

ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ**ИЗЫСКАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ**

Дата введения 1989-03-30

РАЗРАБОТАНЫ Союздорнии и Омским филиалом Союздорнии Минтрансстроя при участии СибЦНИИСа и Союздорпроекта Минтрансстроя, Свердловского филиала Гипротюменнефтегаза Миннефтепрома, Института географии Сибирского отделения АН СССР, СибАДИ Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР.

Исполнители: кандидаты технических наук Б.И.Попов (руководитель работы), А.С.Плоцкий, А.С.Баранковский, Ю.Н.Высоцкий, В.М.Бескровный, Б.В.Белоусов, Н.К.Ланецкий, Ю.Е.Никольский, инженеры Л.Б.Зотова, А.П.Казаков, С.М.Козырев, Г.Б.Линевич, Г.Э.Бруг (Омский филиал Союздорнии); кандидаты технических наук Г.Д.Михайлов, А.П.Глызин, инж. Н.Н.Садовская (Свердловский филиал Гипротюменнефтегаза); кандидаты технических наук А.А.Цернант, А.С.Потапов, инженеры Е.Ф.Казначеева, Ю.Г.Ефимов (СибЦНИИС); д-р геогр. наук В.Р.Алексеев, канд. геогр. наук В.В.Кравченко (Институт географии СО АН СССР); д-р техн. наук В.Д.Казарновский, инж. Ю.М.Львович, кандидаты технических наук А.Г.Полуновский, Б.П.Брантман (Союздорнии); канд. техн. наук В.Д.Браславский (Союздорпроект); кандидаты технических наук Н.М.Тупицын, В.А.Давыдов (СибАДИ) при участии инженеров В.С.Русакова, В.Н.Брызгунова, Ю.В.Петешова, А.А.Лыткина, канд. техн. наук О.Г.Бабака (Омский филиал Союздорнии); инженеров М.Г.Раткевич, Ю.П.Куркина, З.М.Палькиной (СибЦНИИС); Б.А.Знаменского, В.Н.Храмцова (Свердловский филиал Гипротюменнефтегаза).

ВНЕСЕНЫ Союздорнии и Омским филиалом Союздорнии.

ПОДГОТОВЛЕННЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главным научно-техническим управлением Минтрансстроя.

С введением в действие ВСН 84-89 "Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты" утрачивают силу "Инструкция по изысканию, проектированию и строительству автомобильных дорог в районах вечной мерзлоты" ВСН 84-75, Дополнение N 1 к ВСН 84-75, "Инструкция по проектированию и строительству автомобильных дорог для обустройства нефтяных и газовых месторождений на севере Тюменской области и в других районах тундры с аналогичными условиями" ВСН 201-85.

СОГЛАСОВАНЫ с Госстроем СССР N МЧ-4517-8 от 26.12.88, Мингазпромом N РВ-501 от 19.05.88, Миннефтепромом N ШД-210 от 01.03.88.

УТВЕРЖДЕНЫ письмом Министерства транспортного строительства от 13 марта 1989 г. N АВ-110

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Область применения

1.1. Настоящие нормы предназначены для руководства при изысканиях, проектировании и строительстве автомобильных дорог общего пользования, промышленного и сельскохозяйственного назначения в районах вечной мерзлоты (рис.1).

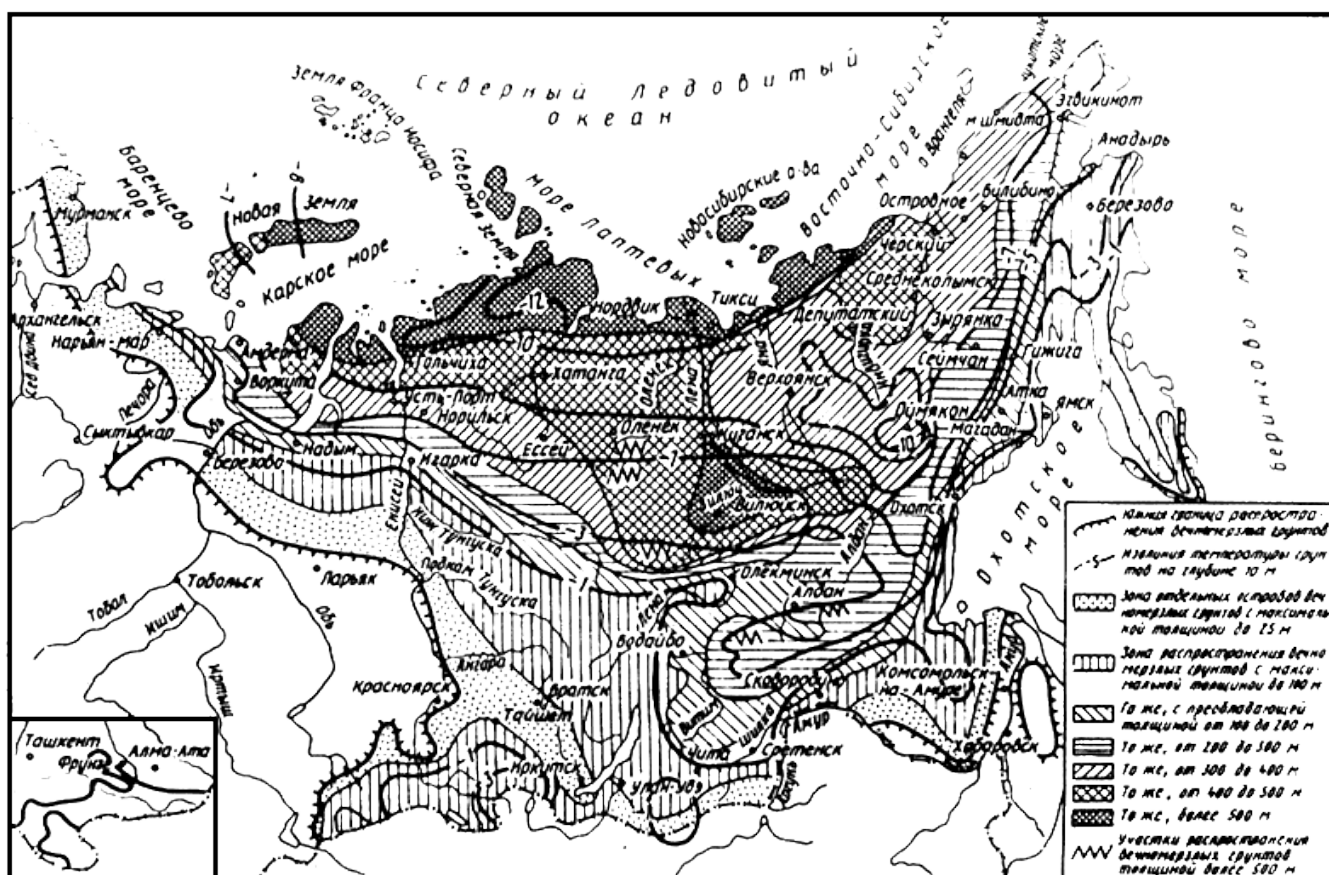


Рис.1. Схематическая карта распространения вечномёрзлых грунтов на территории СССР

1.2. В нормах отражены лишь специфические требования, связанные с особыми природными условиями зоны вечной мерзлоты, поэтому при разработке проектно-технологических решений необходимо руководствоваться общими требованиями СНиПа по проектированию автомобильных дорог, СНиПа по проектированию мостов и труб, СНиПа по строительству автомобильных дорог, СНиПа по проектированию оснований и фундаментов на вечномёрзлых грунтах, СНиПа по проектированию магистральных трубопроводов.

1.3. При разработке проектов на строительство автомобильных дорог в том или ином районе зоны вечной мерзлоты следует осуществлять инженерно-геокриологический прогноз с учетом опыта строительства и эксплуатации автомобильных дорог в этом районе и других с аналогичными условиями.

Инженерно-геокриологический прогноз предусматривает общую оценку возможного проявления криогенных процессов, их масштабов и интенсивности на отдельных участках проектируемых

автомобильных дорог, а также расчеты ореолов оттаивания (промерзания) и величины деформаций осадки (пучения) в поперечном профиле дорожных конструкций.

1.4. В новых, осваиваемых районах, на сложных и особо сложных в инженерно-геологическом отношении участках местности необходимо проводить круглогодичные стационарные наблюдения за температурным и влажностным режимами, деформациями осадки (пучения) дорожных конструкций на специально организуемых постах и опытных участках в соответствии с рекомендуемым приложением 1.

1.5. При разработке проектов на строительство автомобильных дорог в зоне вечной мерзлоты следует руководствоваться Указом Президиума Верховного Совета СССР "Об усилении охраны природы в районах Крайнего Севера и морских районах, прилегающих к северному побережью СССР" от 6 декабря 1984 г. N 306-р.

Дорожно-климатическое районирование

1.6. В зоне вечной мерзлоты, относящейся согласно СНиП 2.05.02-85 к 1 дорожно-климатической зоне, необходимо различать три дорожно-климатические подзоны по следующим общим признакам: климатическим условиям, влажности грунтов деятельного (сезоннооттаивающего) слоя, его мощности, характеру распространения и температуре вечномерзлых грунтов.

Приблизительные географические границы дорожно-климатических подзон приведены на рис.2, а их характеристика дана в табл.1.

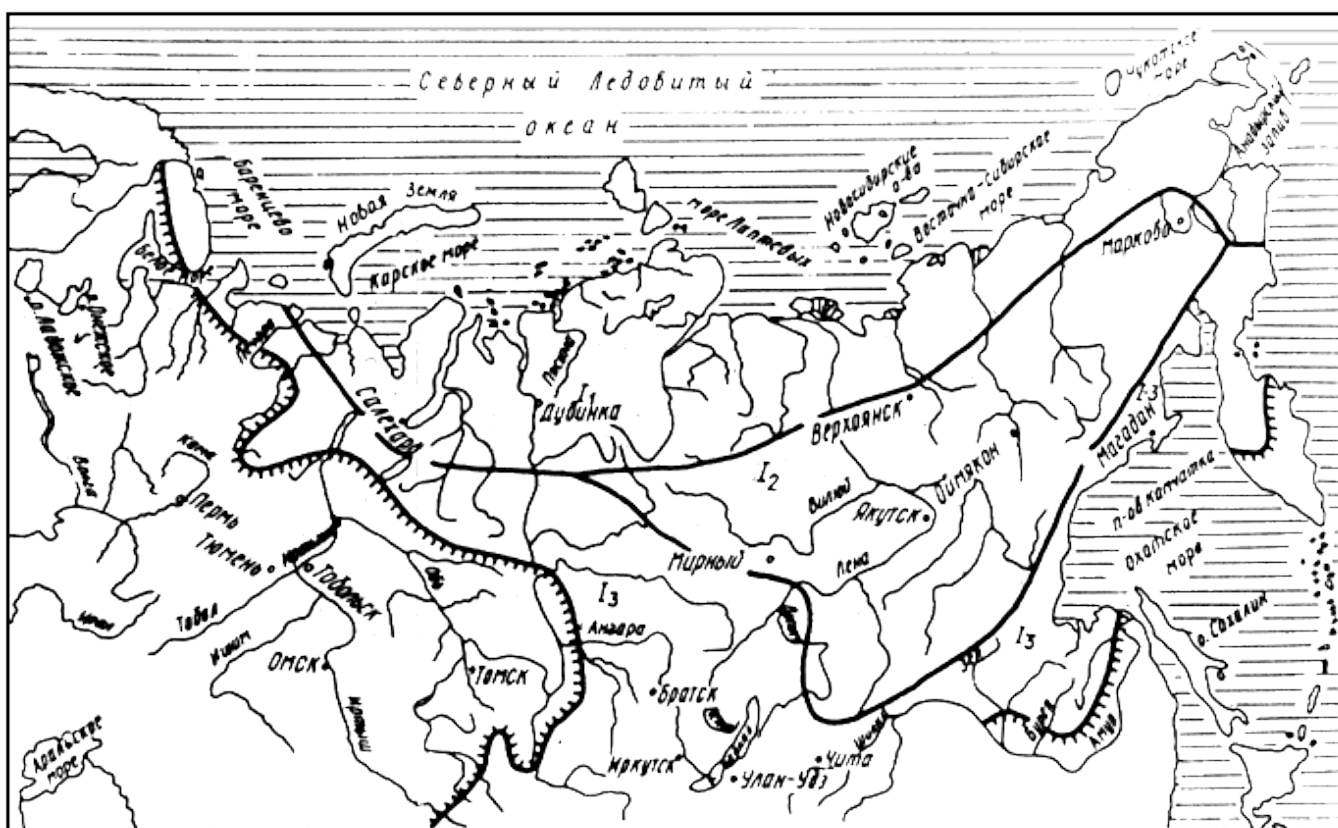


Рис.2. Схематическая карта подзон распространения вечномерзлых грунтов в I дорожно-климатической зоне: I_1 - северная подзона низкотемпературных вечномерзлых грунтов (НТВМГ) сплошного распространения; I_2 - центральная подзона НТВМГ сплошного распространения;

I₃ - южная подзона высокотемпературных вечномерзлых грунтов (ВТВМГ) островного и частично сплошного распространения

Таблица 1

Характеристика	Дорожно-климатическая подзона		
	I ₁	I ₂	I ₃
Территории, входящие в подзону. Рельеф	Тундровые, лесотундровые. Пятнистый и мелковсхолмленный микрорельеф	Таежные. Горный и грядово-сопочный рельеф	Таежные, лесостепные, степные, побережье Баренцева и Охотского морей. Рельеф равнинный и холмистый в западной части, горно-холмистый - в восточной
Распространение вечномерзлых грунтов мощностью, м	Сплошное, 100-500 и более	Сплошное, 100-500	Преимущественно островное, 25-200
Температура вечномерзлых грунтов, °С	От минус 1,5-3 до минус 12 (на глубине 10-12 м)	От минус 1,5-3 до минус 7	От 0 до минус 1,5-3
Мощность сезоннооттаивающего слоя, м	0,4-2 (преимущественно менее 1)	0,6-3	≥ 3
Преобладающие грунты	Глинистые, пылеватые, торфоглинистые	Скальные, щебенистые, гравийно-галечниковые, песчаные, глинистые	Скальные, щебенистые, глинистые пылеватые, торфоглинистые, песчаные в западной части, щебенистые, галечниковые, глинистые - в восточной
Среднегодовая относительная влажность грунтов, доли влажности на границе текучести $\frac{W}{W_T}$	>1	0,7-1	0,7-1
Мерзлотные процессы и явления	Мерзлые льдистые торфяники на территории океанического влияния (север европейской части и Западной Сибири, Чукотка, Камчатка); выходы сухо-, сыпуче-, твердо- и пластичномерзлых мелкозернистых песков. Высокое содержание льдов различных типов с неглубоким залеганием. Широкое распространение термокарстовых образований, приуроченных преимущественно к сильнольдистым грунтам, залежам повторножильного и инъекционного льда	Подземные льды разных типов, широко распространенные на низменных равнинах с развитым термокарстом	Подземные льды, преимущественно инъекционные, сезонные и многолетние, только в долинах рек. Единичные термокарстовые образования, приуроченные к долинам рек

Криогенные процессы	Интенсивное развитие бугров пучения, морозобойного растрескивания, солифлюкции, пятнообразований	Морозобойное растрескивание, пучение, наледообразование на реках (особенно в северо-восточной части района)	Сезонные бугры пучения, наледообразование
---------------------	--	---	---

Примечания: 1. В горных районах в связи с вертикальной зональностью необходимо учитывать изменение природно-климатических условий по мере увеличения высоты пояса.

2. В гористой местности вечномерзлые грунты, как правило, встречаются на склонах северной экспозиции, в пониженных затененных местах и на заболоченных участках.

1.7. При выработке проектных и технологических решений по трассам автомобильных дорог в каждой дорожно-климатической подзоне следует различать три типа местности по условиям увлажнения грунтов основания и мерзлотно-грунтовым признакам (табл.2).

Таблица 2

Характеристика	Тип местности по условиям увлажнения		
	1-й	2-й	3-й
Условия увлажнения грунтов	Сухие места. Поверхностный сток обеспечен; надмерзлотные воды не оказывают существенного влияния на увлажнение верхней толщи грунтов	Сырые места. Поверхностный сток не обеспечен; в летний период возможно избыточное увлажнение грунтов в сезоннооттаивающем слое поверхностными и надмерзлотными водами	Мокрые места. Поверхностный сток не обеспечен; в летний период постоянное избыточное увлажнение грунтов в сезоннооттаивающем слое поверхностными и надмерзлотными водами
Характеристика рельефа	Каменистые возвышенности, сопки с крутыми склонами, гравийно-галечниковые и песчаные косы	Плоские водоразделы, горы с пологими склонами и со шлейфами	Мари, заболоченные тальвеги, замкнутые впадины с развитым моховым покровом и торфом
Мощность сезоннооттаивающего слоя, м	>2,5	1,0-2,5	<1
Тип грунтов	Крупнообломочные, гравийно-галечниковые, песчаные, супесчаные	Песчаные, глинистые, биогенные	Глинистые, торфяные, возможно наличие подземных льдов
Характеристика грунтов	Массивная текстура, непросадочные или талые с относительной влажностью ниже $0,77 W_T$	Массивная и слоистая текстура, малольдистые и малопросадочные с относительной влажностью $(0,77 \pm$	Слоистая и сетчатая текстуры, льдистые и сильнольдистые, просадочные и сильнопросадочные с относительной влажностью

Мерзлотные процессы и явления	Отсутствуют	1) W_T Заболачивание, сезонные бугры пучения	выше W_T Заболачивание, многолетние бугры пучения, торфяники, термокарст, солифлюкция
-------------------------------	-------------	---	--

1.8. Грунты сезоннооттаивающего слоя и вечномерзлой толщи в каждом типе местности должны иметь характеристики суммарной влажности, льдистости и степени просадочности при оттаивании согласно табл.3.

