.

6 - Распространение мП - островное. Мерзлота неустойчивая, двухслойная, мощность от 40-50 м до 150-250 м, развита в пределах торфяников в районах развития оторфованных глинистых пород и темнохвойных сильно зашелых лесов, развитых на глинистых грунтах. Температура мерзлых пород 0 ÷ минус 1°С. Талые с поверхности (до глубины 10-15 м и более) песчаные и глинистые породы занимают 30% территории. Участки, сложенные талыми глинистыми грунтами, характеризуются сложными условиями: грунты обычно сильно увлажнены, имеют пластичную консистенцию, они сильно сжимаемые.

На территории развиты крупнобугристые и плоскобугристые торфяники на деградирующих вечномерзлых грунтах с неоднородными условиями протаивания-промерзания. Широкое развитие современного термокарста, заболоченность, бугры пучения, песчаные раздувы по берегам рек и связанные с ними формы рельефа: дюны, бугры, воронки выдувания.

7 - Рельеф этой области полого- и холмисто-увалистый. Талые минеральные грунты с отдельными площадями вечномерзлых маломощных торфяных грунтов неустойчивого температурного режима по террасам рек. Температура мерзлых пород 0 ÷ минус 1°С, а мощность не превышает 15-30 м. Льдистость песчаных пород 25-30%, глинистых - 40÷45%.

Талые и немерзлые породы характеризуются значительной увлажненностью. Песчаные породы во многих районах с глубины 1-3 м обычно водонасыщены. Торфяные образования также полностью водонасыщены. Степень увлажненности пород существенно снижается лишь на приречных возвышенных расчлененных и хорошо дренированных территориях.

В целом условия области сложные, что связано, с одной стороны, с широким развитием многолетнемерзлых пород в северной половине области, а с другой - со значительным увлажнением талых пород.

Б - характеризуется значительным расчленением рельефа, широко развит линейно-грядовой рельеф. На плоских участках и во впадинах рельефа развиты обширные крупнобугристые болота. Мощность торфяной залежи изменяется от 1 до 4-5 м, причем в 60-70 % случаев она колеблется около 2 м.

Многолетнемерзлые породы занимают небольшие площадки и приурочены к бугристым торфяникам и участкам, покрытым замшелыми темнохвойными лесами. Температура мерзлых пород не опускается ниже минус 1°С.

Широко развиты склоновые и эрозионные процессы, много оползней, растущих оврагов.

Э - характеризуется сильно расчлененным рельефом, глубоким врезом долин и поэтому лучшей дренированностью территории. Глубина залегания подземных вод на таких участках достигает 10-15 м. Однако на плоских междуречьях глубина залегания часто не превышает 5 м. На плоских же равнинах глубина залегания грунтовых вод уменьшается и часто составляет 1,5-3 м. На высоких речных террасах встречаются крупные массивы болот. Многолетнемерзлые породы развиты лишь к северу от р.Казым и имеют температуру 0 ÷ минус 1°С, мощность 30-50 м и приурочены к торфяным массивам.

В пределах области развиты оползни, в основном, активно живущие оползни-блоки. Наиболее крупные из них развиты по правобережью р.Оби и достигают по фронту сотен метров.

10 - Основными инженерно-геологическими условиями этой области являются: плоский, нерасчлененный рельеф и плохая дренированность; чрезвычайно сильная заболоченность, заторфованность и заозеренность; преобладание сильно увлажненных песчаных и торфяных грунтов; достаточно широкое распространение мощ в северной части выделенной области, развитых на торфяных грунтах. Южная часть области характеризуется исключительно сильной (70%) заболоченностью (Сургутское Полесье) и представляет собой огромнейшее преимущественно верховое топяное болото. Мощность торфа достигает 3-5 м. В северной части степень заболоченности ниже. Торфяники здесь часто мерзлые, сильнобугристые, плоскобугристые.