Таблица 3

Категория просадочности грунта	Тип грунта по льдистости и просадочности в сезонно-оттаивающем слое и подстилающей вечномерзлой толще	Относительная осадка при оттаивании и льдистости за счет ледяных включений в вечномерзлой толще, доли единицы	Суммарная влажность, доли единицы			
			песков мелкозернистых	песков пылеватых, супесей легких	супесей, суглинков, глин	торфа
I	Без ледяных включений, непросадочный	0-0,01	<0,18	<0,20	<0,20	-
II	Малольдистый, малопросадочный	0,01-0,10	0,18-0,25	0,20-0,40	0,20-0,40	<2
III	Льдистый, просадочный	0,10-0,40	>0,25	>0,40	0,40-1,10	2-12
IV	Сильнольдистый, сильнопросадочный	0,40-0,60	-	-	>1,10	>12
V	С крупными включениями подземного льда, чрезмерно просадочный	0,60-1,00	-	-	>1,10	>12

2. ИЗЫСКАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Общие требования

2.1. Инженерные изыскания на трассе автомобильных дорог выполняют в соответствии с общими требованиями СНиП 1.02.07-87, СНиП 2.02.04-88, СНиП 2.05.02-85 и настоящих норм.

2.2. Инженерные изыскания проводят в две стадии (что определяется стадийностью

проектирования): изыскания для проекта и для рабочей документации. При составлении рабочего проекта изыскания проводят в одну стадию согласно СНиП 1.02.07-87.

2.3. Инженерные изыскания включают в себя комплекс геодезических, геологических и гидрометеорологических работ, выполняемых в подготовительный, полевой и камеральный периоды.

Объем изыскательских работ на каждой стадии корректируют в зависимости от сложности топографических, геологических и гидрометеорологических условий с учетом степени изученности и освоенности района изысканий.

2.4. В результате проведения изысканий должны быть получены материалы, достаточные для сравнения вариантов трассы, проектирования автомобильной дороги со всеми необходимыми сооружениями и определения стоимости ее строительства

Инженерно-геодезические работы при технических изысканиях

2.5. Технические изыскания содержат комплекс геодезических, топографических и картографических работ, выполняемых аэрофотосъемкой и наземными методами, и включают в себя: камеральное и полевое трассирование автомобильных дорог, ситуационную съемку полосы местности вдоль трассы; топографическую съемку переходов трассы через водотоки, водоемы, существующие коммуникации; плано-высотную привязку горных выработок и различных точек полевых измерений и наблюдений (геофизических, гидрогеологических, температурных, гидрологических и др.).

2.6. Камеральное трассирование осуществляют по топографическим картам и планам в масштабе 1:10000-1:25000 с использованием инженерно-геологических и геокриологических карт и схем дешифрирования аэрофотоматериалов. При выборе трассы можно применять ландшафтно-индикационный метод согласно рекомендуемому приложению 2.

2.7. Трассу следует проектировать на наиболее сухих участках по террасам и склонам южной экспозиции, на крупнообломочных скальных, песчаных и гравелистых грунтах.

При выборе вариантов в горной и пересеченной местности предпочтение отдают водораздельным и долинным ходам по надпойменным террасам и наветренным пологим склонам южной экспозиции в пределах средней или верхней трети косогора.

В долинах трассу прокладывают на расстоянии не менее 50-60 м от подошвы возвышенности из условия уменьшения снеготранспортируемости дороги и ее удаления от мест возможных мощных отложений снега, приводящих к образованию лавин на косогорных участках.

2.8. При трассировании необходимо обходить участки с неблагоприятными мерзлотными и грунтово-гидрогеологическими условиями (близкое залегание подземных льдов; наледные участки; крупные бугры и гряды пучения; склоны, подверженные солифлюкции; участки с льдонасыщенными грунтами, термокарстом и многочисленными термокарстовыми озерами).

2.9. При выборе положения трассы следует отдавать предпочтение участкам с минимальной высотой снежного покрова, выявляемым снегомерной съемкой.

2.10. Вопрос о прокладке трассы в обход населенных пунктов или через них решает в каждом конкретном случае проектная организация совместно с планирующими органами местных, республиканских, краевых, областных и районных исполкомов советов народных депутатов.

2.11. Трассу на местности по высоте следует закреплять постоянными и временными мерзлотными реперами. Постоянные реперы предусматривают не реже чем через 1 км, а временные - через 2 км. Постоянные реперы устанавливают также на переходах через водотоки, на опытных участках и наблюдательных постах (см. рекомендуемое приложение 1).

Инженерно-геологические изыскания

2.12. Состав и объем работ при инженерно-геологических изысканиях определяются стадией проектирования, сложностью мерзлотно-грунтовых условий, степенью их изученности и устанавливаются программой работ, составленной на основе задания заказчика.

2.13. По сложности мерзлотно-грунтовых условий выделяют участки:

простые - с однородной ландшафтной обстановкой; с простым микрорельефом; без мерзлотных процессов и явлений, торфяников, марей и озер; с преобладающим однородным грунтовым разрезом при глубоком расположении грунтовых вод или их отсутствии;

сложные - с однородной ландшафтной обстановкой; с усложненным микрорельефом; с болотами, торфяниками, марями и озерами; с преобладающим неоднородным грунтовым разрезом и переменным уровнем водоносных горизонтов;

особо сложные - с неоднородной ландшафтной обстановкой; со сложным микрорельефом; с торфяниками, марями, озерами, сильнольдистыми грунтами и подземными льдами в верхних слоях грунтового разреза и широким развитием мерзлотных процессов и явлений.

2.14. При выборе направления трассы автомобильной дороги осуществляют:

сбор, анализ и обобщение данных о природных условиях района строительства из материалов ранее выполненных изысканий или литературных источников;

инженерно-геокриологическую рекогносцировку или мелкомасштабную инженерно-геологическую съемку;

поисково-оценочные работы по выявлению грунтовых карьеров и резервов.

2.15. Аэрофотоматериалы дешифрируют на основе ландшафтно-индикационного метода. По результатам дешифрирования составляют предварительную карту природно-территориальных комплексов (ПТК), ландшафтно-индикационные таблицы и предварительную инженерно-геокриологическую карту-схему в масштабе 1:25000 с контурами перспективных участков притрассовых карьеров.

2.16. Полевые работы для выбора направления трассы не производят, если на район строительства имеются материалы инженерно-геологических съемок прошлых лет в масштабе не менее чем 1:200000.

2.17. В тех случаях, когда имеющиеся материалы не позволяют выбрать оптимальную трассу или возникает необходимость уточнения вариантов, следует выполнить инженерно-геологическую рекогносцировку или мелкомасштабную мерзлотную съемку.

2.18. В результате мерзлотной съемки должны быть установлены:

участки распространения мерзлых и талых грунтов, марей, озер, мерзлотных процессов и явлений;

литологические разрезы; типы грунтов по литологическим видам и строительным свойствам; генезис, состав, криогенное строение, суммарная влажность, льдистость, плотность, засоленность грунтов; сжимаемость грунтов сезоннооттаивающего слоя; просадочность мерзлых грунтов при оттаивании;

уровень поверхностных и подземных вод, их агрессивность и коррозионная активность;

тип местности по увлажнению и мерзлотно-грунтовым условиям;

карьеры месторождений грунтов, применяемых для сооружения земляного полотна;

данные для общего геокриологического прогноза.

2.19. Оптимальный вариант трассы необходимо выбирать по карте ПТК или инженерно-геокриологической карте-схеме с учетом топографических и геокриологических условий, мерзлотного прогноза, рекомендуемого принципа использования вечномерзлых грунтов, принятых конструктивных решений и технико-экономических показателей.

2.20. Для выбранного варианта трассы составляют продольный профиль с инженерно-геологическими данными, выделяют участки индивидуального проектирования, а также фиксируют местоположение искусственных сооружений.

2.21. При изысканиях на выбранном варианте необходимо выполнять: мерзлотную съемку в комплексе с инженерно-геологическими и гидрологическими исследованиями; детальную инженерно-геологическую разведку; инженерно-геологическое опробование; разведку грунтов для земляного полотна и материалов для дорожных одежд.

2.22. В процессе мерзлотной съемки следует при необходимости проводить аэровизуальные наблюдения, геофизические исследования, проходку горных выработок и опробование грунтов.

2.23. Масштаб съемки следует устанавливать 1:5000, на топографической основе также 1:5000; в особо сложных условиях масштаб может быть 1:2000.

2.24. Аэрофотоснимки должны быть выполнены в масштабе 1:4000-1:10000. По результатам дешифрирования аэрофотоматериалов составляют карту инженерно-геологических условий трассы в масштабе 1:5000.

2.25. Инженерно-геологическую съемку вдоль трассы необходимо выполнять в пределах полосы шириной 200 м на простых и сложных участках; в особо сложных условиях ширину полосы следует увеличить до 500 м. Участки проявления неблагоприятных инженерно-геологических и мерзлотных процессов должны быть оконтурены полностью, даже если выходят за рекомендуемые границы полосы съемки.

2.26. При плохой проходимости местности съемку допускается производить методом ключевых участков. Ключевые участки следует назначать так, чтобы они охватывали все типы ПТК, районы залегания наиболее распространенных типов мерзлых и талых грунтов, зоны проявления основных физико-геологических и мерзлотных явлений и процессов. Количество ключевых участков определяют индивидуально, но каждый тип ПТК должен быть изучен не менее чем на двух ключевых участках. Размер ключевых участков принимают 0,1-0,3 км², масштаб съемки на них - 1:2000. На ключевых

участках выполняют все виды работ, входящие в мерзлотную съемку.

2.27. Выявление и оконтуривание мест распространения мерзлых пород, таликов, подземных льдов, а также измерение температуры грунтов осуществляют геофизическими методами - электропрофилированием (ЭП), вертикальным электрическим зондированием (ВЭЗ), термокаротажем.

Электропрофилирование проводят по оси трассы на сложных и особо сложных участках; вертикальное электрическое зондирование и термокартаж грунтов в скважинах предусматривают на всех ключевых участках, а также на мостовых переходах, в районах расположения водопропускных труб, в местах индивидуального проектирования.

Толщину снежных отложений и запасы влаги в бассейнах водосбора определяют радиолокационным зондированием территории в пределах полосы аэрофотосъемки. Полученные данные используют для выбора и назначения типов водопропускных сооружений.

2.28. Горные выработки располагают по выбранному направлению трассы на всех характерных участках с учетом результатов электропрофилирования и вертикального электрического зондирования. Глубину выработок назначают следующим образом: шурфов - в зависимости от глубины сезонного оттаивания - 1-3 м; зондировочных скважин - до минерального дна торфяников и марей плюс 1 м, но не менее 3 м; опорных и контрольных скважин - до глубины нулевых годовых амплитуд, но не менее 10 м.

2.29. Количество горных выработок при мерзлотной съемке назначают в зависимости от сложности мерзлотно-грунтовых условий и масштаба съемки, руководствуясь данными табл.4.

Таблица 4

Мерзлотно-грунтовые условия	Масштаб съемки	Количество выработок	
		на 1 км трассы	на 1 ключевой участок
Простые	1:5000	4	12
Сложные	1:5000	6	18
Очень сложные	1:5000 или 1:2000	Согласно программе	

2.30. Для детальной инженерно-геологической разведки назначают:

на участках с развитием термокарста, на марях, при наличии подземных льдов, на косогорных участках - три-пять выработок на один поперечник, количество которых должно быть не менее трех на 1 км;

по оси малых мостов и труб длиной до 25 м - две, а более 25 м - три выработки на требуемую глубину;

по оси средних и больших мостов - под каждой опорой на требуемую глубину.

2.31. На участках, где проектируют выемки глубиной до 3 м и длиной 300 м, проходят не менее двух скважин на глубину на 2-2,5 м ниже ориентировочных проектных отметок проезжей части. Участки выемок глубже 3 м обследуют по индивидуальным программам.

На косогорных участках при глубине выемки более 3 м скважины закладывают по поперечникам: первую - на оси дороги, вторую - в месте пересечения нагорного откоса выемки с поверхностью склона. Для полувыемки-полунасыпи необходимо предусматривать три выработки на поперечнике (третья выработка - в низовой части откоса).

2.32. Образцы грунта для лабораторного определения их физико-механических и теплофизических свойств отбирают из опорных, контрольных и разведочных скважин в количестве, достаточном для характеристики каждого инженерно-геологического элемента, согласно СНиП 2.02.01-83 и ГОСТ 20522-75. При отсутствии предварительных данных об однородности грунтов пробы для исследований необходимо брать в скважинах из каждого слоя грунта.

2.33. Для каждого вида грунта следует определять его классификационные характеристики согласно ГОСТ 25100-82, а также криогенную текстуру, суммарную влажность, льдистость, просадочность при оттаивании, коэффициент теплопроводности, теплоемкость, температуру начала замерзания, количество незамерзшей воды.

2.34. При наличии подземных вод в разрезе по трассе должно быть взято не менее трех проб из каждого водоносного горизонта для химического анализа в целях определения коррозионной активности согласно ГОСТ 9.015-74* и агрессивности по отношению к бетону - по СНиП II-28-73.

2.35. При изысканиях следует изучать грунты полевыми методами: статическим и динамическим зондированием, прессиометрией, вращательным срезом, испытанием мерзлых грунтов статическими нагрузками (термоштампом). Состав и методика работ должны быть отражены в программе, причем прессиометрию и испытание грунтов статическими нагрузками следует предусматривать лишь в местах, где проектируются искусственные сооружения.

2.36. Разведка месторождений грунтов для земляного полотна в первую очередь должна проводиться в пределах полосы выбранного варианта трассы. Карьеры и резервы необходимо разведывать в пределах сквозных и несквозных таликов с мощностью полезного слоя талого грунта не менее 2 м. При необходимости закладки карьеров в мерзлых грунтах предварительно следует оценить сложность их разработки как в летний, так и зимний период.

2.37. Разведка месторождений грунтов включает: горно-буровые и геофизические работы, опробование грунтов, лабораторные исследования.

Горно-буровые работы следует производить по сетке категории запасов C_1 (табл.5) до предполагаемой глубины карьера или резерва. Перед началом горно-буровых работ может быть выполнено электропрофилирование по осям предполагаемого карьера. В результате опробования грунтов следует определять: для песков - естественную влажность, классификационные показатели, оптимальную влажность и максимальную стандартную плотность, коэффициент фильтрации в уплотненном состоянии, а для мерзлых грунтов, кроме перечисленных характеристик, - суммарную влажность и льдистость, в том числе за счет ледяных включений, криогенную текстуру.

Мерзлотные условия	Тип месторождения	Расстояние, м, между	
		линиями	выработками
Простые, а также грунты талые	I	200	200
	II	150-200	75
	III	100	50
Сложные, очень сложные	I	100-200	100
	II	100-150	50-75
	III	50-100	25-50

2.38. На месторождениях, предназначенных для разработки способом гидромеханизации, дополнительно определяют содержание легкорастворимых солей и растительных остатков, степень окатанности частиц. Устанавливают степень засоренности карьера и группу грунтов по трудности разработки землесосными снарядами.

При размещении карьера в пределах подрусовых или подозерных таликов необходимо их оконтуривать с выявлением участков, подверженных сезонному промерзанию дна водотока или водоема при снижении уровня воды зимой и примерзании ледяного покрова ко дну. Для таких участков группу грунта по трудности разработки землесосными снарядами устанавливают в соответствии с требованиями СНиП IV-5-84 по расчетному или фактическому (определенному на основе фотографии рабочего процесса) удельному расходу воды на 1 м³ грунта, включая процесс размыва слоя сезонного промерзания или талика, в том числе предварительное разрыхление мерзлого слоя буровзрывным или механическим способом.

2.39. С целью установить наличие в районе строительства материалов требуемого для дорожных одежд качества ведут разведку месторождений песка, гравия и камня. Качество исходного материала для организации притрассовых карьеров определяется соответствующими ГОСТами. При отсутствии в районе, прилегающем к строительству дороги, местных строительных материалов требуемого качества используют строительные материалы из промышленных карьеров.

2.40. На выявленных в процессе изысканий наледных участках выполняют буровые, геофизические, а также специальные опытно-фильтрационные работы в объеме, необходимом для количественного прогноза наледообразования и проектирования земляного полотна, водопропускных сооружений, противоналедных устройств и определения противоналедных мероприятий.

2.41. Буровые и геофизические работы проводят для выявления и оконтуривания зон выхода подземных и надмерзлотных вод, установления характеристик водоносных горизонтов, мерзлотно-грунтовых условий участка. При этом количество и размещение скважин и точек геофизического зондирования определяют в зависимости от типа проектируемых противоналедных устройств:

для дренажно-водоотводных сооружений - на оси дрен и коллекторов через 40-50 м (точки геофизического зондирования) и 75-100 м (скважины), но не менее чем по 2 в пределах дрены и коллектора;

для противоналедного вала - 3-5 скважин глубиной 5 м по оси вала;

для мерзлотного пояса - 2-3 скважины глубиной, равной глубине прогнозируемого сезонного оттаивания, но не менее 3 м по оси пояса.

Для регуляции русла и проектирования утепленных водоотводных лотков предусматривают выработки при необходимости уточнения поперечного и продольного разрезов долины и наличия подруслового потока.

Опытно-фильтрационные работы назначают в отдельных случаях для оценки водопроницаемости пород водоносного пласта, его мощности, направления и скорости фильтрации.

2.42. По результатам выполненных изысканий по трассе следует составлять:

карты трассы и ключевых участков в масштабе 1:10000;

карты инженерно-геологических условий и карты инженерно-геологического районирования трассы в масштабе 1:10000; карты ПТК - 1:10000; геокриологическую карту вдоль магистрального хода трассы - 1:10000; инженерно-геологические разрезы ключевых участков, инженерно-геокриологический разрез трассы по основному направлению; геоэлектрические разрезы; сводные таблицы физических, теплофизических и механических свойств грунтов; паспорта месторождений грунтов; таблицы, ведомости и графики, составленные на основе полевых исследований свойств грунтов, температурных и других стационарных наблюдений; таблицы и графики теплотехнических расчетов и мерзлотного прогноза.

Требования к инженерно-гидрометеорологическим изысканиям

2.43. Инженерно-гидрометеорологические изыскания следует производить в соответствии с общими требованиями СНиП 1.02.07-87, СНиП 2.01.14-83, наставлениями Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды и настоящих норм.

2.44. Гидрометеорологические изыскания включают в себя: сбор, анализ и обобщение данных о гидрологических и метеорологических условиях района строительства, в том числе материалов ранее выполненных изысканий; рекогносцировку и выбор мест переходов через водотоки; гидрологические и метеорологические наблюдения и исследования; работы по определению гидрографических и морфологических характеристик; установление требуемых для проектирования расчетных гидрометеорологических параметров.

2.45. Объем и состав гидрометеорологических изысканий в каждом конкретном случае устанавливаются заданием и зависят от сроков их проведения, степени изученности района, сложности

объекта строительства и специфических условий формирования гидрометеорологического режима.

2.46. В результате гидрометеорологических изысканий должны быть получены следующие данные: инженерно-гидрометеорологические условия в районе проложения трассы; гидрологические и климатологические характеристики, необходимые для проектирования; региональные особенности пересекаемых водотоков; возможные изменения гидрометеорологических условий территории и акватории.

2.47. Предварительный сбор данных осуществляют в подготовительный период, при этом необходимо проанализировать и обобщить: материалы гидрометеорологических исследований района прошлых лет; материалы гидрологических изысканий района проложения трассы автомобильной дороги в местах пересечений с постоянными водотоками, необходимые для назначения отверстий мостов, основных размеров регуляционных сооружений, отвалов и берегоукрепительных конструкций, а также подходов к мостам; результаты многолетних метеорологических наблюдений в районе проложения трассы (температурный режим в течение года; направление и сила ветра по месяцам; количество осадков; глубина промерзания (оттаивания) грунтов; даты первых и последних заморозков, первых морозов, образования и схода снежного покрова; сведения о тумане, гололеде, снегопереносе, ледоходе, заторе русел и карчеходе).

2.48. В полевой период должны быть получены гидрологические характеристики водотоков разными методами, в том числе с помощью временных пунктов наблюдений.

Во время половодья или паводков следует определять расход, скорость и направление течения воды, уклон водной поверхности, характеристику ледохода. В беспаводочный период необходимо проводить морфометрические работы: разбивку и съемку морфометрических створов; установление уровней меженных и высоких вод, времени и уровня ледостава, низкого и высокого ледохода; съемку продольного профиля (с отметками глубин реки); выявление ситуационных характеристик.

2.49. При изысканиях мостовых переходов через водотоки дополнительно проводят гидрологические исследования, руководствуясь наставлениями по изысканию и проектированию мостовых переходов ЦНИИСа и Главтранспроекта Минтрансстроя, с целью выявить следующие особенности режима рек:

прохождение паводков и ледохода поверх ледяного покрова, в частности двухлетнего; образование ледяных заторов, а также подпоров воды при таких паводках и под влиянием других факторов;

наличие ледяных заторов и подпоров воды, возникающих вследствие одновременного вскрытия рек, текущих с юга на север;

наличие глубинных и боковых размывов, спрямление русла и другие деформации, вызванные проходом паводка при ледяном покрове и наледях;

расходы постоянных и периодически действующих водотоков в осенне-зимний период и их изменение; источники питания и их удаление от места перехода; уклоны русла и другие характеристики водотока (ширина и конфигурация русла, наличие растительности и условия снеготаносимости);

характер прохождения весеннего паводка (при наличии русловой наледи); интенсивность разрушения наледного льда;

образование наледей талых вод, их объем и мощность в случаях суточных или декадных переходов температуры воздуха через 0 °С;

возможные изменения расхода воды при прохождении водотока через сооружение при строительстве и эксплуатации последнего;

возможные места выхода селевых паводков в горных районах, вызванных бурным таянием снега.

2.50. При изысканиях переходов через обводненные лога выявляют: уклоны логов и их склонов, данные о подрусовых и грунтовых потоках (площади поперечных сечений подземных потоков, коэффициенты фильтрации грунтов, источники питания).

2.51. При выборе мест перехода через водотоки следует избегать участков с подземными льдами, криопэгами и мест возможного образования наледей (перекаты, устьевые участки рек и притоков, места с островами и староречьями, широкие заболоченные поймы), а также излучин, так как в период паводков здесь возможно спрямление русел. Как правило, для перехода надо выбирать узкие и глубокие русла с близким залеганием скальных пород, гравелистых и песчаных грунтов.

2.52. Окончательный выбор места перехода осуществляют на основе материалов инженерно-геологического обследования участка с выявлением подземных льдов, таликов и криопэгов и только после решения вопроса о возможности устройства опор приступают к подробным изысканиям. Как правило, опоры не допускается располагать над подземными льдами. В виде исключения возможно их строительство над подземными льдами в сухих логах с сохранением мерзлого состояния грунтов в их основании в процессе службы искусственного сооружения, а также на водотоках в районах с температурой вечной мерзлоты ниже минус 5 °С.

2.53. В случае, если на реках отсутствуют постоянные водомерные посты гидрометеорологической службы или данные ближайших станций не распространяются на район изысканий, следует проводить специальные стационарные гидрологические наблюдения в объеме, необходимом для проектирования мостовых переходов.

2.54. При камеральных работах на стадии проектирования мостовых переходов должны быть получены следующие материалы:

расчетные расход и уровень воды, предварительный расчет отверстий моста;

живые сечения с отметками горизонтов расчетных и меженных вод, уровней высокого ледохода, первой и высокой подвижек льда, средней и низкой меженей;

план бассейна с основными притоками, расположением существующих мостов, плотин и водомерных постов с таблицей гидрологических и гидравлических данных;

графики колебания уровней воды (многолетних и характерных);

продольный и поперечный профили реки с привязкой к оси перехода;

схемы существующих мостов с нанесением на них отметок горизонта меженных вод и расчетного горизонта высоких вод.

2.56. В материалах изысканий следует выделять участки, где наледи формируются как в естественной природной обстановке, так и при ее изменении в результате строительства (места с потенциальными условиями появления наледей).

К таким местам следует относить участки с подземными водами, горизонт которых стесняется при

промерзании; сильно заболоченные склоны; групповые выходы подземных вод (родники); устья водотоков, особенно места слияния нескольких водотоков; водотоки с распластанными руслами, небольшими глубинами и выступающими из воды грядами галечника; перекаты со скальными выступами и валунами; порожистые участки.

2.57. При изысканиях следует различать наледи, образующиеся в естественной природной обстановке:

а) подземных вод: ключевые - питающиеся постоянно действующими источниками подземных вод (для зоны вечной мерзлоты надмерзлотными и межмерзлотными водами); грунтовые - формирующиеся за счет вод, залегающих на первом от поверхности водоупорном горизонте;

б) поверхностных вод: речные - формирующиеся при послойном намораживании речных вод на поверхности ледяного покрова; озерные - формирующиеся при послойном намораживании озерных вод на поверхности ледяного покрова; наледи от таяния снега и льда в условиях частого перехода температур воздуха через 0 °С;

в) смешенных вод - формирующиеся на участках, где отмечается гидравлическая связь поверхностных и подземных вод.

2.58. Изыскания на наледных участках должны предусматривать: выбор наиболее рационального проложения трассы на местности (пересечение или обход наледных участков); проектирование мостов, труб и земляного полотна, конструкции которых не способствуют формированию наледей; проектирование противоналедных устройств в комплексе с типовыми сооружениями автомобильных дорог.

2.59. Аэрофотосъемку участков природных наледей осуществляют в пределах полосы шириной 1000 м в сочетании с аэровизуальным обследованием и при необходимости авиадесантными наблюдениями, в ходе которых производят инструментальную съемку участков выявленных наледей, уточняют степень их опасности. Работы выполняют в зимне-весенний период.

2.80. Для прогнозирования наледной опасности на участках постоянных водотоков, пересекаемых трассой, в начале зимы проводят их специальное гидрологическое обследование.

2.61. По результатам инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий участки, где предусматривается устройство выемок и полувыемок, необходимо оценивать с точки зрения возможности образования в них наледей подземных, в том числе надмерзлотных, вод.

2.82. При весеннем обследовании наледей на водотоках устанавливают:

морфометрические характеристики наледей (площадь, объем, среднюю и максимальную мощности льда) с плановой привязкой к местности и оси трассы;

форму поверхности наледей; наличие наледных бугров, трещин; толщину снежного покрова; цвет и характер слоистости льда;

наличие полыней, изливов воды через наледные бугры, температуру воды незамерзающих источников; ориентировочный расход воды, в том числе в русле водотока, выше и ниже наледей;

время формирования наледей (по опросу, косвенным признакам, результатам наблюдений на типичных участках); основные причины образования наледей.

2.63. При гидрологическом обследовании наледных водотоков в летне-осенний период и постоянных водотоков прогнозируемого наледообразования в начале зимы устанавливают:

гидрометрические характеристики (расход воды, скорость течения, ширину и глубину водотока), характер и уклон русла водотока;

участки выхода подземных вод на поверхность, температуру и химический состав воды;

характер ледяного покрова и его толщину, распределение снега, литологический состав русловых отложений.

2.64. При обследовании наледей подземных и надмерзлотных вод оценивают характер водоносного горизонта и условия выхода вод на поверхность.

Результаты обследования каждого участка заносят в паспорт с заключением о прогнозируемой степени опасности, возможном смещении трассы, конструкции, земляного полотна и водопропускных сооружений, возможных вариантах противоналедных мероприятий и сооружений, видах и объемах требуемых инженерно-геологических работ.

2.65. По результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий составляют краткое физико-географическое, климатическое и гидрометеорологическое описание района, определяют гидрологические и климатические характеристики трассы и составляют прогноз их возможных изменений.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Общие требования

3.1. Категории автомобильных дорог общего пользования, к которым относятся дороги общегосударственного, республиканского, краевого, областного и местного значения, назначают по приведенной интенсивности движения согласно СНиП 2.05.02-85, а промышленных - по расчетному объему перевозок согласно СНиП 2.05.07-85.

3.2. План и продольный профиль дороги, основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна, пересечения и примыкания, элементы обустройства дороги, дорожной и автотранспортной служб назначают согласно СНиП 2.05.02-85 и СНиП 2.05.07-85.

3.3. Земляное полотно, дорожную одежду, водоотводные и искусственные сооружения, в том числе противоналедные, проектируют с учетом теплового и механического взаимодействия их с грунтами естественных оснований, исходя из конструктивных особенностей, назначения и категории автомобильной дороги, а также инженерно-геологических и мерзлотно-грунтовых условий района ее строительства.

При этом продольный профиль дороги должен разрабатываться с учетом возможных изменений водно-теплового режима грунтов сезоннооттаивающего слоя и подстилающих вечномерзлых грунтов, режима и высоты снежных отложений, а также ледотермического режима водотоков, которые произойдут в результате освоения территории застройки, эксплуатации возведенных на ней и соседних участках сооружений и зданий, устройства водоотводных канав, подземных и наземных коммуникаций и т.д.

3.4. Основными мерами, обеспечивающими устойчивость дорожных конструкций (земляного

полотна и дорожной одежды) на местности с наличием вечномерзлых грунтов во всех дорожно-климатических подзонах, являются:

проектирование земляного полотна, как правило, в насыпях;

возведение земляного полотна из скальных, крупнообломочных и песчаных грунтов, а при их дефиците - из глинистых;

применение естественных и искусственных теплоизоляционных материалов в основании земляного полотна, теле насыпей и дорожной одежде;

применение нетканых синтетических (геотекстильных) материалов в основании и теле земляного полотна, в основании дорожной одежды;

замена переувлажненных грунтов сезоннооттаивающего слоя и льдонасыщенных подстилающих вечномерзлых грунтов соответственно крупнообломочными и песчаными.

3.5. Основными мерами, обеспечивающими требуемую устойчивость дорожных конструкций в I_3 дорожно-климатической подзоне на местности без наличия вечномерзлых грунтов, являются:

предпочтительное назначение земляного полотна в насыпях с необходимым возвышением низа дорожной одежды над уровнем поверхностных и грунтовых вод;

возведение земляного полотна, как правило, из дренирующих и других неморозоопасных грунтов, а также из глинистых грунтов с низкими значениями коэффициента влагонакопления;

применение морозозащитных слоев из материалов, не изменяющих объема при промерзании в увлажненном состоянии;

использование теплоизоляционных материалов в основании дорожных одежд;

применение дренирующей и фильтрующей прослоек из геотекстильных материалов.

3.6. При проектировании дорожной одежды, как правило, предусматривают:

обеспечение требуемых прочности и морозоустойчивости в течение заданного срока службы;

максимальное использование местных дорожно-строительных материалов и отходов производства промышленных предприятий;

обеспечение ускоренных темпов строительства покрытий благодаря максимальной индустриализации технологических процессов.

3.7. При проектировании дорожной одежды расчетом устанавливают равнопрочные варианты и на основе технико-экономического сравнения выбирают наиболее эффективный.

3.8. Для участков с особо сложными мерзлотно-грунтовыми условиями (наличие термокарста, крупных включений подземного льда, бугров пучения, солифлюкции, наледей, подтопленных речных пойм и термокарстовых озер) необходимо разрабатывать варианты индивидуального проектирования и на основе сопоставления их технико-экономических показателей выбирать оптимальные решения.

В рабочем проекте на участках индивидуального проектирования должны быть приведены мерзлотно-грунтовые разрезы с основными данными о характеристике и температуре грунтов до строительства и прогноз их изменения на период эксплуатации.

Принципы проектирования земляного полотна

3.9. При проектировании земляного полотна необходимо руководствоваться следующими принципами использования грунтов основания в мерзлом или талом состоянии:

первый - обеспечение поднятия верхнего горизонта вечной мерзлоты (ВГВМ) не ниже подошвы насыпи и сохранение его на этом уровне в течение всего периода эксплуатации дороги (расчетное состояние грунта основания - мерзлое);

второй - допущение оттаивания грунтов в основании насыпи в период эксплуатации дороги с учетом допустимой осадки покрытия (расчетное состояние грунта основания - талое).

3.10. Принцип проектирования выбирают исходя из климатических и мерзлотно-грунтовых условий того или иного участка трассы для назначения конструкций и руководящего возвышения бровки земляного полотна, технологии и сроков производства работ с учетом результатов технико-экономического сравнения вариантов по минимуму суммарных приведенных затрат. Для участков трассы с аналогичными мерзлотно-грунтовыми условиями следует выдерживать единый принцип использования грунтов в основании земляного полотна.

3.11. По первому принципу земляное полотно проектируют в I_1 и I_2 дорожно-климатических подзонах на участках, относящихся к 3-му типу местности по табл.2, для которого характерна среднегодовая температура вечномерзлых грунтов IV-V категорий просадочности ниже минус 1,5 °С (на глубине нулевых годовых амплитуд). В I_3 дорожно-климатической подзоне проектирование по этому принципу допускается при условии понижения среднегодовой температуры грунта ниже минус 1,5 °С за счет выполнения конструктивных и технологических мероприятий при соответствующем технико-экономическом обосновании.

3.12. По второму принципу земляное полотно проектируют во всех дорожно-климатических подзонах на участках, относящихся ко 2-му и 3-му типам местности (см. табл.2), для которых среднегодовая температура вечномерзлых грунтов II-III категорий просадочности ниже минус 1,5 °С. Допускается проектировать земляное полотно по этому принципу на торфяниках IV категории просадочности с расчетным понижением ВГВМ в период строительства и эксплуатации автомобильной дороги.

3.13. Во всех случаях при проектировании насыпей на грунтах III-V категорий просадочности должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие наиболее возможное горизонтальное положение ВГВМ как при его подъеме, так и при опускании по поперечному сечению земляного полотна. Наклон ВГВМ, повышающий угол внутреннего трения ($3-8^\circ$) оттаивающего грунта основания в текущем состоянии, должен быть обоснован расчетами устойчивости.

3.14. На участках, относящихся ко 2-му типу местности и сложенных легкоосушаемыми просадочными грунтами, среднегодовая температура которых выше минус 1,5 °С (преимущественно в

I₃ дорожно-климатической подзоне), целесообразно предусматривать упрочнение грунтов основания за счет их предпостроечной осадки и осушения при заблаговременном оттаивании.

3.15. На сухих участках (1-й тип местности согласно табл.2), а также на территориях с глубоким сезонным промерзанием и наличием островной вечной мерзлоты (как правило, I₃ дорожно-климатическая подзона) земляное полотно следует проектировать по нормам II дорожно-климатической зоны. На непроточных болотах допускается предусматривать устройство земляного полотна на промороженных торфяных грунтах.

3.16. При назначении конструкций земляного полотна и выборе принципа его проектирования следует учитывать наличие специальных материалов (теплоизоляционных, геотекстильных) и качественных грунтов для возведения насыпей.

Требования к грунтам земляного полотна

3.17. Для сооружения земляного полотна необходимо использовать скальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты (по классификации ГОСТ 25100-82). Предпочтение следует отдавать грунтам, находящимся в талом состоянии.

3.18. Скальные, крупнообломочные и песчаные грунты, а также водостойкие местные материалы (отходы дробильно-сортировочных предприятий, хорошо обожженные породы и др.) допускаются для сооружения земляного полотна на всех типах местности без ограничений. При этом максимальный размер ребер отдельных камней в грунтовом массиве, укладываемом в нижнюю часть земляного полотна, не должен превышать 2/3 толщины уплотняемого слоя, а в верхнюю часть (в пределах слоя толщиной 1 м) - 30 см.

3.19. Талые глинистые грунты, используемые для возведения земляного полотна на местности всех типов, должны удовлетворять требованиям табл.6.

Таблица 6

Часть насыпи (глубина слоя от низа дорожной одежды, м)	Тип дорожной одежды	Грунты, применяемые для земляного полотна (с содержанием соответственно пылеватых и глинистых частиц), на местности типа		
		1-го	2-го	3-го
Верхняя (до 1,5)	Капитальный с усовершенствованным покрытием, облегченный	Супеси легкие, суглинки легкие (не более 35%, не более 15%)		Супеси легкие (не более 30%, не более 10%)
	Переходный, низший	Супеси, суглинки (не более 50%, не более 25%)	Супеси, суглинки (не более 50%, не более 20%)	

Нижняя неподтапливаемая (1,5-6,0)	Капитальный с усовершенствованным покрытием, облегченный	Супеси легкие, суглинки легкие (не более 35%, не более 20%)	Супеси легкие (до 35%, до 15%)	Супеси легкие (не более 35%, не более 15%)
	Переходный, низший	Супеси, суглинки легкие пылеватые (не более 55%, не более 25%)		Супеси легкие, суглинки легкие (не более 40%, не более 20%)
Нижняя подтапливаемая (1,5-6,0)	Капитальный с усовершенствованным покрытием, облегченный	Супеси легкие (не более 35%, не более 15%)		
	Переходный, низший	Супеси легкие (не более 35%, не более 15%)	Супеси, суглинки (до 70%)	Супеси легкие, суглинки легкие (до 40%, до 20%)

Примечание. Коэффициент морозного пучения глинистых грунтов в верхней части насыпи не должен превышать 3%, в нижней - 5%.