11 - Характеризуется слабовыпуклым, местами совершенно плоским рельефом. Поверхность сильно заболочена и заозерена (60%). На большей части территории глинистые породы перекрыты торфом, мощность которого от 3 до 6 м. Болотные массивы, как правило, труднопроходимые и непроходимые. Глубина залегания первого от поверхности водоносного горизонта изменяется от 0 (на болотах) до 2-3 м (на водораздельных слабодренированных участках) и до 5-10 м (на приречных хорошо дренированных участках).

Наиболее широко развитым геологическим процессом является процесс заболачивания. На подмываемых склонах рек широко развиты оползневые процессы. На приречных участках, сложенных легко размываемыми лессовыми породами, *преобладают* суффозионно-эрозионные процессы, *приводящие* к образованию западин, воронок и оврагов.

12 - Основными инженерно-геологическими особенностями области являются: исключительно ровный, плоский рельеф, широкое

развитие талых тонкодисперсных суглинистых отложений, сильная заболоченность (80–85%) и заторфованность, причем мощность торфа достигает 5–6 м, в среднем 1,5–2 м. Болота грядово-мочажинные и озерно-грядовые с топями, зарастающими озерами и староречьями. В центральной и восточной части болота развиты на песчаных грунтах с прослоями супесей и суглинков, в западной – на глинах.

длительное половодье на поймах рек и небольшие разливы малых зарегулированных рек.

I3 – это плоская слабоволнистая равнина, сложенная песчано-глинистыми отложениями, среди которых преобладают тяжелые суглинки с влажностью от 0,2 до 0,6 – 0,7 (на водораздельных недренированных участках). Суглинки обладают слабым набуханием и малой водопрочностью.

Глубина залегания подземных вод колеблется от 0 до 5 м, воды, как правило, пресные, не обладают агрессивностью. Близкое к поверхности залегание подземных вод приводит к заболачиваемости территории.

На юге области встречаются лессовидные суглинки, обладающие просадочными свойствами. При оценке территории необходимо учитывать их легкую размываемость, что при хозяйственном освоении этой территории приводит к интенсивному развитию эрозионных процессов. Повсеместным развитием пользуются суффозионно-просадочные процессы.

I4 – включает долины рек Оби и Иртыша. Для долины реки Оби характерны следующие инженерно-геологические особенности: 1) преобладание в составе аллювиальных отложений поймы, I и II надпойменных террас песчаных пород, составляющих около 80% всех разрезов; 2) близкое залегание к поверхности подземных вод (0–2 м на пойме, 2–3, редко до 5 м на тер-

расах); 3) широкое развитие процесса заболачивания, который привел к образованию огромных заболоченных торфяных массивов, с мощностью торфа более 2 м (2,4 - 2,6 м); 4) слабое развитие эрозионных процессов, которые приурочены непосредственно к прибровочной части террас.

для участка северное устья р.Назым характерно островное распространение мерзлых пород, приуроченных к участкам развития торфяников. Мощность мерзлых пород менее 100 м, температура их изменяется от 0 до минус 2°С.

На поверхности террас широко развиты процессы термокарста, пучения грунтов и заболачивания.

для долины р.Иртыш характерна высокая степень увлажненности пород (степень водонасыщенности их близка к 1). Глубина залегания подземных вод колеблется от 0 до 5 м.

3.4. Карта районирования по условиям проходимости строительной техники

На карте районирования по проходимости строительной техники (рис.3) показана заболоченность, преобладающая мощность торфа, глубины сезонного промерзания-протаивания торфяных отложений, количество дней, необходимых для наступления критической глубины промерзания на болотах и озерах, обеспечивающей прохождение строительной техники.

Заболоченность на карте показана цветом (от салатового до темно-зеленого) в пределах болотных зон, выделенных в % по отношению к площади выделенной зоны. Вследствие исключительно равнинного рельефа междуречных регионов общая заболоченность рассматриваемой территории Западной Сибири находится в тесной

зависимости от соотношения климатических элементов водного баланса: осадков и испарения.