3.20. Влажность талых глинистых грунтов не должна превышать допустимой при требуемом коэффициенте уплотнения (табл.7).

Таблица 7

Грунт	Допустимая относительная влажность грунта, доли оптимальной, при требуемом коэффициенте уплотнения K_y	
	1,0-0,98	0,95-0,92
Супесь легкая	0,93	0,95
Суглинок легкий пылеватый	0,92	0,85
Суглинок тяжелый пылеватый	0,90	0,82

Примечание. Оптимальную влажность грунта W_0 ориентировочно можно определить через влажность на границе текучести W_T : супеси легкой - $W_0 = 0,7 W_T$; суглинка легкого пылеватого - $W_0 = 0,6 W_T$; суглинка тяжелого, глины пылеватой - $W_0 = 0,55 W_T$.

3.21. Наименьший коэффициент уплотнения грунта K_y (отношение плотности грунта насыпи к максимальной при стандартном уплотнении) следует принимать в соответствии с табл.8.

Таблица 8

Часть насыпи	Тип дорожной одежды	Глубина расположения слоя от низа дорожной одежды, м	Требуемый K_y грунта земляного полотна в дорожно-климатической подзоне		
			I_1	I_2	I_3
Верхняя	Капитальный с усовершенствованным покрытием, облегченный	0-0,4	0,97-0,96	0,98-0,97	1,00-0,98
		0,4-1,0	0,96-0,94	0,97-0,96	0,98-0,97
		1,0-1,5	0,94-0,93	0,96-0,95	0,97-0,96
	Переходный, низший	0-0,4	0,94	0,95	0,96
		0,4-1,0	0,93	0,94	0,95
		1,0-1,5	0,90	0,92	0,93
Нижняя неподтапливаемая	Капитальный с усовершенствованным покрытием, облегченный	1,5-6,0	0,93-0,90	0,94-0,92	0,95-0,93
		Переходный, низший	1,5-6,0	0,90	0,91
Нижняя подтапливаемая	Капитальный с усовершенствованным покрытием, облегченный	1,5-6,0	0,96-0,93	0,97-0,94	0,98-0,95
		Переходный, низший	1,5-6,0	0,92	0,93

Примечание. Большие значения K_y принимают для цементобетонных покрытий.

3.22. В I_1 дорожно-климатической подзоне при остром дефиците качественных талых грунтов для земляного полотна допускается использовать мерзлые песчаные, глинистые и торфяные грунты. Их уплотняют до норм, указанных в табл.8, после оттаивания в летний период.

3.23. Мерзлые песчаные грунты должны иметь характеристики, приведенные в табл.9. Условия их применения и способы разработки назначают по данным табл.10.

Таблица 9

Разновидность мерзлого песчаного грунта по степени цементации льдом и льдистости	Суммарная влажность*, %	Степень заполнения* льдом и незамерзшей водой пор мерзлого грунта, доли единицы	Коэффициент пористости	Коэффициент просадочности при оттаивании	Криогенная текстура*	Грунт по степени влажности при оттаивании
* По СНиП 2.02.04-88.						
Сыпучемерзлый	<3	0-0,01	0,48-0,63	0	Отсутствует	Воздушносухой
Сухомерзлый	3-7	0,01-0,1	0,50-0,66	0-0,01	Массивная	Маловлажный
Твердомерзлый, малольдистый	7-22	0,10-0,8	0,56-0,71	0,01-0,04	Массивная слоистосетчатая	Маловлажный и влажный
Пластичномерзлый, льдистый	>22	>0,80	>0,71	>0,04	Слоистосетчатая	Водонасыщенный

Таблица 10

Разновидность мерзлого песчаного грунта	Условия разработки грунта землеройными машинами	Содержание мерзлых комьев крупнее 25 см при разработке грунта, %	Условия применения	Минимальный коэффициент уплотнения		Относительная осадка при оттаивании в насыпи, доли единицы
				в мерзлом состоянии	после оттаивания	
Сыпучемерзлый	Без рыхления	0	Без ограничений по технологическим правилам, установленным для талых грунтов	0,95	0,95	0
Сухомерзлый	То же	<50	Размер мерзлых комьев не должен превышать 30 см. Послойное уплотнение решетчатыми или	0,92	0,95	<0,05

Твердомерзлый	С предварительным рыхлением взрывным механизованным способом	или	50-80	вибрационными катками В смеси с сыпуче-мерзлым грунтом - в нижней части насыпи; содержание мерзлых комьев размером до 30 см не более 50%. Послойное уплотнение решетчатыми или вибрационными катками	0,87	0,95	<0,12
Пластично-мерзлый	То же		>80	Только для заготовки в бурты с последующим оттаиванием и просушкой	Не нормируется		

3.24. Мерзлые глинистые грунты должны иметь твердую, полутвердую и тугопластичную консистенцию, устанавливаемую лабораторными испытаниями после их оттаивания. Такие грунты применяют в нижней части насыпи в сочетании с теплоизолирующими слоями из торфа или армирующими слоями из геотекстильного материала.

Допускается использовать в нижней части высоких насыпей также переувлажненные глинистые грунты, если предусмотрено их сохранение в замороженном состоянии в течение всего периода эксплуатации дороги, в соответствии с пп.4.58-4.61 настоящих норм.

3.25. В нижней части насыпи и на ее откосах в качестве теплоизолирующих слоев следует применять торфы, которые характеризуются степенью разложения не более 40% и относятся к слабо- или среднеразложившимся, причем их влажность не должна превышать 600%.

3.26. Физико-механические свойства талых и мерзлых грунтов, используемых в конструктивных слоях земляного полотна, устанавливают в соответствии с действующими ГОСТами (обязательное приложение 3).

3.27. Во всех случаях при оценке пригодности талых или мерзлых грунтов следует учитывать необходимость круглогодичного производства земляных работ на широком фронте с отсыпкой земляного полотна "в задел" для обеспечения требуемых сроков его стабилизации, в том числе после оттаивания и уплотнения.

Требования к геотекстильным материалам

3.28. При проектировании дорог в сложных мерзлотно-грунтовых условиях следует рассматривать варианты конструктивно-технологических решений с использованием геотекстильных материалов отечественного и зарубежного производства.

Сравнение вариантов необходимо проводить с учетом функции, выполняемой геотекстильным материалом:

армирующих прослоек, усиливающих грунтовый массив, повышающих его устойчивость и уменьшающих деформации;

разделяющих прослоек, исключая перемешивание слоев различных по составу и состоянию грунтов, улучшающих условия работы слоев и конструкции в целом;

дренирующих прослоек, обеспечивающих фильтрацию воды из основания или тела насыпи и ускоряющих ее осадку. Эту функцию могут выполнять только иглопробивные материалы, имеющие толщину не менее 3 мм;

фильтра, задерживающего грунтовые частицы, перемещаемые потоком воды;

покрытия, защищающего откосы от водной или ветровой эрозии.

3.29. Геотекстильные материалы должны удовлетворять требованиям, указанным в табл.11.

Таблица 11

Назначение геотекстильного материала	Разрывная нагрузка, Н/см	Удлинение при разрыве, %	Модуль деформации, Н/см	Толщина, мм	Потери прочности при изгибе, %	Продольная водопроницаемость, м/сут
Армирующая прослойка	70	100	100	4,5	10	-
Разделяющая прослойка	40	150	30	4,5	20	-
Дренирующая прослойка	40	150	30	3,0	-	50
Покрытие откоса	30	150	20	4,5	-	-
Прослойка под сборным цементобетонным покрытием	70	100	70	3,0	-	50
Прослойка на временной дороге	70	120	50	4,5	20	-

3.30. К геотекстильным материалам, применяемым в качестве фильтра, предъявляются следующие требования:

Минимальная прочность, Н/см 80

Водопроницаемость, м/сут 50

Устойчивость (сохранение прочности), % 85

3.31. Геотекстильные материалы следует поставлять в рулонах массой не более 150 кг. Полотна материала в рулонах могут быть необрезанными, но не должны иметь пропусков и дыр от иглопробивки - неровнота по массе и прочности не должна превышать 20%. В случае использования геотекстильного полотна как постоянной конструктивной прослойки устойчивость его (сохранение прочности) к воздействию комплекса природных факторов должна составлять для прослоек, не менее: разделяющих - 80%, армирующих - 90%, прослоек под сборным покрытием - 90%, временных - 70%.

3.32. Геотекстильный материал транспортируют и хранят в условиях, предотвращающих попадание на них воды, солнечных лучей, в соответствии с требованиями ТУ 21-28-81-79.

3.33. Материал, поставляемый в строительную организацию, должен иметь ярлык с указанием: предприятия-изготовителя, номера партии, даты изготовления, номера технических условий и основных физико-механических показателей, которые должны соответствовать данным табл.11.

3.34. В строительной организации партия материала должна пройти приемочный контроль, заключающийся в визуальном осмотре полотен 3% рулонов по всей длине из поступившей партии, но не менее двух рулонов. Особое внимание следует обращать на сплошность полотен, отсутствие в них дыр и пропусков от иглопробивки.

Конструкции земляного полотна

3.35. Во всех дорожно-климатических подзонах земляное полотно конструируют в зависимости от типов местности (см. табл. 2), руководствуясь принятыми принципами проектирования (см. пп.3.9-3.15).

3.36. Высоту насыпей определяют расчетами на устойчивость и снегонезаносимость, руководствуясь общими положениями СНиП 2.05.02-85, СНиП 2.02.04-88, СНиП 2.05.08-85, с использованием при необходимости программ численного решения сложных задач на ЭВМ, по методикам, приведенным в обязательных приложениях 4 и 5 настоящих норм. Окончательно принимают высоту, удовлетворяющую указанным требованиям.

3.37. На участках местности 3-го типа, сложенных грунтами IV-V категорий просадочности, при проектировании по первому принципу земляное полотно конструируют в насыпи (безрезервный поперечный профиль) из крупнообломочных, а также из талых или сыпуче- и сухомерзлых песчаных грунтов с обязательным сохранением в ненарушенном состоянии мохорастительного (мохоторфяного) покрова в основании. При этом крутизну откосов следует принимать 1:2, а в отдельных случаях (для V категории просадочности) необходимо предусматривать торфяную присыпку откосов (рис.3, тип 1) или устройство берм (рис.3, тип 2). В лесистой местности ширина просеки не должна превышать ширины насыпи по низу.

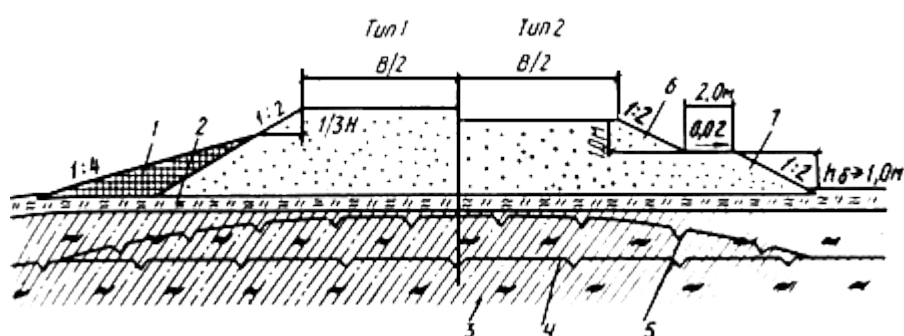


Рис.3. Поперечные профили насыпи на участках с грунтами IV и V категорий просадочности: 1 - торфяная присыпка на откосе; 2 - мохорастительный покров; 3 - грунт основания; 4 - ВГВМ в естественных условиях; 5 - то же, после постройки насыпи; 6 - грунт насыпи; 7 - берма

3.38. При использовании скальных грунтов в нижней части насыпи предусматривают прослойки толщиной 0,3-0,4 м из песчаных или крупнообломочных грунтов мелких фракций (не крупнее 70-100

мм) для предохранения мохорастительного покрова от разрушения.

3.39. При необходимости уменьшения высоты насыпи на участках местности 3-го типа земляное полотно проектируют по первому принципу с устройством теплоизолирующего слоя из естественного или искусственного материала (рис.4). Крутизну откосов назначают 1:1,5 при использовании крупнообломочных, песчаных, сыпуче- и сухомерзлых грунтов, 1:2 - талых глинистых, 1:3 - песчаных пылеватых.

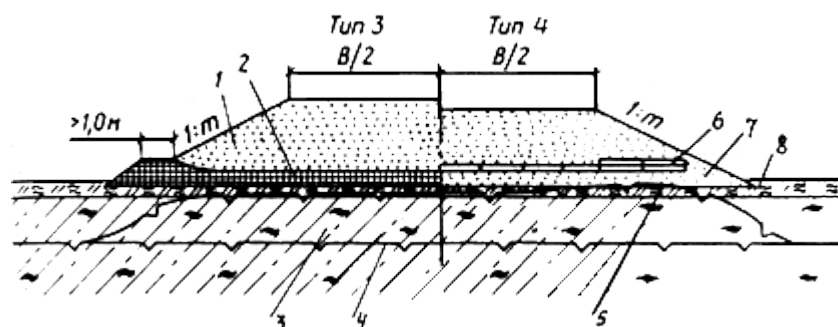


Рис.4. Поперечные профили насыпи с теплоизолирующими слоями на участках с грунтами IV и V категорий просадочности:

1 - грунт насыпи; 2 - торф в уплотненном состоянии; 3 - грунт основания; 4 - ВГВМ в естественных условиях;

5 - то же, после постройки насыпи; 6 - плиты из пенополистирола (пенопласта); 7 - выравнивающий слой из

сыпучемерзлого песка или крупнообломочного грунта мелких фракций; 8 - мохорастительный покров

Для сохранения грунта основания в мерзлом состоянии плиты пенопласта следует размещать преимущественно на глубине, составляющей 1/3 глубины сезонного оттаивания грунта насыпи, но не выше критической отметки. Критическая глубина определяется исходя из того, что пенопласт должен быть предохранен от раздавливания, а деформация сжатия не должна превышать 10%.

При дефиците торфяных грунтов для устройства теплоизолирующего слоя допускается проектировать насыпи по первому принципу с использованием мерзлых грунтов, в том числе глинистых, в нижней части (рис.5).

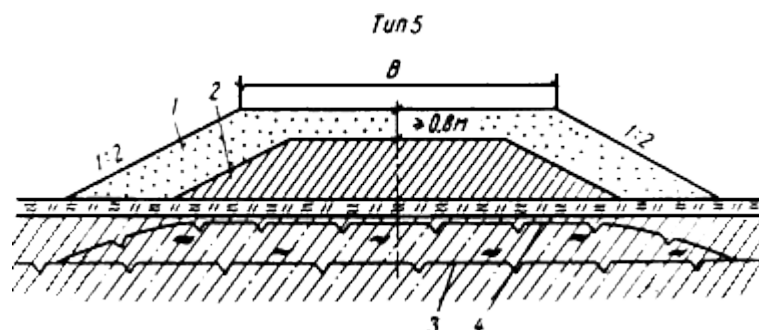


Рис.5. Поперечный профиль насыпи с мерзлым грунтом в нижней части: 1 - песчаный грунт; 2 - мерзлый глинистый грунт; 3 - ВГВМ в естественных условиях; 4 - то же, после постройки насыпи

3.40. На участках с мелкими буграми пучения высотой до 1,0-1,5 м и диаметром до 4-6 м, относящихся к 3-му типу местности, насыпи проектируют по первому принципу, предусматривая

нижнюю часть на 0,2 м выше бугра пучения из талого глинистого грунта (рис. 6, тип 6) или устройство теплоизолирующего слоя из искусственного материала по выравнивающему песчаному слою. В пределах откосов теплоизоляция должна быть уложена в два слоя (рис.6, тип 7). Крутизну откосов назначают 1:2 при использовании крупнообломочных грунтов, 1:3 - песчаных. При отсутствии искусственных материалов необходимо применять торфяные грунты.

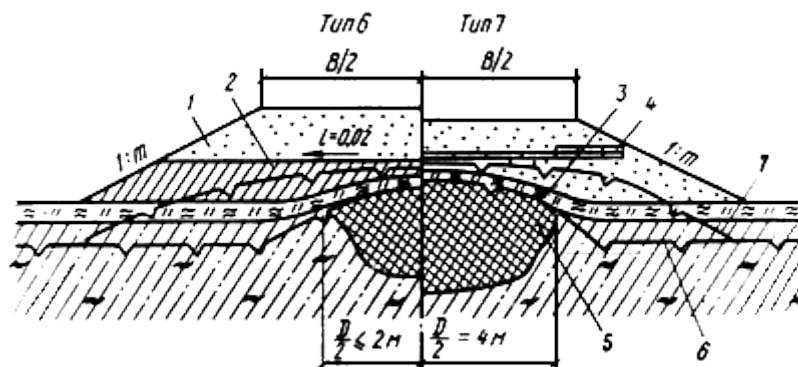
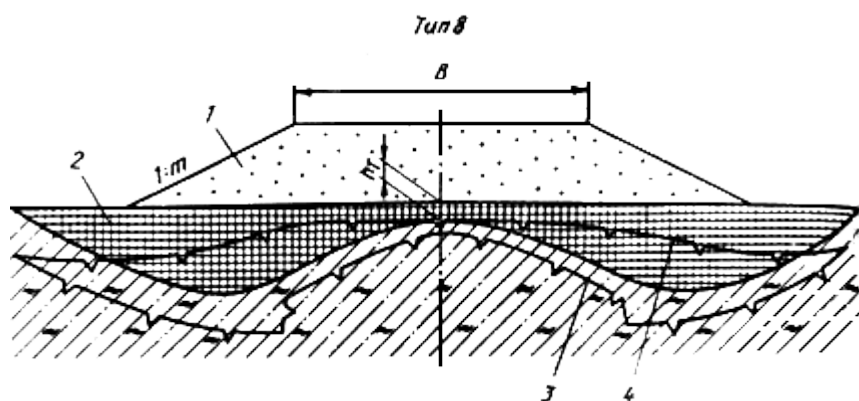


Рис.6. Поперечные профили насыпи на местности с мелкими буграми пучения: 1 - грунт насыпи; 2 - супесь, суглинок, глина; 3 - мохорастительный покров; 4 - плиты из пенополистирола (пенопласта); 5 - льдоминеральное ядро бугра пучения; 6 - ВГВМ в естественных условиях; 7 - то же, после постройки насыпи

3.41. На плоскобугристых торфяниках, представляющих собой комплекс бугров высотой до 1 м, разделенных мочажинами шириной до 4 м и полосами стока, насыпи проектируют по первому принципу в соответствии с поперечными профилями, приведенными на рис.7. Для выравнивания ВГВМ предусматривают заполнение всех мочажин торфом в пределах ширины дорожной полосы (с запасом на осадку торфа). При пересечении полос стока толщина торфяного слоя в нижней части насыпи должна быть постоянной, равной не менее 0,3 м в уплотненном состоянии (см. рис.7, тип 9). Крутизну откосов назначают 1:2 при использовании песчаных грунтов, 1:1,5 - крупнообломочных.



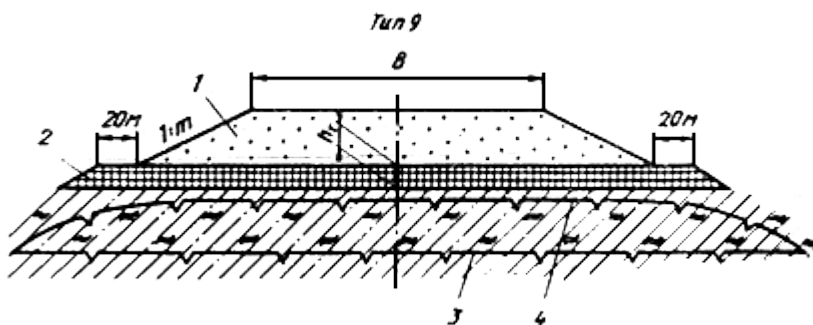


Рис.7. Поперечные профили насыпи на плоскобугристом торфянике: тип 8 - при совпадении с торфяными буграми и мочажинами; тип 9 - при совпадении с полосами стока; 1 - грунт насыпи ; 2 - насыпной торф; 3 - ВГВМ в естественных условиях; 4 - то же, после постройки насыпи

3.42. На участках с крупными (высотой более 1,5 м и диаметром более 6 м) буграми пучения насыпи необходимо проектировать по первому принципу, предусматривая удаление бугров на глубину залегания торфа в примыкающих к ним мочажинах, последующее заполнение образовавшегося котлована торфом на всю глубину с запасом на его осадку (рис.8). Крутизну откосов назначают 1:3 при использовании песчаных грунтов, 1:2 - крупнообломочных.

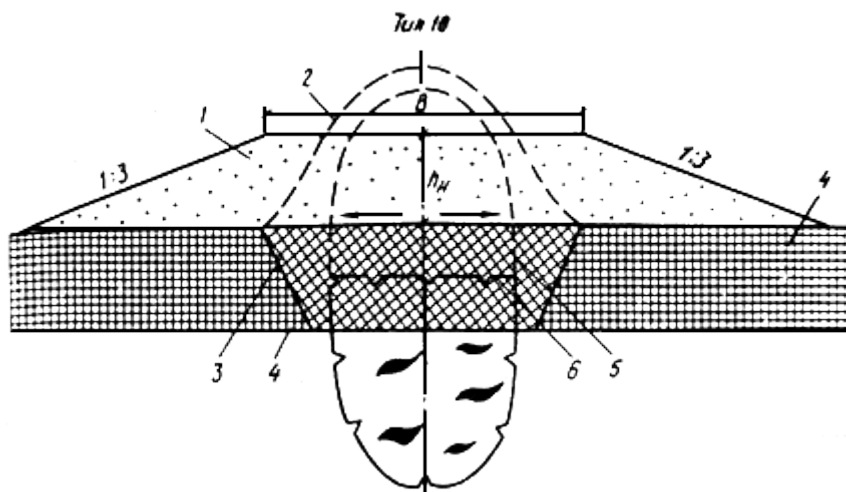


Рис.8. Поперечный профиль насыпи на крупном бугре пучения: 1 - грунт насыпи; 2 - естественный контур удаляемого бугра пучения; 3 - торф, уложенный взамен удаленной части бугра; 4 - сезоннопромерзающий торф мочажин; 5 - положение ВГВМ до постройки насыпи; 6 - то же, после постройки насыпи

3.43. Высоту насыпей, проектируемых с теплоизолирующим слоем из торфа в основании, рассчитывают по методике, приведенной в обязательном приложении 4.

3.44. Высоту насыпей H (м), проектируемых с теплоизолирующим слоем из искусственных материалов в основании, определяют по формуле

$$H = H^H - \frac{h_T}{\frac{\lambda C_T}{\lambda_T C} \exp \left[- \left(\frac{1,5}{H^H} \right)^2 \right]}, \quad (1)$$

где H^H - нормативная глубина сезонного оттаивания грунта насыпи, м; определяется по СНиП 2.02.04-88 или обязательному приложению 4;

h_T - толщина теплоизолирующего слоя, м;

λ, λ_T - коэффициенты теплопроводности соответственно теплоизоляционного материала и грунта насыпи, Вт(м·К); определяются по СНиП 2.02.04-88;

C, C_T - удельная теплоемкость соответственно теплоизоляционного материала и грунта насыпи, Дж/(кг·К); определяются согласно СНиП 2.02.04-88;

1,5 - коэффициент, м.

Ориентировочную высоту насыпей с теплоизолирующим слоем из искусственных материалов можно принимать по табл.12.

Таблица 12

Высота насыпи, м	Толщина теплоизолирующего слоя, см, в основании насыпи из пенополистирола (пенопласта) марки					
	ПС-1	ПС-4	ПС-5	ПС-18	ПС-254	ПСБ СГ
2,5	4,5	4,5	5	3	6	7
2,0	6,0	6,0	7	4	8	9
1,5	8,0	8,0	9	6	10	12
1,0	10,0	10,0	12	8	12	15

3.45. В I_1 дорожно-климатической подзоне при остром дефиците крупнообломочных грунтов, а также качественных талых, сыпуче- и сухомерзлых песчаных грунтов высокие насыпи (более 2,5 м) допускается проектировать по первому принципу с использованием в их нижней части глинистых грунтов, в том числе твердомерзлых, в соответствии с поперечным профилем, приведенным на рис.9 (тип 11). При этом необходимо предусматривать удаление мохорастительного покрова в пределах подошвы насыпи, с тем чтобы обеспечить дополнительный приток холода от нижележащих вечномерзлых грунтов III-IV категорий просадочности.

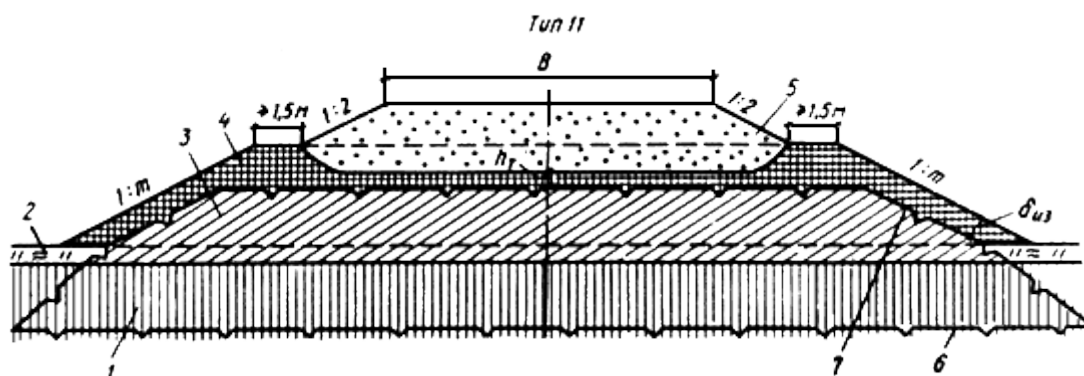


Рис.9. Поперечной профиль насыпи на участках с грунтами III-IV категорий просадочности: 1 -

сезоннооттаивающий грунт основания; 2 - мохорастительный покров; 3 - замороженный или твердомерзлый глинистый грунт; 4 - теплоизолирующий слой из торфа или мохорастительного покрова; 5 - крупнообломочный или песчаный грунт; 6 - ВГМВ в естественных условиях; 7 - то же, после постройки насыпи

При дефиците торфяного грунта, применяемого для теплоизоляции откосов, насыпи проектируют с бермами (рис.10, тип 12). Влажность глинистых грунтов должна соответствовать требованиям п.3.20. Мохорастительный покров в пределах подошвы насыпи следует сохранять.

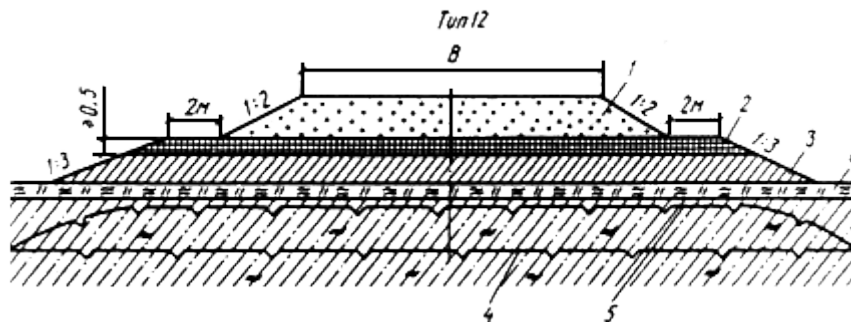


Рис.10. Поперечный профиль насыпи с бермами на участках с грунтами III-IV категорий просадочности: 1 - крупнообломочный или песчаный грунт; 2 - теплоизолирующий слой из торфа; 3 - мерзлый грунт, в том числе глинистый; 4 - ВГМВ в естественных условиях; 5 - то же, после постройки насыпи; 6 - мохорастительный покров

3.46. Толщину уплотненного теплоизолирующего торфяного слоя, укладываемого на поверхность замороженного глинистого грунта, определяют по формуле

$$h_T = H_T^T \left(1 - \frac{h_{од}}{H_{од}} - \frac{h_N}{H_N} \right), \quad (2)$$

где H_T^T , $H_{од}$, H_N - глубина сезонного оттаивания соответственно теплоизолирующего торфяного слоя, дорожной одежды, грунта в верхней части насыпи, м; определяют по методике обязательного приложения 4;

$h_{од}$ - толщина дорожной одежды, м;

h_N - толщина верхней части (рабочего слоя) насыпи, м.

3.47. Ориентировочную толщину верхней части насыпи из крупнообломочного или песчаного грунта при капитальном типе дорожной одежды и различной толщине теплоизолирующих слоев из торфа определяют по рис.11. Во всех случаях толщина верхней части насыпи должна быть не менее 0,8 м по условию динамической устойчивости дорожной одежды.

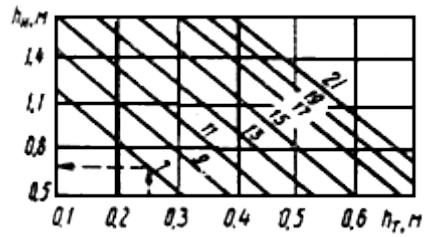


Рис.11. Зависимость высоты верхней части насыпи от толщины теплоизолирующего слоя из уплотненного торфа и среднемесячной максимальной за летний период температуры воздуха с 5%-ной обеспеченностью (цифры на кривых, °С)

3.48. Толщину нижней части насыпи из промороженных глинистых грунтов определяют по формуле

$$h_{\Gamma} = H - h_{\text{к}} - h_{\text{т}}, \quad (3)$$

где H - требуемая "расчетная высота насыпи, м.

Заложение откосов назначают в зависимости от вида глинистого грунта и степени его влажности (табл.13).

Таблица 13

Грунт	Крутизна откоса при коэффициенте переувлажнения W/W_0				
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Суглинок легкий	1:2,0	1:2	1:2,5	1:3,0	-
Суглинок тяжелый	1:2,0	1:2	1:2,5	1:2,5	1:2,5
Глина	1:1,5	1:2	1:2,0	1:2,0	1:2,0

3.49. Толщину теплоизолирующего торфяного слоя $\delta_{\text{из}}$ (м), укладываемого на поверхность откосов для предотвращения оттаивания промороженного глинистого грунта в нижней части насыпи, рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{из}} = H_{\Gamma} \frac{\lambda_{\text{из}}}{\lambda_{\text{м}}}, \quad (4)$$

где H_{Γ} - глубина сезонного оттаивания глинистого грунта насыпи, м; определяется по СНиП 2.02.04-88 или обязательному приложению 4;

$\lambda_{\text{из}}$, $\lambda_{\text{м}}$ коэффициенты теплопроводности соответственно мерзлых торфяного и глинистого грунтов насыпи Вт/(м·К); определяются согласно СНиП 2.02.04-88.

3.50. На косогорных участках крутизной до 1:5, сложенных грунтами IV-V категорий просадочности, насыпи проектируют из крупнообломочных и песчаных, в том числе мерзлых, грунтов с бермой из теплоизоляционного материала (мохорастительный покров или торфяной грунт) с низовой стороны (рис.12). Высота бермы должна составлять не менее половины высоты насыпи, рассчитываемой по первому принципу (см. обязательное приложение 4). Крутизну откосов назначают 1:2.

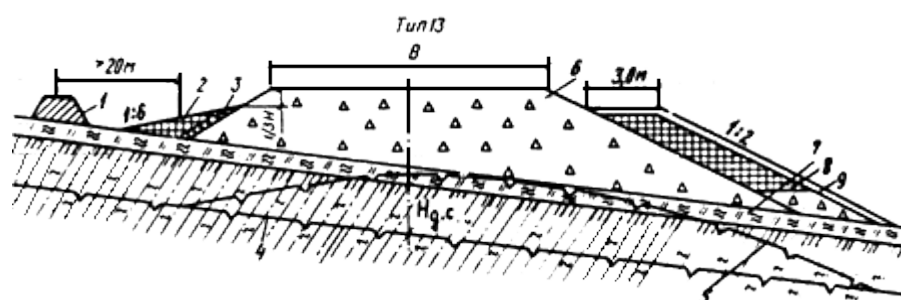


Рис.12. Поперечный профиль насыпи на льдонасыщенном косогоре (крутизна менее 1:5): 1 - мерзлотный валик; 2 - дренирующая присыпка слоем толщиной 0,3-0,4 м; 3 - каменное мощение; 4 - ВГВМ в естественных условиях; 5 - то же, после постройки насыпи; 6 - грунт насыпи; 7 - мохорастительный покров; 8 - торф; 9 - глинистый грунт слоем толщиной 0,15-0,20 м

3.51. При проектировании по второму принципу земляное полотно конструируют в соответствии с поперечными профилями, приведенными на рис. 3-10. Допускается проектировать земляное полотно из местных глинистых грунтов из притрассовых или сосредоточенных резервов (рис.13). В таких случаях верхнюю часть насыпи толщиной не менее 0,5 м предусматривают из крупнообломочного или песчаного грунта. При этом запрещается удалять или разрушать мохорастительный покров в основании насыпи. Крутизну откосов назначают 1:2.

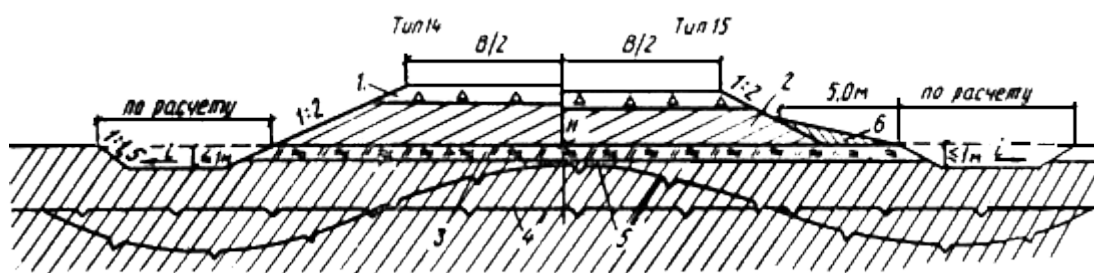


Рис.13. Поперечный профиль насыпи на участках с грунтами II-III категорий просадочности: 1 - щебень или гравий слоем толщиной по расчету на прочность (но не менее 0,5 м); 2 - глинистый грунт; 3 - мохорастительный покров; 4 - ВГВМ в естественных условиях; 5 - то же, после постройки насыпи; 6 - бермы

3.52. Положение, размер и очертания резервов назначают согласно СНиП 2.05.02-85. Крутизну откосов резервов необходимо принимать не более 1:1,5 с учетом рекультивации.

3.53. На торфяных грунтах в районах лесотундры при прерывистом и островном характере

распространения вечной мерзлоты сливающегося типа (I_3 дорожно-климатическая подзона) насыпь допускается проектировать из крупнообломочных и песчаных грунтов по второму принципу в соответствии с поперечным профилем, приведенным на рис.14.

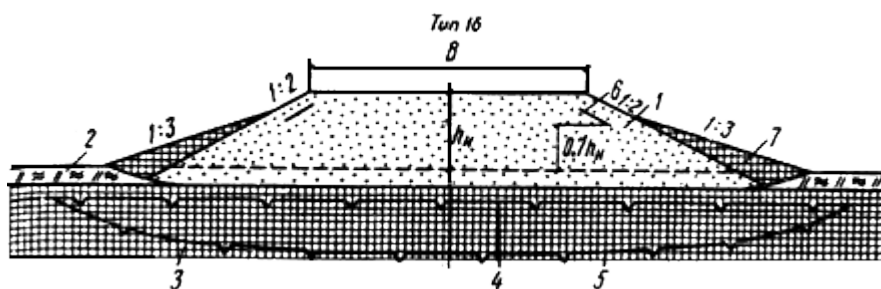


Рис.14. Поперечный профиль насыпи на торфяных грунтах: 1 - грунт насыпи; 2 - мохорастительный покров; 3 - вечномёрзлый торф; 4 - ВГВМ в естественных условиях; 5 - то же, после постройки насыпи; 6 - укрепление верхней части откоса торфом; 7 - теплоизоляция откоса торфом

3.54. При проектировании по второму принципу разрешается конструировать насыпь с прослойками из геотекстильного материала.

Материал располагают в основании, теле и верхней части насыпи в виде плоских прослоек, обойм и полуобойм. Принцип работы и назначение прослойки, тип конструктивного решения зависят от степени просадочности грунта основания и типа грунта насыпи, сезона производства работ, а также от особенностей структуры и свойств геотекстильного материала.