В зоне избыточного увлажнения (норма осадков значительно превышает норму испарения) распространены арктические полигональные плоскобугристые и крупнобугристые болота; в зоне неустойчивого увлажнения (норма осадков близка к норме испарения с суши) - озерные, озерково-грядово-мочажинные, грядово-озерковые, грядово-мочажинные; в зоне недостаточного увлажнения (испаряемость значительно превосходит величину атмосферных осадков) - низинные, засоленные.

Если заболоченность определяется соотношением климатических элементов водного бассейна, то заторфованность в значительной степени зависит от температурного режима территории и геоморфологических условий залегания болотных массивов. Средняя скорость торфонакопления увеличивается к югу, достигая максимальных значений в зоне выпуклых олиготрофных болот, далее при продвижении к югу в связи с повышением среднегодовой температуры в условиях сухого климата глубина торфяных отложений начинает несколько убывать. Мощность торфа показана на карте цифрами в кружочках (в м) для каждой выделенной зоны.

Большое место в практике трубопроводного строительства занимает вопрос о сезонном промерзании-протаивании торфяной залежи с целью прохождения строительной техники.

Процесс промерзания грунта определяется рядом факторов: ходом температур воздуха, высотой снежного покрова, тепловыми и водно-физическими свойствами грунта. На территории Западной

Сибири, характеризующейся большим разнообразием физико-географических и климатических условий, можно проследить лишь некоторую тенденцию уменьшения глубины промерзания болот (от 1,5 м на севере и до 0,9 м на юге), обусловленную повышением среднегодовой температуры. Глубины промерзания-протаивания болот в естественных условиях получены расчетным путем и представлены в виде дроби, где в числителе показана глубина протаивания, а в знаменателе - глубина промерзания.

Промерзание торфяных отложений начинается с наступлением отрицательной температуры воздуха. В зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, где теплозапасы торфяной залежи малы и обусловлены лишь сезонной аккумуляцией тепла в летний период года, промерзание идет весьма быстро, болота начинают промерзать в конце сентября - первых числах октября. В зоне островного и прерывистого распространения многолетнемерзлых пород подток тепла к нижней границе промерзания из более глубоких слоев замедляет процесс промерзания и уменьшает максимальную глубину сезонного промерзания. Торфяная залежь в этой зоне начинает промерзать в середине - конце октября.

Глубины промерзания расчищенного от снега участка болот рассчитывались по формуле Стефана с допущением, что температура поверхности снега равна температуре воздуха, а подток тепла к промерзающему слою из более глубоких слоев торфяной залежи мал и им можно пренебречь. Из строительной практики известно, что минимальная глубина промерзания, обеспечивающая прохождение строительной техники, должна быть не менее 30 см для болот с травяной растительностью, не менее 40 см для болот с моховой растительностью и не менее 50 см для озер.

считывались аналитическим способом из соотношения:

$$\xi_{кр} = \alpha\sqrt{\tau} \longrightarrow \tau = \frac{(\xi_{кр})^2}{\alpha^2},$$

где $\alpha = \frac{\xi_{max}}{\sqrt{\tau_{max}}}$,

ξ_{max} – максимальная глубина промерзания

τ_{max} – продолжительность морозного периода

τ – количество дней, необходимых для наступления критической глубины промерзания;

$\xi_{кр}$ – критическая глубина промерзания, равная 0,4 м для болот и 0,8 м для озер.

По максимальным глубинам промерзания болот (в естественных и нарушенных условиях) и озер были построены изоплеты (темпы глубин промерзания) и графическим путем рассчитаны сроки наступления критических глубин промерзания для торфяных отложений и озер для различных регионов Западной Сибири.

Количество дней, необходимых для образования критической глубины промерзания болот ($\xi_{кр}$=0,4 м), на карте показано красными кружками: залитые – со снежным покровом, незалитые – без снежного покрова. Черными залитыми кружками на карте показано количество дней, необходимое для образования критической глубины промерзания на озерах. Рядом цифрами в скобках указаны среднемноголетние сроки начала промерзания для болот и озер. Линии из черных залитых треугольников обозначает границу критической глубины промерзания озер, южнее которой озера не промерзают до 0,8 м.