3.55. Разделяющую прослойку следует предусматривать при проектировании насыпи на участках с грунтами II-III категорий просадочности.

При отсыпке насыпи в летний период прослойку располагают в основании (рис.15, тип 17), чтобы уменьшить неравномерность осадки оттаивающего грунта основания и одновременно улучшить условия проезда построечного транспорта, отсыпки и уплотнения нижнего слоя земляного полотна. При отсыпке насыпи в зимнее время прослойку предусматривают на границе между нижней частью из мерзлого комковатого (глинистого или торфяного) грунта и верхней частью из сухо- или сыпучемерзлого песчаного грунта (рис.15, тип 18), чтобы предотвратить проникание сыпучего материала верхней части насыпи в поры комковатого грунта, уменьшить неравномерность осадки и отвести воду за пределы насыпи при оттаивании грунта в летний период.

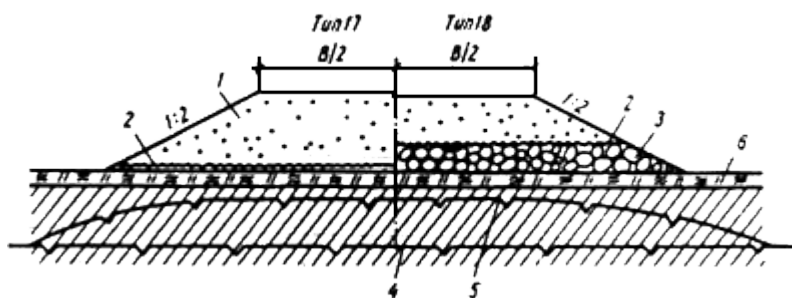


Рис.15. Поперечные профили насыпей с разделяющими геотекстильными прослойками: 1 - грунт насыпи; 2 - слой геотекстиля; 3 - мерзлый комковатый (глинистый или торфяной) грунт в нижней части насыпи; 4 - ВГВМ в естественных условиях; 5 - то же, после постройки насыпи; 6 - мохорастительный покров

Полотна располагают сплошь по всей ширине насыпи с поперечным уклоном 4% и выпуском краев на откосы на 15-20 см.

3.56. Армирующую прослойку следует предусматривать при проектировании насыпи на участках, сложенных грунтами III-V категорий просадочности, чтобы повысить общую устойчивость насыпи и предотвратить расползание ее боковых частей, включая откосы, в период оттаивания.

На участках с грунтами III категории просадочности прослойку проектируют в виде вогнутой полуобоймы (рис.16, тип 19) со сплошной укладкой полотен в поперечном направлении в нижней части насыпи. Для насыпи высотой до 2 м, в зависимости от угла трения φ геотекстильного материала по подстилающему грунту или (при отсутствии таких данных) от угла внутреннего трения подстилающего грунта минимальную длину ветви полуобоймы с каждой стороны насыпи принимают по табл. 14.

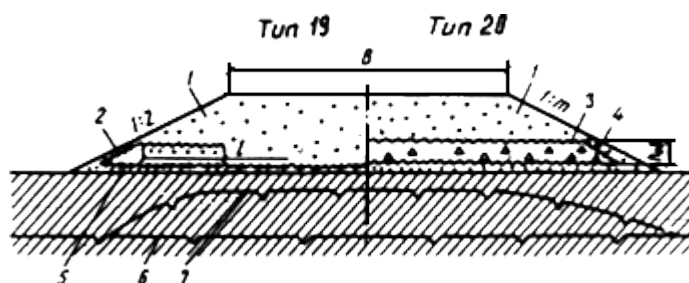


Рис.16. Поперечные профили насыпей с армирующими геотекстильными прослойками: 1 - грунт насыпи; 2 - полуобойма из геотекстиля; 3 - обойма из геотекстиля; 4 - грунт, в том числе твердомерзлый в нижней части насыпи; 5 - выравнивающий песчаный слой толщиной 0,2-0,3 м; 6 - ВГВМ в естественных условиях; 7 - то же, после постройки насыпи

Таблица 14

φ , град	5	10	15	20
l , м	6,0	4,2	3,4	3,0

На участках с грунтами IV-V категорий просадочности предусматривают прослойку в виде обоймы (рис.16, тип 20) со сплошной укладкой полотен в поперечном направлении в нижней части насыпи.

Высота обоймы $h_{об}$ не должна превышать максимально допустимой величины, принимаемой в зависимости от модуля деформации геотекстильного материала E (табл.15).

Таблица 15

E, Н/см	<100	100-150	>150
$h_{об}$, см	50	80	120

3.57. При устройстве разделяющих и армирующих прослоек из водопроницаемого в плоскости полотна материала дренирующий эффект прослойки, ускоряющий консолидацию насыпи, необходимо учитывать путем снижения требуемой степени консолидации основания на 10%.

3.58. В горно-таежной местности на склонах крутизной от 1:5 до 1:10, сложенных переувлажненными глинистыми грунтами с включениями гравия, щебня, дресвы в количестве до 30%, предусматривают удаление переувлажненного грунта в низовую сторону. Мощность слоя удаляемого грунта не должна превышать глубины сезонного оттаивания. Высоту насыпи (рис.17, тип 21) назначают расчетом (см. обязательное приложение 4), но не менее 1 м. Нижнюю часть насыпи необходимо отсыпать на высоту 0,5-0,6 м из крупнообломочного грунта с размером ребер отдельных камней до 30 см, а верхнюю - из гравийно-песчаного материала. Крутизну откосов принимают 1:1,5.

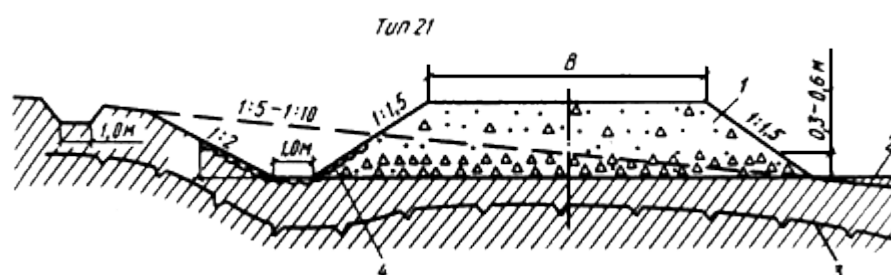


Рис.17. Поперечный профиль насыпи на неустойчивом склоне: 1 - грунт насыпи; 2 - кавальер удаленного грунта; 3 - ВГВМ после постройки насыпи; 4 - укрепление каменной наброской нижней части нагорного откоса и площадки между его подошвой и откосом насыпи

3.59. На конусах выносов скальных обломочных пород и склонах, сложенных курумами, при крутизне 1:5 до 1:10 насыпь проектируют из крупнообломочного грунта (рис.18). Запрещается нарезка уступов в основании насыпи, чтобы не нарушить равновесия курумов. Высоту насыпи назначают расчетом, но не менее 1 м. Крутизну откосов принимают равной 1:1,5.

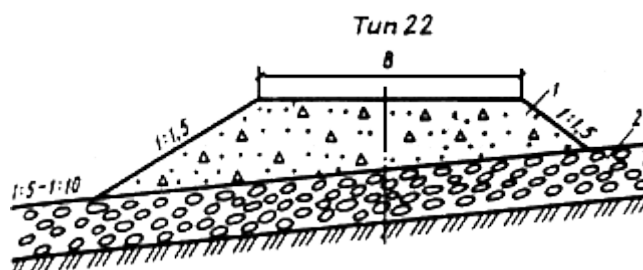


Рис.18. Поперечный профиль насыпи на курумах: 1 - грунт насыпи; 2 - курумы

3.60. На участках 2-го и 3-го типов местности, сложенных переувлажненными сезоннопромерзающими минеральными грунтами (преимущественно I_3 дорожно-климатическая

подзона), высокие насыпи (на подходах к водотокам) при дефиците песчаных грунтов можно проектировать в соответствии с поперечным профилем, приведенным на рис.19. Предусматривают сохранение мохорастительного покрова в основании насыпи и устройство дополнительного теплоизолирующего слоя из торфа на всю ширину подошвы основания. Высоту насыпи рассчитывают согласно пп.3.46-3.49. При отсутствии торфа или большой дальности его транспортирования целесообразно использовать искусственные теплоизоляционные материалы.

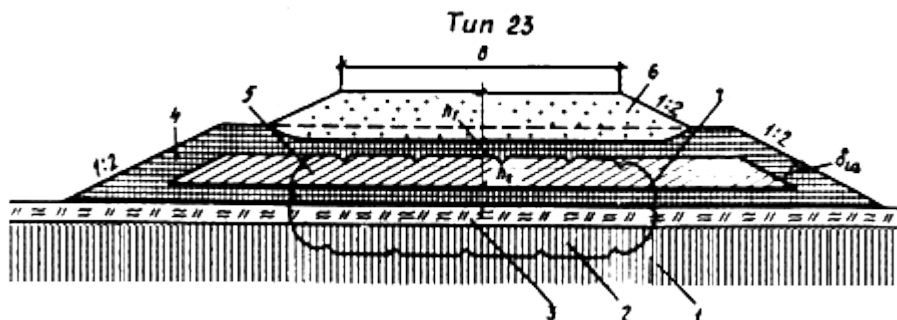
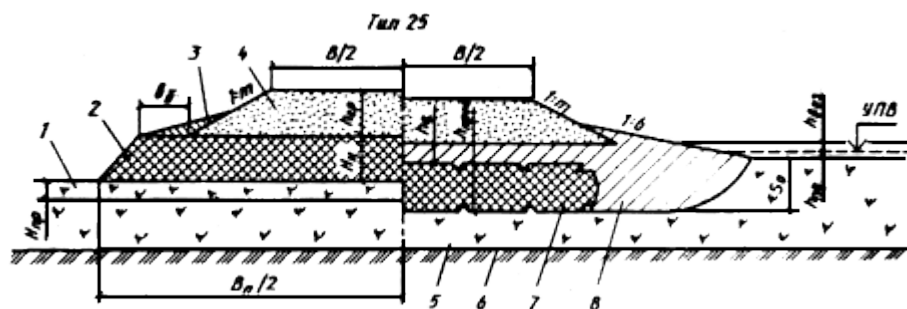
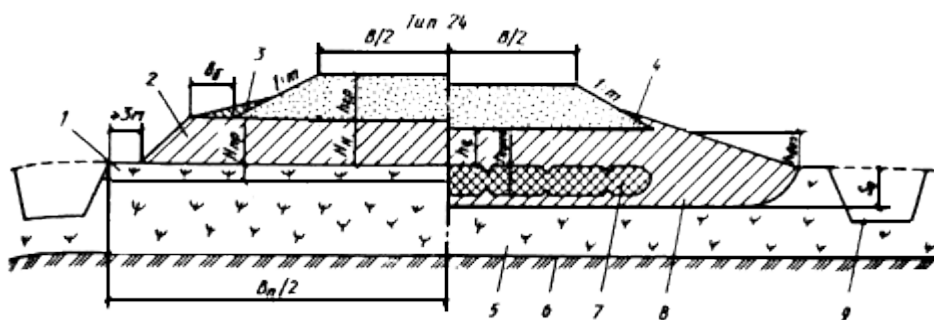


Рис.19. Поперечный профиль насыпи на сезоннопромерзающих минеральных грунтах: 1 - талый минеральный грунт основания; 2 - промороженный слой основания; 3 - естественный мохорастительный слой; 4 - теплоизолирующий торфяной слой в основании и по периметру нижней части насыпи; 5 - промороженный или твердомерзлый глинистый грунт нижней части насыпи; 6 - грунт верхней части насыпи; 7 - положение образовавшейся мерзлоты после постройки насыпи

3.61. При прохождении трассой обширных по площади сезоннопромерзающих торфяных болот и мочажин между отдельными крупными буграми пучения (гидролакколитами) земляное полотно допускается проектировать с промораживанием грунтов в основании (рис.20). При этом на болотах I типа проектируют насыпь с поперечным профилем типа 24, а на болотах II и III типов - с поперечными профилями типов 25 и 26.



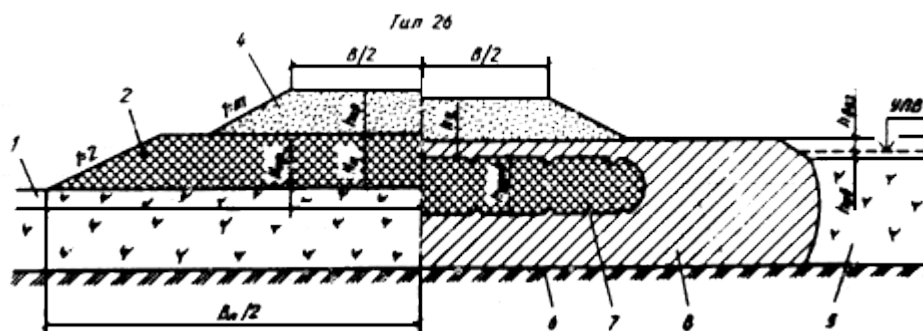


Рис.20. Поперечные профили насыпей на замороженных основаниях (левая часть - состояние конструкции в период строительства, правая - в процессе эксплуатации на конец теплых периодов): 1 - замороженный слой торфяной залежи; 2- намороженная торфяная плита; 3 - боковые призмы из торфа; 4 - насыпь из минерального грунта; 5 - талый слой торфяной залежи; 6 - минеральное дно болота; 7 - мерзлые слои торфяной плиты; 8 - талые слои торфяной плиты; 9 - боковой резерв

Для торфяной части насыпи принимают серповидный профиль, предусматривая толщину намораживаемой плиты по оси насыпи на 0,3 м больше, чем по бровкам. Крутизну откосов торфяной насыпи назначают 1:2. Насыпь рассчитывают согласно обязательному приложению 6.

3.62. При пересечении глубоких логов и полос стока, а также на подходах к мостам через крупные водотоки (при соответствующем технико-экономическом обосновании, учитывающем требования охраны окружающей среды) допускается на грунтах I-IV категорий просадочности проектировать насыпь, возводимую способом гидромеханизации без обваловывания (рис. 21). Крутизну откосов в нижней части принимают 1:10-1:15, а в верхней - 1:2 для песчаного грунта при высоте волны до 0,4 м.

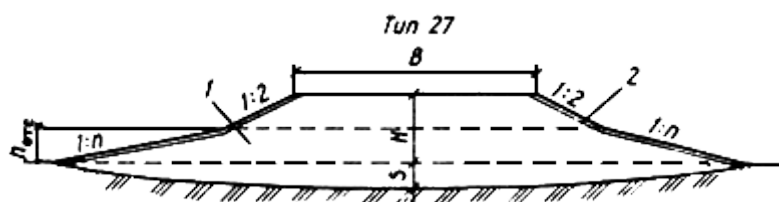


Рис.21. Поперечный профиль насыпи, возводимой способом гидромеханизации: 1 - гидронамывной песок; 2 - укрепление откоса

3.63. На затопляемых участках, на подходах к мостам и другим искусственным сооружениям земляное полотно проектируют в насыпи из крупнообломочных и песчаных грунтов. При этом бровку земляного полотна предусматривают выше уровня расчетного горизонта воды не менее чем на 0,5 м плюс высота набега волны.

3.64. На участках местности с благоприятными грунтово-гидрогеологическими условиями (скальные, щебенистые, дресвяные, гравийно-песчаные грунты и т.п.) при отсутствии линз и прослоек льда допускается проектировать выемки по СНиП 2.05.02-85.

3.65. На участках местности 2-го типа допускается (при соответствующем технико-экономическом обосновании) проектировать выемки с заменой переувлажненных пылеватых глинистых грунтов песчаными или другими качественными материалами, предусматривая теплоизоляцию откосов или их укрепление геотекстилем (рис.22). Мелкие выемки следует раскрывать или разделять под насыпь (см. рис.22, тип 29).

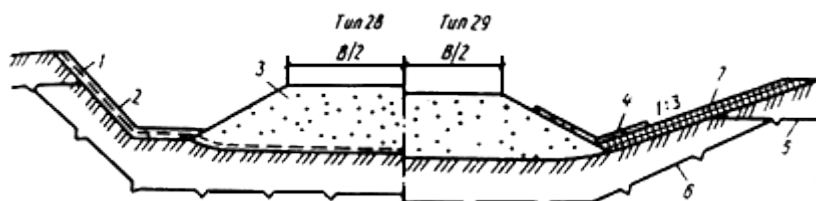


Рис.22. Поперечные профили выемки на местности со сложными гидрогеологическими условиями: 1 - геотекстиль;

2 - торфопесчаная смесь; 3 - грунт замены (насыпь); 4 - бетонные плиты; 5 - ВГВМ в естественных условиях;

6 - то же, после постройки выемки; 7 - теплоизолирующий слой из торфа (по расчету)

Толщину слоя заменяемого в выемках грунта принимают исходя из условия устойчивости и обеспечения требуемой прочности дорожной конструкции, но не менее 0,5 м. Крутизну откосов назначают расчетом, но не менее 1:3.

3.66. При проектировании выемок глубиной более 2 м в мелких и пылеватых песках, переувлажненных пылеватых суглинках, в легковыветривающихся сильнотрещиноватых скальных породах, а также в вечномерзлых грунтах, переходящих при оттаивании в мягкопластичное состояние, предусматривают устройство закуветных полок шириной 0,5-2 м (в зависимости от вида грунта, крутизны откосов и глубины выемки) или при соответствующем обосновании более пологие откосы. В скальных слабоветривающихся породах при отсутствии трещиноватости взамен закуветных полок устраивают кюветы.

3.67. При проектировании насыпей следует различать строительную осадку, протекающую в теле насыпи и в грунтах основания.

Если отсыпку насыпи предусматривают в зимний период на полную высоту из сухо- и твердомерзлых грунтов, то строительную осадку S_c (см) тела насыпи при оттаивании в теплый период года определяют по формуле

$$S_c = H_{\Gamma} \left(1 - \frac{\gamma_{у\kappa\lambda}}{\gamma_{\text{ст}}} \right), \quad (5)$$

где $\gamma_{у\kappa\lambda}$, $\gamma_{\text{ст}}$ - плотность скелета мерзлого грунта в насыпи, г/см^3 , соответственно после укладки с уплотнением и после оттаивания и стабилизации; определяется согласно ГОСТ 5180-84.

При зимней отсыпке высота насыпи должна быть больше рабочей отметки на величину S_c .

Строительную осадку грунтов основания определяют исходя из типа местности, вида грунтов, наличия или отсутствия на поверхности земли мохорастительного покрова и его мощности, прогнозируемой глубины оттаивания при известной высоте насыпи согласно обязательному приложению 7.

3.68. Для определения дополнительных объемов земляных работ при летней отсыпке (при составлении проектной документации) ориентировочно строительную осадку грунтов основания

насыпи высотой до 2 м при их оттаивании на глубину до 2,5 м принимают по табл.16.

Таблица 16

Тип местности	Относительная влажность грунта основания, доли W_T	Коэффициент консистенции	Грунт основания	Строительная осадка грунтов основания, см
Сухие места	<0,77	<0,5	Глина пылеватая	10
			Суглинок пылеватый	6
			Супесь легкая	5
			Песок пылеватый	4
Сырые места	0,77-1,0	0,5-1,0	Глина пылеватая	20
			Суглинок пылеватый	15
			Супесь пылеватая	10
			Песок пылеватый	6
Мокрые места	>1,0	>1,0	Глина пылеватая	30
			Суглинок пылеватый	20
			Супесь тяжелая пылеватая	15
			Песок пылеватый	10

Примечания: 1. При зимней отсыпке насыпи на проектную высоту данные таблицы могут быть снижены на 20%.

2. Величину осадки мохорастительного покрова следует принимать равной 50% первоначальной толщины, а мохоторфяного слоя - 40% расчетной глубины его оттаивания.

Объем дополнительных земляных работ (вследствие строительной осадки грунтов основания)

принимают равным произведению усредненной величины осадки на ширину насыпи по низу и на длину участка.

3.69. Откосы насыпи и выемки следует укреплять. Тип укрепления назначают в зависимости от физико-механических свойств грунтов, слагающих откосы, наличия местных материалов, высоты насыпи, глубины выемки, гидрологического режима подтопления в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02-85.

3.70. Для защиты от водной и ветровой эрозии откосы насыпи (выемки), сложенные песчаными пылеватými и глинистыми грунтами, следует укреплять слоем торфопесчаной смеси (40% торфа, 60% песка) толщиной 10-20 см. В смесь вводят семена многолетних трав.

При отсутствии торфяного грунта можно предусматривать (на основе технико-экономических расчетов) укладку сплошного слоя геотекстиля с обязательным закреплением полотнищ на обочинах и подошве насыпи (бровке выемки) и последующее устройство защитного (от солнечной радиации) слоя толщиной 10-15 см из песка или гравийно-песчаной смеси (рис.23, тип 30).

При необходимости можно укреплять сплошными геотекстильными слоями, выполняющими противозэрозийную или армирующую функцию, и обочины и откосы (рис.23, тип 31). Противозэрозийную роль выполняют также боковые поверхности полуобойм и обойм из геотекстиля (см. рис.16).

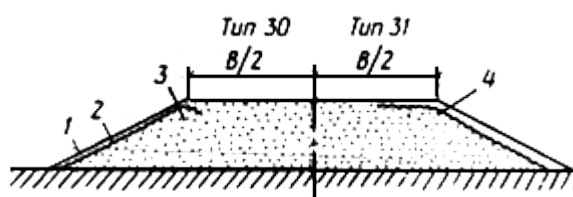


Рис.23. Поперечный профиль насыпи с укреплением откосов и обочин геотекстилем:

1 - защитный песчаный слой толщиной 10-15 см; 2 - геотекстиль на откосе;

3 - грунт насыпи; 4 - геотекстиль на обочине

3.71. Обочины земляного полотна следует укреплять гравийно-песчаным или щебеночным материалом, шламом, шлаком и другими отходами промышленного производства, геотекстилем (см. рис.23, тип 31), а также бетонными плитами на основе технико-экономических расчетов.

3.72. В проектах автомобильных дорог согласно требованиям п.1.5 настоящих норм необходимо предусматривать комплекс мероприятий по охране окружающей среды: рекультивацию карьеров и резервов, восстановление нарушенной техногенным воздействием прилегающей к дорогам полосы отвода, восстановление нарушенных территорий в местах дислокации дорожно-строительных подразделений - с определением требуемых объемов производства работ и их сметной стоимости.

Водоотводные сооружения

3.73. В зависимости от рельефных, гидрологических, гидрогеологических и мерзлотно-грунтовых условий поверхностные и грунтовые надмерзлотные воды отводят от дорожного полотна с помощью следующих сооружений:

боковых водоотводных канав, лотков или лотков-полутруб, притрассовых резервов;

нагорных мерзлотных валиков, приоткосных берм и нагорных канав;
 поперечных водоотводных канав.

В I_3 дорожно-климатической подзоне на участках с несливающейся вечной мерзлотой допускается (при соответствующем технико-экономическом обосновании) проектировать для отвода вод дренажные конструкции.

3.74. Размеры водоотводных сооружений назначают по гидравлическому расчету, учитывая приток вод и глубину их залегания, площадь осушаемой территории и ее инженерно-гидрологические условия. Форму поперечного сечения канав принимают такой, чтобы обеспечить механизацию работ и устойчивость откосов.

3.75. Водоотводные каналы проектируют на устойчивых основаниях, сложенных непросадочными и малопросадочными грунтами. При этом дно и откосы канав (кюветов), устройство которых предусматривается в легкоразмываемых грунтах, следует укреплять одиночным или двойным слоем луговой или тундровой дернины, камнем, гравийно-песчаной смесью, бетонными плитами, уложенными по мху, или геотекстильным материалом (рис.24). Если скорость течения воды превышает допустимую для соответствующих типов укрепления, необходимо предусматривать перепады, быстротоки или водобойные колодцы.

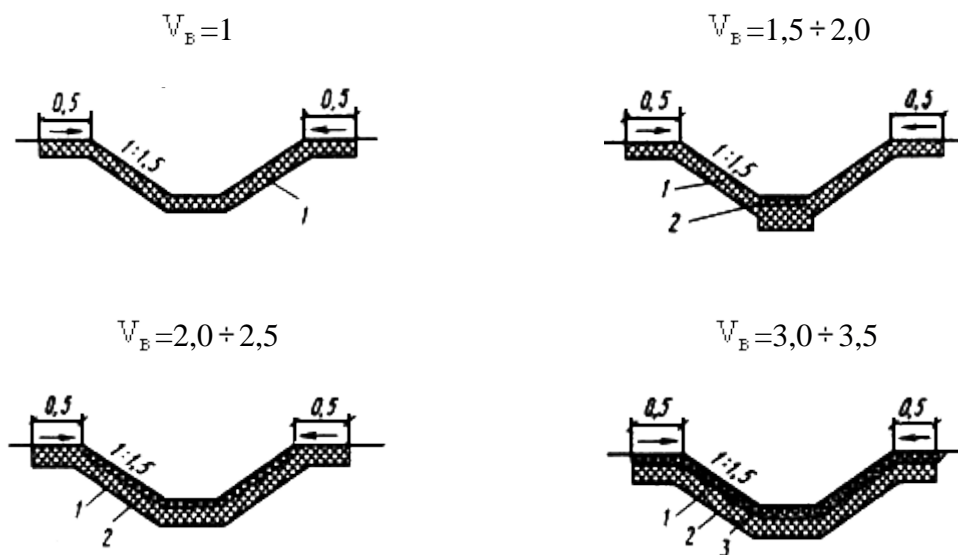


Рис.24. Поперечные сечения водоотводных канав: 1 - дерн, мох, торф; 2 - крупнообломочный грунт, бетонные плиты; 3 - геотекстиль; V_E - скорость течения воды

3.76. В равнинной и слабопересеченной местности сложенной грунтами I-II категорий просадочности, каналы (притрассовые резервы) проектируют непосредственно у подошвы насыпи. В такой же местности, сложенной грунтами III категории просадочности, устройство канав

предусматривают на расстоянии не менее 5 м от подошвы насыпи.

3.77. Запрещается проектировать водоотводные и нагорные каналы в грунтах IV-V категорий просадочности. При наличии таких грунтов в равнинной и слабопересеченной местности предусматривают максимально естественный сток поверхностных вод либо приоткосные бермы, а на косогорных участках, кроме берм, и нагорные валики (см. рис.12). Высоту нагорных валиков назначают с обязательным превышением максимального расчетного уровня воды на 0,25 м.

В случае устройства валиков следует предусматривать обязательное сохранение мохорастительного покрова в основании. Откос валика и полосу вдоль его подошвы на ширину 1 м с нагорной стороны укрепляют крупнообломочным грунтом по слою мха или торфа. При его отсутствии допускается укрепление геотекстилем.

3.78. На косогорных участках с большой водосборной площадью или сильными снежными заносами проектируют водоотвод в виде двух рядов нагорных канав, расположенных в 100 м друг от друга, или нагорной канавы в сочетании с мерзлотным валиком, который располагают с низовой стороны нагорной канавы в 50 м от подошвы насыпи. Уклон дна канав принимают не менее 5‰.

3.79. Для поперечного (относительно оси насыпи) пропуска поверхностных вод следует проектировать водопропускные трубы в соответствии с обязательным приложением 8.

Земляное полотно, противоналедные и искусственные сооружения на участках наледей

3.80. На участках природных наледей, параметры которых необходимо оценивать и рассчитывать согласно рекомендуемому приложению 9, земляное полотно следует проектировать:

в насыпях с возвышением бровки над расчетной отметкой поверхности наледи не менее чем на 0,5 м;

в насыпях с бермой, устраиваемой с нагорной стороны;

в комплексе с капитальными противоналедными сооружениями и устройствами.

3.81. На участках прогнозируемых наледей в районах глубокого сезонного промерзания и островного распространения вечномерзлых грунтов (I_3 дорожно-климатическая подзона) насыпь проектируют с таким расчетом, чтобы глубина промерзания под ней не превышала глубины промерзания грунтов в естественных условиях.

3.82. Насыпь на наледных участках предпочтительнее назначать из крупнообломочных грунтов. На участках, где насыпь проектируют с применением глинистых грунтов, предусматривают берму с нагорной стороны или пологий откос и его укрепление.

3.83. Противоналедные сооружения, как правило, различают по сроку службы (временные и постоянные) и по принципу их воздействия на наледный процесс (активизирующие, задерживающие наледный процесс и обеспечивающие безналедный пропуск водного потока).

3.84. Временные сооружения (мерзлотные пояса, утепление русел водотоков, тепловая мелиорация местности, снежные и ледяные валы и т.д.), как правило, следует предусматривать на период

строительства, а постоянные (вал из грунта, заборы, утепленные и концентрирующие водный поток лотки и т.д.) - на весь период эксплуатации автомобильных дорог.

3.85. Сооружения, активизирующие наледный процесс (мерзлотные и наледные пояса, водонепроницаемый экран), как правило, используют на участках формирования грунтовых наледей для вывода подземных вод на поверхность, обеспечив их замерзание на безопасном расстоянии от дорожного сооружения.

3.86. Сооружения, задерживающие наледный процесс, проектируют на участках выхода надмерзлотных или грунтовых вод объемом до 10-30 тыс.м³ (мерзлотный пояс или экран в комплексе с расположенным выше земляным валом), а также на постоянных водотоках, питающихся подземными водами, расход которых не превышает 3 л/с (валы из грунта с герметичными затворами; герметичные деревянные, железобетонные заборы или ограждения из нескольких рядов металлических сеток, решеток).

3.87. Конструкции, обеспечивающие безналедный пропуск (спрямленные и углубленные русла; утепленные лотки сосредоточенного пропуска воды; горизонтальные дренажи, имеющие трубчатые водоотводные элементы или образующиеся при использовании буровзрывного способа; вертикальный систематический или периодический дренаж из скважин), следует предусматривать, как правило, на реках и в местах выхода подземных вод (ключей), где можно сконцентрировать водный поток и пропустить его за пределы дорожного сооружения, с устройством дополнительного подогрева или без него.

3.88. При проектировании валов из грунта предусматривают удаление растительного и торфяного покрова и укрепление откоса нижней части вала. Высота укрепления откоса должна быть выше расчетного горизонта воды не менее чем на 0,2 м. Для пропуска паводковых вод в валу проектируют проем. В проеме, а также в 100-150 м выше вала по руслу водотока следует предусматривать охлаждающие и перемораживающие отмостки из плоского камня или бетонных плит. В качестве затвора предпочтительнее применять двух-, трехрядные решетки из металлических прутьев, что исключает необходимость периодически открывать и закрывать затворы.

3.89. При вскрытии выемкой или полувыемкой водоносных пластов преимущественно проектируют горизонтальные дренажи с заглублением их водоотводных частей ниже прогнозируемой глубины сезонного промерзания грунтов для обеспечения устойчивости земляного полотна и исключения возможности наледообразования.

В отдельных случаях, в протяженных глубоких выемках, можно применять вертикальный дренаж из скважин как во временном, так и в постоянном варианте.

При вскрытии выемкой надмерзлотных или грунтовых вод перехват и отвод их осуществляют глубокими нагорными канавами, в том числе в сочетании с мерзлотным поясом.

3.90. На участках, где наледи формируются на водотоках в естественной природной обстановке, проектируют:

преимущественно высокие мосты с увеличенной длиной пролета;

мосты со спрямленным углубленным руслом или в сочетании с утепленными лотками.

Допускается применять железобетонные трубы диаметром не менее 1,5 м или металлические

гофрированные трубы диаметром не менее 2 м с утепленными подводящими и отводящими лотками и теплоизоляцией отверстий труб щитами или матами.

3.91. Высокие мосты с увеличенной длиной пролетов проектируют в местах развития природных наледей (объемом свыше 10 тыс.м³) с нечетко выраженными наледными источниками, когда устранение причин возникновения наледи или ее задержание на некотором расстоянии от сооружения не представляется возможным или экономически нецелесообразно.

3.92. Высоту подмостового габарита H_m (м) на реках по условиям пропуска наледи и весеннего паводка определяют по наибольшему из значений:

$$\begin{aligned} H_m &= \Delta H_p + \Delta h_{cp}; \\ H_m &= \Delta H_{cp} + \Delta h_p, \end{aligned} \quad (6)$$

где ΔH_p , ΔH_{cp} - соответственно расчетная максимальная и средняя мощность речной наледи, м;
 Δh_p , Δh_{cp} - превышение, необходимое для пропуска по наледи соответственно расчетного или среднего расхода талых вод, м.

Высота подмостового габарита на переходах через ручьи и лога с наледями назначается по наибольшему из расчетных значений мощности наледи и высоты горизонта паводковых вод.

3.93. Безналедный пропуск водотоков обеспечивают с применением утепленных лотков при четко выраженном, сконцентрированном в одном месте наледном источнике с температурой воды выше 3 °С и его незначительном удалении от сооружения. Толщину утепления, длину, ширину и высоту лотков устанавливают теплотехническим и гидравлическим расчетами согласно "Руководству по проектированию искусственных сооружений автомобильных дорог на водотоках с наледями" (М.: Транспорт, 1978). Лоток проектируют совместно с мостом или трубой, с заглублением в грунт или на его поверхности.

3.94. Наледи, образующиеся выше искусственного сооружения, целесообразно задерживать на водотоках с малым расходом воды и при наличии пологих (уклон не более 2%) и широких логов, позволяющих накапливать лед с помощью одного-двух заборов или грунтовых валов с заборами в проеме.

3.95. На участках прогнозируемых наледей проектируют следующие типы искусственных сооружений:

свайно-эстакадные мосты, полностью перекрывающие наледный лог;

мосты с любыми конструкциями фундаментов и опор, но с повышенными подмостовыми габаритами;

железобетонные трубы диаметром не менее 1,5 м, а также металлические гофрированные трубы диаметром не менее 2,0 м с теплоизоляцией или многоочковые в разных уровнях с диаметром очков не менее 1,5 м совместно с утепленными подводящими и отводящими лотками.

Допускается свободный пропуск наледей под мостами и эстакадами.

3.96. Трубы на участках прогнозируемых наледей проектируют с облегченными или свайными фундаментами, предусматривая теплоизолирующие подушки, с том* не превышала глубины промерзания грунтов в естественных условиях.

* Текст в соответствии с оригиналом. Примечание "КОДЕКС".

3.97. Подошва фундамента (теплоизолирующей подушки) трубы должна располагаться выше уровня грунтовых вод. Если это условие выполнить невозможно, то проектируют мосты с увеличенными отверстиями или при соответствующем технико-экономическом обосновании трубы и мосты с дренажно-каптажными устройствами.

3.98. Разрешается применять трубы металлические гофрированные диаметром 2,0 м или многоочковые в разных уровнях на малых постоянных водотоках с расчетным расходом воды до 30-40 м³/с.

3.99. Свайно-эстакадные мосты проектируют на постоянно действующих малых и средних водотоках, предусматривая меры, компенсирующие нарушения строительством мерзлотно-гидрологических условий (устройство теплоизолирующих подушек, накопление снега, углубление русел и т.п.).

3.100. На малых водотоках и ручьях при глубине залегания слоя водоупорных пород до 3-5 м и низкой температуре воды (ниже 3 °С) предусматривают устройства, активизирующие наледный процесс и задерживающие наледь в удалении от сооружения (наледные пояса, активные противоналедные валы, вентиляционно-морозильные и сезоннодействующие охлаждающие установки).

Конструкции дорожных одежд

3.101. Дорожные одежды проектируют со следующими типами покрытий:

цементобетонными монолитными;

железобетонными или армобетонными сборными;

асфальтобетонными;

из щебня, обработанного битумом или битумной эмульсией способами смешения в установке, пропитки с устройством поверхностной обработки;

из гравийно- и щебеночно-песчаных смесей, обработанных органическими или неорганическими вяжущими способами смешения в установке или на дороге, с устройством поверхностной обработки;

щебеночными (гравийными), обработанными в верхней части пескоцементной смесью, белитовым шламом, высокоактивным либо активным гранулированным шлаком, с поверхностной обработкой;

из гравийно- и щебеночно-песчаных смесей, малопрочных каменных материалов, отходов

камнедробления и горнорудных предприятий, металлургических шлаков, белитового шлама и подобных материалов.

3.102. Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит типа ПАГ-14 и ПДН целесообразно проектировать в том случае, если технико-экономическими расчетами обосновано двухстадийное строительство дорожной одежды.