3.5. Карта социально-экономического районирования

Создающийся в регионе новый центр нефтегазодобывающей промышленности формируется на очень крупной и своеобразной территории с неблагоприятными пока условиями для жизни людей и производства. Освоение этих районов осложняется не только суровыми природными условиями, малая заселенность, слабое развитие средств сообщения и удаленность от индустриальных и культурных центров создают не меньше трудностей в освоении региона.

Решение этой сложнейшей проблемы зависит как от степени материального, энергетического и транспортного обеспечения, так и социального фактора. При этом самыми сложными вопросами являются вопросы транспорта и обеспечения строек и предприятий трудовыми ресурсами.

Существующие в настоящее время железнодорожные магистрали не снимают напряжения грузоперевозок для обеспечения центральных и северных районов. Основным путем транспортного снабжения этих районов служит р.Обь, дополняемая малосудоходными притоками, с будущим продолжением до Салехарда и недавно построенная железная дорога Сургут-Уренгой. Из наземных путей на этой территории имеются лишь отдельные небольшие по протяженности внутрипромысловые автомобильные дороги. В этих условиях для перевозок пассажиров и грузов широко применяется авиационный транспорт. Кроме того, коммуникациями также служат автозимники - очень дорогие и кратковременные дороги.

От решения транспортной проблемы зависит достижение высоких уровней добычи нефти и газа, строительство и эксплуатация систем магистральных трубопроводов, городов, поселков и пр., т.к доля транспортных расходов в этих районах составляет 50% и более.

Трудоспособное население Тюменской области в основном сосредоточено в ее южной, наиболее благоприятной части области, в северных же районах плотность населения очень низкая (менее 1 чел/км²). Проблемы привлечения и закрепления квалифицированных кадров в осваиваемых районах можно решить только комплексно с помощью социально-экономических факторов, создающих реальные преимущества работы здесь по сравнению с работой в центральных районах страны.

Такие социально-экономические факторы как рассредоточенность и отдаленность от экономически развитых промышленных районов, слабое развитие транспорта и связи, ограниченный срок навигации на основных водных артериях, отдаленность от магистральных дорог, слабое развитие или отсутствие

разрабатываемых запасов местных строительных материалов, недостаточное энергоснабжение, текучесть кадров - повышают продолжительность строительства, расход материально-технических ресурсов и денежных средств, т.е. приводят к неучтенному удорожанию строительства (неодинаковому даже в пределах одного региона).

Правильное и обоснованное определение сроков и продолжительности сезонов строительства, назначение промышленных, отраслевых и энергетических баз снабжения, путей подвоза материалов и конструкций, обеспечение рабочей силы и пр., - все эти факторы определяют экономическую возможность завершения строительства в намеченные сроки, а также фактические капитальные затраты.

В качестве критериев социально-экономического районирования территории страны для газонефтепроводного строительства были приняты:

- удаленность от баз материально-технического снабжения и магистральных коммуникаций;
- вид и характеристика дорожной сети;
- энергетическая обеспеченность;
- трудовые ресурсы;
- характер отчуждаемых территорий.

На карте социально-экономического районирования (рис.6) выделено пять экономических областей, отличающихся уровнем современного хозяйственного освоения:

I - высокий уровень освоения (южная часть территории);

II - средний уровень освоения (территории вдоль долин рек Иртыш и Обь, в пределах широтного отрезка последней;

III - удовлетворительный уровень освоения (долины р.Обь и некоторых ее притоков, севернее г.Ханты-Мансийск);

IУ - низкий уровень освоения (болотно-таежная территория);

У - неосвоенная область (лесотундровая и тундровая зоны, севернее Полярного круга).

Для характеристики выделенных областей использованы следующие факторы:

- заселенность территории (по плотности населения на 1 км²);
- занятость территории сельскохозяйственными угодьями (% используемой площади);
- лесообеспеченность территории;
- виды транспорта (железные дороги, автодороги, судоходные реки)

Кроме того, на карте приводятся: разрабатываемые и разведанные месторождения газа, нефти, строительных материалов; эксплуатируемые и строящиеся системы магистральных трубопроводов.

5.6. Карта инженерно-строительного районирования

Карта отраслевого инженерно-строительного районирования Западной Сибири (в пределах Тюменской области) является оценочной и входит в комплект составленных карт инженерно-строительного районирования рассматриваемого региона для сооружения газонефтепроводных объектов. Оценка выделенных при инженерно-геологическом районировании областей проводилась по совокупности основных факторов природной обстановки, сгруппированных по степени их сложности.

В результате проведенной оценки было выделено шесть инженерно-строительных областей, в пределах которых требования их к проектированию и строительству объектов нефтяной и газовой промышленности существенно различны (рис.7).

Ниже приводится краткая характеристика инженерно-строительных областей с указанием факторов (природных и экономических), осложняющих строительство, анализом характера взаимодействия трубопровода с окружающей средой при различных технологических режимах эксплуатации, рекомендации по оптимальным сезонам строительства и инженерным мероприятиям в зависимости от способа прокладки трубопроводов.

I инженерно-строительная область занимает самую южную часть рассматриваемой территории, представляет собой лесостепь с плоскохолмистым рельефом, значительно развитой овражной сетью; вдоль рек прослеживаются леса; заболоченность менее 10%. Территория сложена преимущественно лессами и лессовидными грунтами, проса-

дочными при увлажнении; широко развиты процессы плоскостной и линейной эрозии, оврагообразование, оползание склонов.

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: актированных дней менее 10; число дней с метелями за год менее 30; число дней с осадками за год менее 140; число дней с силой ветра более 15 м/с от 10 до 30; средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 40–50 см; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, более 60 в естественных условиях и около 30 – на болотах со снятым для ускорения промерзания снежным покровом.

По социально-экономическим условиям область относится к территориям высокой экономической освоенности.

Среди природных факторов, осложняющих строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов следует указать низкую защемляющую способность грунтов, неравномерную их просадочность при увлажнении, развитую овражную сеть, оползневые склоны; среди социально-экономических – значительную заселенность, промышленную и сельскохозяйственную освоенность территории (от 50 до 70%), что осложняет отчуждение земель под строительство.

Строительство возможно в течение всего года; могут быть применены любые способы прокладки. Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов, обязательны:

- подготовка и улучшение основания;
- регулирование водного режима;

- противооползневые мероприятия;
- регулирование теплового взаимодействия трубопровода с окружающей средой;
- рекультивация полосы трассы.

II. Инженерно-строительная область занимает территории вдоль долины р.Иртыш до широтного отрезка р.Обь, представляет собой плоско-холмистые равнины, значительная часть которых занята площадными глубокими болотами (заболоченность 30-50%) с мощной торфяной залежью (более 2 м).

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: число актированных дней менее 10, с силой ветра более 15 м/с - 10-30 ; число дней с метелями 30-50, с осадками за год 140-160; средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 40-50 см; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, 75-80 на болотах, более 60 на озерах в естественных условиях и 25-30 на болотах со снятым снежным покровом.

По социально-экономическим условиям часть области (долина р.Иртыш и Среднее Приобье) относится к районам высокого уровня освоения, остальная территория - к районам низкого уровня освоенности.

Среди природных факторов, осложняющих строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов: наличие площадных глубоких непромерзающих болот, продолжительные паводки, приводящие к сезонной обводненности более 50% территории, низкая защемляющая способность грунтов, круглогодичная коррозионная активность окружающей среды. Среди социально-экономических - слабый уровень

промышленного, транспортного и энергетического освоения.

Строительство возможно преимущественно в зимнее время при промерзании болот и применении специальной техники. Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:

- подготовка и улучшение основания трубопровода и вдольтрассовых технологических проездов;
- закрепление трубопровода на проектных отметках специальными устройствами;
- теплоизоляция трубопровода;
- регулирование теплового взаимодействия трубопровода с окружающей средой;
- регулирование водного режима.

Ш. Инженерно-строительная область. занимает в основном территории Среднего Приобья и водораздельные площади левых притоков р.Обь в среднем ее течении и представляет собой практически полностью заболоченные (более 50%) пространства с глубокими непромерзающими болотами на водоразделах - бугристые мерзлые торфяники (островная мерзлота с мощностью мерзлых грунтов 10-20 м и среднегодовой температурой близкой к 0°C).

Природные факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию трубопроводов:

наличие площадных глубоких непромерзающих болот; продолжительные паводки, приводящие к затоплению до 80% территории; низкие температуры воздуха зимой, отсутствие защемляющей способности грунтов. В социально-экономическом отношении область освоена слабо.

Строительство возможно только зимнее время при промерзании болот и применении специальной техники. Из инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов, обязательны:

- подготовка и улучшение основания пути трубопроводов и вдольтрассовых технологических проездов;
- теплоизоляция трубопровода;
- закрепление трубопровода на проектных отметках специальными устройствами;
- регулирование водного режима;
- регулирования теплового режима с окружающей средой.

IУ. Инженерно-строительная область расположена в пределах низовий р.Обь, Пуровско-Тазовского междуречья, представляет собой плоские заболоченные участки, лесотундры и южной тайги, характеризуется прерывистым распространением многолетнемерзлых пород (высокольдистые торфяники и мерзлые минеральные грунты мощностью до 50 м со среднегодовой температурой от минус 1 до минус 3°С, широко развит комплекс криогенных процессов (термокарст), пучение, новообразование мерзлоты).

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами; число актированных дней за год 20-30, число дней за год с силой ветра более 15 м/сек 10-30 число дней за год с осадками 180-200; число дней за год с метелями 70-90, средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 50-70 см, число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, по-

зволяющей прохождение строительной техники более 50 - на болотах, около 60 - на озерах в естественных условиях, и около 20 - на болотах со снятым снежным покровом .

В социально-экономическом отношении область освоена слабо за исключением созданных в последние пятилетки газовых комплексов.

Природные факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию трубопроводов:

- суровые климатические условия, приводящие к потерям рабочего времени;
- наличие высокольдистых просадочных мерзлых грунтов;
- изменяемость физико-механических свойств грунтов при оттаивании;
- площадное развитие криогенных процессов;
- высокая заболоченность и заозеренность.

Строительство возможно в течение всего года в зависимости от региональных и местных условий.

Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:

- минимальные нарушения естественных условий в полосе трассы;
- подготовка строительной полосы за счет подсыпки;
- организация регулируемого стока поверхностных вод;
- регулирование теплового режима взаимодействия с окружающей средой.

У Инженерно-строительная область расположена в пределах Сургутского Полесья и представляет собой огромное преимущественно верховое топляное болото, (заболоченность до 70%), мощность торфа 3-5 м; в северной части - островное распространение многолетнемерзлых грунтов, приуроченных к бугристым торфяникам.

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: число актированных дней за год 30-40; число дней за год с силой ветра более 15 м/с 10-30; число дней за год с осадками 150-200; число дней за год с метелями 70-90; средняя из максимальных декадных высот снежного покрова 60-70; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, 60-70 на болотах, около 70 - на озерах в естественных условиях и 30-35 - на болотах со снятым снежным покровом.

В социально-экономическом отношении область неосвоена. Природные факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов:
суровые климатические условия; наличие глубоких непромерзающих болот; большая мощность торфа и отсутствие грунтов, обладающих защемляющей способностью.

Строительство возможно только в зимнее время при промерзании болот и озер и применении специальной техники. Среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:

- подготовка и улучшение основания трубопровода и вдольтрассовых технологических проездов;
- регулирование водного режима;
- регулирование теплового режима;
- теплоизоляция трубопровода.

УI. Инженерно-строительная область расположена в пределах северных полуостровов западной Сибири (Ямальского, Тазовского, Гыданского), представляет собой плоские равнины мохово-лишайниковых тундр с заболоченностью до 40%, характеризуется сплошным распространением высокольдистых многолетнемерзлых грунтов со среднегодовой температурой от -3 до -7,5°С и мощностью более 100 м.

В пределах территории широко распространены подземные льды - жильные и пластовые, мощностью до 10-15м, последние особенно характерны для Ямала и Гыдана. Широко развиты площадные криогенные процессы: солифлюкция, морозобойное растрескивание, термоэрозия, термокарст, пучение, криопэги (незамерзшие линзы высокоминерализованных вод).

В климатическом отношении область характеризуется следующими параметрами: число актированных дней за год более 40, число дней за год с силой ветра более 15 м/с более 30, число дней за год с осадками 180-200; число дней за год с метелями более 90; число суток, необходимых для промерзания болот и озер до величины, позволяющей прохождение строительной техники, менее 50 -болота, менее 60 -озерах в естественных условиях и менее 20 -болота со снятым снежным покровом.

В социально-экономическом отношении область неосвоена.

Природные факторы, осложняющие строительство и эксплуатацию магистральных трубопроводов: суровые климатические условия; наличие низкотемпературных высокольдистых многолетнемерзлых грунтов, подземных льдов, криопэгов, площадных криогенных процессов; изменение физико-механических свойств мерзлых грунтов при оттаивании.

Строительство возможно в течение всего года в зависимости от региональных и местных условий, среди инженерных мероприятий, проводимых при строительстве и эксплуатации трубопроводов обязательны:

- минимальные нарушения естественных условий в полосе трассы;
- подготовка и улучшение основания трубопровода и вдольтрассовых технологических проездов;
- организация регулируемого стока поверхностных вод;
- регулирование теплового режима взаимодействия сооружения с окружающей средой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геокриологический прогноз для Западно Сибирской газоносной провинции. Наука СО Новосибирск. 1983, 180 с.

2. Геокриологические условия Западно-Сибирской газоносной провинции, Наука СО. Новосибирск. 1983. 196 с.

3. Западная Сибирь. АН СССР. М.,1963 с.

4. Инженерная геология СССР. т.2 Западная Сибир. МГУ. М-1976 с.

5. Ландшафты криолитозоны Западно-Сибирской газоносной провинции. Наука СО.Новосибирск. 1983, 164 с.

6. Рекомендации по инженерно-строительной типизации территории СССР для строительства магистральных трубопроводов. Р 497-83 ВНИИСТ. М, 1983-37 с.

7. Руководство по разработке системы строительно-инженерно-геологической классификации для сооружения трубопроводов. Р 380-80. ВНИИСТ, М, 1980. 38 с.

8. Трофимов В.Т. Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Западно-Сибирской плиты МГУ. М. 1977. 277 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение . . . . . .

I. Общие положения . . . . . .

2. Особенности природных условий Западно-Сибирской равнины . . . . . .

3. Карты инженерно-строительного районирования для газонефтепроводного строительства . . . . . .

4.

3.1. Карта ландшафтного районирования . . . .

3.2. Карта строительно-климатического районирования . . . . . .

3.3. Карта инженерно-геологического районирования . . . . . .

3.4. Карта районирования по условиям проходимости строительной техники . . . .

3.5. Карта социально-экономического районирования . . . . . .

3.6. Карта инженерно-строительного районирования. . . . . .

Литература . . . . . .

С П И С О К

подрисуночных подписей.

Рис. 1 Карта типизации инженерно-геологических условий.

Рис. 2 Карта ландшафтного районирования.

Рис.3 Карта строительно-климатического районирования.

Рис.4 Карта инженерно-геологического районирования.

Рис.5 Карта районирования по условиям проходимости строительной техники (сроки промерзания болот)

Рис.6 Карта социально-экономического районирования.

Рис.7 Карта инженерно-строительного районирования.

gost.e-ecolog.ru