На первой стадии предусматривают устройство дорожной одежды переходного типа с щебеночным, гравийным покрытием либо из материалов, способных омоноличиваться и позволяющих пропускать движение сразу же после их уплотнения (белитовый шлак и укрепленные им каменные материалы, а также высокоактивные и активные доменные шлаки).

3.103. Дорожная одежда переходного типа с покрытием из белитового шлама должна иметь защитный слой толщиной 3-5 см из отходов камнедробления, дресвы и подобных материалов.

На второй стадии дорожная одежда переходного типа (с учетом ее эксплуатационного состояния) может быть использована в качестве основания под сборные железобетонные или асфальтобетонные покрытия.

3.104. Сборные покрытия из ненапряженных железобетонных плит проектируют на участках с небольшой интенсивностью автомобильного движения.

3.105. Во всех случаях виды оснований дорожных одежд должны соответствовать требованиям п.3.101.

3.106. При необходимости предусматривают устройство дополнительных слоев оснований из песка, гравия, геотекстиля, отходов промышленности и других материалов. В зависимости от конкретных условий дополнительный слой по функции может быть тепло- или гидроизолирующим, морозозащитным, дренажным, капилляропрерывающим или выравнивающим.

3.107. Для обеспечения контакта плиты с основанием между ними предусматривают технологическую выравнивающую прослойку толщиной до 3 см из цементопесчаной смеси с маркой по прочности при сжатии не ниже М40 или из белитового шлама.

На основаниях из неукрепленных материалов выравнивающий слой следует выполнять из песка.

3.108. Для обеспечения динамической устойчивости неукрепленного песчаного основания (предотвращение всплесков песка из-под стыков плит и кромок сборного покрытия, отвод избытка воды и осушение песчаного слоя) предусматривают сплошную укладку на его поверхность полотнищ геотекстиля на всю ширину проезжей части с выводом их под обочины на 0,5 м (рис.25, а). Чтобы удалить избыток воды из основания, напротив поперечных швов сборного покрытия укладывают дополнительные полосы геотекстиля шириной не менее 0,7 м с выпуском на откосы на 15-20 см.

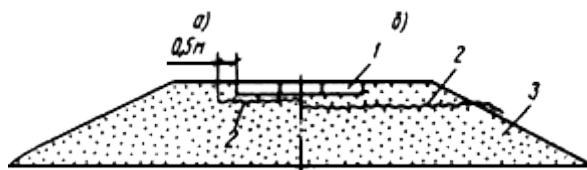


Рис.25. Поперечные профили насыпи со слоями из геотекстиля под сборным покрытием с выводом под обочину (а)

и на откос (б):

1 - сборное покрытие из цементобетонных плит; 2 - слой геотекстиля; 3 - грунт насыпи

При необходимости усиления обочин или их защиты от размыва предусматривают сплошную укладку геотекстиля на всю ширину земляного полотна с выпуском на откосы на 15-20 см (рис.25, б).

3.109. При строительстве покрытия в две стадии устройство геотекстильной прослойки предусматривают только на второй стадии после досыпки, уплотнения и профилирования неукрепленного песчаного основания.

В случае устройства сборного покрытия на основании из неукрепленной гравийно-песчаной смеси и использования этого основания для временного проезда в порядке стадийного строительства геотекстильную прослойку целесообразно укладывать под гравийно-песчаный слой на всю ширину земляного полотна с выпуском на откос.

3.110. Для обеспечения продольной устойчивости сборного покрытия расстояние между швами расширения в зависимости от температуры воздуха в момент укладки плит назначают по данным табл.17.

Таблица 17

Ширина шва, мм	Расстояние между швами расширения, м, при температуре воздуха, °С, в период укладки плит		
	<10	10-20	>20
10	42	60	102
20	78	102	180

3.111. Для того чтобы обеспечить вертикальную устойчивость покрытия в местах расположения швов расширения при устройстве основания из неукрепленных материалов, предусматривают поперечные полосы (подшовные подушки) из укрепленных материалов, белитового шлама или сборного железобетона. При этом ширину подшовой подушки принимают 1 м, а толщину - равной толщине основания.

При использовании плит со стыковым соединением камерного типа, обеспечивающим горизонтальное перемещение плит в поперечных швах, подшовные подушки не предусматривают.

3.112. Дорожные одежды нежесткого и жесткого типов следует конструировать и рассчитывать, руководствуясь положениями "Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа" ВСН 46-83 (М.: Транспорт, 1985) и "Инструкции по проектированию жестких дорожных одежд" (М., 1983).

При расчете дорожных одежд нежесткого типа, устраиваемых на земляном полотне типов 8-11 (см. рис.7-9), 16 (см. рис.14), 23-26 (см. рис.19 и 20), вместо расчетного модуля упругости грунта $E_{гр}$ следует принимать эквивалентный модуль упругости на поверхности земляного полотна $E_{гр}^{ЭК}$:

$$E_{гр}^{экв} = \frac{E_{т}}{\frac{2}{\pi} \left[\arctg 1,5 \frac{h_{гр} + h_{тр}}{D} - \left(1 - \frac{E_{т}}{E_{гр}} \right) \arctg 1,5 \frac{h_{гр}}{D} \right]}, \quad (7)$$

где $E_{т}$ - модуль упругости торфа в оттаявшем слое торфяной части насыпи, МПа;

$h_{гр}$ - толщина насыпного слоя из минерального грунта, см;

$h_{тр}$ - глубина оттаивания торфяной части насыпи, см;

D - диаметр круга, равновеликого площади отпечатка колеса расчетного автомобиля, см;

$E_{гр}$ - модуль упругости талого минерального грунта в насыпи при расчетной влажности, МПа.

3.113. Толщину асфальтобетонного покрытия на основании из материалов, обработанных неорганическими вяжущими, а также на основании из железобетонных плит следует принимать не менее 10 см. При этом в местах расположения швов необходимо предусматривать укладку геотекстильного материала или сетки из стекловолокна шириной 0,75-1 м.

3.114. При расчете дорожных одежд со слоями из белитового шлама и каменных материалов, обработанных белитовым шламом, расчетные значения модуля упругости и предела прочности на растяжение при изгибе белитового шлама принимают согласно табл.1, а каменных материалов, обработанных шламом, - согласно табл.2 рекомендуемого приложения 10.

При проектировании щебеночных (гравийных) оснований и покрытий, обработанных белитовым шламом не на полную глубину, расчетные значения модуля упругости принимают по табл.3 рекомендуемого приложения 10 в зависимости от глубины обрабатываемого слоя.

Материалы для дорожных одежд

3.115. Материалы для устройства покрытий, оснований и дополнительных слоев оснований должны удовлетворять требованиям соответствующих ГОСТов, СНиПов и технических условий, а также настоящих норм.

3.116. При приготовлении цементобетонной смеси для устройства монолитных покрытий и оснований применяют крупные, средние и мелкие пески с содержанием зерен мельче 0,14 мм не более 10%. Допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании использовать пески (в том числе и очень мелкие) с содержанием зерен размером менее 0,14 мм не более 20% массы песка. При этом в бетонную смесь необходимо вводить комплексные (пластифицирующие и воздухововлекающие или газообразующие) добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ).

3.117. Тип асфальтобетонной смеси и марку битума для устройства покрытий назначают в соответствии с табл.18 в зависимости от условий работы асфальтобетонного покрытия в районе строительства.

Дорожно-климатическая подзона (по рис.2)	Условия работы покрытия			Марка битума	Тип смеси для дороги категории		
	Расчетная температура покрытия, °С		Количество циклов замораживания-оттаивания при температуре замораживания минус 10 °С		I-II	III	IV
	летняя	зимняя					
I ₁	35	-40	<60	БНД 60/90	A	A	-
				БНД 90/130	A, Б	A, Б	Б
				БНД 130/200	A, Б, В	A, Б, В	Б, В, Г
				БНД 200/300	A, Б	A, Б, В, Г	Б, В, Г
				СГ 130/200	-	-	Б, В, Г, Д
I ₂ : северная и центральная части	40	-45	60-100	БНД 130/200	A	A	-
				БНД 200/300	A	A, Б	Б
				СГ 130/200	-	-	Б, Г
южная часть	45	-40	>100	БНД 60/90	A	A	-
				БНД 90/130	A, Б	A, Б	Б
				БНД 130/200	A, Б	A, Б	Б, В
				БНД 200/300	A	A, Б	Б, В
				СГ 130/200	-	-	Б, В, Г
I ₃ :	45	-40	>100	БНД 60/90	A	A	-

северная и центральная части				БНД 90/130	А, Б	А, Б	Б
				БНД 130/200	А, Б	А, Б	Б, В
				БНД 200/300	А	А, Б	Б, В
				СГ 130/200	-	-	Б, В, Г, Д
южная часть	45	-35	>100	БНД 60/90	А	А	-
				БНД 90/130	А, Б	А, Б	Б
				БНД 130/200	А, Б	А, Б	Б, В, Г
				БНД 200/300	А, Б	А, Б, Г	Б, В, Г
				СГ 130/200	-	-	Б, В, Г

Примечание. При устройстве асфальтобетонных покрытий в южной части I_3 дорожно-климатической подзоны допускается применять битумы марок БН 60/90, БН 90/130, БН 130/200, БН 200/300.

На автомобильных дорогах I-II категорий предусматривается применять асфальтобетонные смеси I марки, III категории - II марки, IV категории - III марки.

3.118. Для устройства однослойных и верхних слоев двухслойных асфальтобетонных покрытий в I_1 дорожно-климатической подзоне и восточной части I_3 дорожно-климатической подзоны предпочтение отдают смесям с меньшим содержанием щебня.

На автомобильных дорогах III и IV категорий в этих подзонах целесообразно применять в качестве вяжущего битумные эмульсии.

3.119. В южной части I_3 дорожно-климатической подзоны со значительной продолжительностью теплого периода на дорогах IV категории при стадийном строительстве допускается предусматривать покрытия из холодных асфальтобетонных смесей и из смесей, приготовленных способом смешения на дороге с использованием в качестве вяжущего битумов марок СГ 70/130, МГ 70/130, СГ 40/70 и МГ

40/70.

Для устройства усовершенствованных покрытий облегченных дорожных одежд способом пропитки на дорогах III и IV категорий, а также оснований следует применять среднераспадающиеся битумные эмульсии (катионные и анионные). В районах со значительной продолжительностью теплого периода (южная часть I₃ дорожно-климатической подзоны) допускается применять битум марки БНД 130/200.

3.121. Если проектируют устройство покрытий способами смешения и пропитки, то следует предусматривать поверхностную обработку с использованием битумов марок БНД 130/200 и БНД 200/300 (южная часть I₃ дорожно-климатической подзоны) и прямых средне- и быстрораспадающихся катионных битумных эмульсий.

3.122. В составе асфальтобетонных смесей целесообразно использовать ПАВ и активирующие добавки.

Эффективность введения ПАВ в асфальтобетонную смесь достигается предварительной активацией минеральных материалов, в том числе минеральных порошков.

3.123. Белитовый шлак должен отвечать требованиям ТУ 48-0114-19-84 "Шламы нефелиновые (белитовые) глиноземного производства", ТУ 48-2853-3/0-85 "Отвальный красный шлак для дорожного строительства" и требованиям пп.3.124-3.127.

3.124. Размер схватившихся комьев белитового шлака текущего производства, используемого в качестве материала для оснований и покрытий, не должен превышать 100 мм, в качестве самостоятельного неорганического вяжущего - 40 мм. При этом содержание комьев размером 40-100 мм в шламе-материале оснований и покрытий и размером 20-40 мм в шламо-вяжущем должно быть не более 25%.

3.125. Лежалый шлак необходимо применять в качестве материала для оснований и покрытий после его рыхления и последующего дробления до размера не более 100 мм и в качестве самостоятельного вяжущего - до размера не более 20 мм. Белитовый шлак в зависимости от активности должен иметь предел прочности образцов при сжатии (МПа) через 90 сут нормального твердения:

Высокоактивный	Свыше 5,0
Активный	2,5-5,0
Малоактивный	1,0-2,5

3.126. Белитовый шлак доставляют на объект всеми видами транспорта, предназначенными для перевозки грузов навалом. Его допускается хранить на открытых площадках с принятием мер по предотвращению загрязнения.

3.127. Крупнообломочные и песчаные грунты, укрепленные белитовым шлаком, по физико-механическим показателям образцов после 90 сут нормального твердения должны отвечать требованиям СНиП 2.05.02-85. Морозостойкость белитового шлака и укрепленных им материалов не

нормируется благодаря способности шлама к гидратации и набору прочности в течение нескольких лет; снижение прочности материала при воздействии мороза компенсируется нарастанием прочности в теплый период года.

Снегозащитные устройства

3.128. При проектировании автомобильных дорог следует прогнозировать условия их зимней эксплуатации и в соответствии с этим предусматривать необходимые конструктивно-технологические решения по защите от снежных заносов (снегозащитные устройства).

3.129. Во всех дорожно-климатических подзонах конструктивно-технологические решения (снегозащитные устройства) необходимо назначать в зависимости от прогнозируемых объемов снегопереноса, приведенных в табл.19.

Таблица 19

Дорожно-климатическая подзона (согласно табл.1)	Объем снегопереноса, м ³ /м
I ₁ , включая северную часть Камчатской обл.	Более 300, а в отдельных пунктах арктического побережья до 1000-1500
I ₂ , равнинные области	Не более 75, западнее р. Енисей - 100-150
I ₂ и I ₃ , горные области	В зависимости от высоты и экспозиции хребтов; отмечается формирование и сход снежных лавин на перевальных участках
I ₃ , равнинные области	До 150, в отдельных пунктах (особенно в западной части района) - до 300

3.130. Различают следующие виды снегозащитных устройств при их взаимодействии со снежным потоком:

снегопедуающие, способствующие увеличению скорости снеговетрового потока и переносу снега через дорогу без отложения на проезжей части (заборы);

снегозадерживающие, обеспечивающие уменьшение скорости снеговетрового потока и отложение снега перед дорогой (заборы, переносные щиты, лесонасаждения, снежные стенки, траншеи в сформировавшемся снежном покрове);

снегозащитные, предотвращающие попадание снежных лавин на дорожное полотно.

3.131. Конструкции снегозащитных устройств назначают согласно СНиП 2.05.02-85 индивидуально для правой и левой сторон каждого заносимого участка проектируемой дороги в зависимости от расчетных объемов снегопереноса и характера местности, руководствуясь табл.20.

Снегозащитное устройство	Вид и характеристика устройства	Условия применения
Снего- передвигающее	Забор высотой 8 м: панель - 5 м, продуваемый проем - 3 м	В открытой безлесной местности при объеме снегопереноса более 300 м ³ /м, направление господствующих ветров под углом от 50 до 90° к оси дороги
Снего- задерживающее	Одно- или двухпанельный забор высотой 4-5 м, просветностью 50-70%. Высота продуваемого проема 0,5-0,7 м, панели - 1,4-1,8 м	То же, до 300 м ³ /м
	Щиты размером 1,5х2,2 м, просветностью 50-60%	То же, от 100 до 200 м ³ /м
	Снежные стенки, траншеи	То же, до 75-100 м ³ /м, наличие устойчивого снежного покрова толщиной не менее 15-20 см
	Лесонасаждения	В районах с почвенными и климатическими условиями, благоприятными для их жизнедеятельности
Снегозащитное	Индивидуальное проектирование	В местах, где нельзя защитить дорогу существующими устройствами или требуется пропуск снежных лавин над дорогой

3.132. Лесонасаждения, а также постоянные заборы и переносные щиты на дорогах I-III категорий проектируют на задержание расчетного объема снега в обжитых районах с вероятностью повторения снегопереноса 7%, слабонаселенных районах (Крайний Север) - 5%, а на дорогах IV, V категорий - 10%.

3.133. Размеры конструктивных элементов (стоек, поперечин, обрешетки) заборов снегозадерживающего и снегопередвигающего действия определяют расчетом на ветровую нагрузку.

3.134. Заборы снегопередвигающего действия располагают на обочине насыпи на расстоянии около 1 м от кромки проезжей части.

3.135. Расстояние между снегозадерживающим забором и бровкой насыпи назначают равным 15-25 высотам забора в зависимости от направления ветра и рельефа местности. Большее расстояние принимают в тех случаях, когда направление ветра составляет с осью дороги угол, близкий к прямому, и прилегающая местность имеет уклон от забора к дороге. Меньшее расстояние назначают тогда, когда угол между осью дороги и направлением ветра острый и прилегающая территория относительно ровная. Если по местным условиям указанное расстояние нельзя выдержать, то допускается принимать его равным 10 высотам забора при условии уменьшения просветности решетки до 30%.

Расстояние между дорогой и ближним к ней рядом (при установке заборов в два ряда и более) принимают равным 15 высотам от бровки насыпи, а между рядами - 25-30 высотам забора.

4. СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Основные положения по организации строительства и производству работ

4.1. Строительство автомобильных дорог осуществляют в соответствии с проектом производства работ (ППР), в котором отражены сроки и технология выполнения рабочих процессов с учетом принятых принципов проектирования, конструкций дорог, местных климатических и мерзлотно-грунтовых условий с обязательным соблюдением требований пп.3.27, 4.94.

4.2. На участках, где земляное полотно запроектировано по первому принципу, сроки проведения подготовительных и основных работ должны строго соблюдаться. Запрещается переносить отдельные виды работ на более поздние сроки, не предусмотренные проектом. Изменения, необходимость которых возникает в процессе строительства (производство работ в летний период и пр.), могут быть допущены после согласования с организацией, разработавшей проект, и по разрешению утвердивших его учреждений.

4.3. При разработке ППР следует исходить из того, что основной объем земляных работ должен быть выполнен в зимнее время, когда можно максимально использовать естественный холод для промораживания грунтов в основании и тем самым снизить техногенное воздействие на них, что отвечает требованиям охраны окружающей среды.

4.4. В течение короткого летнего периода необходимо:

довести земляное полотно, отсыпанное в зимний период, до требуемых параметров путем уплотнения тела насыпи, планировки откосов, укрепительных работ;

заготовить грунт, в том числе гидромеханизированным способом, для работ в зимний период;

выполнить укрепительные и отделочные работы на искусственных сооружениях;

устроить дорожное основание и покрытие;

заготовить асфальто- и цементобетонные смеси в необходимом объеме путем организации работы заводов в 2-3 смены.

4.5. В зимний период необходимо:

построить автозимники, возвести временные здания и сооружения, расчистить дорожную полосу и подготовить карьеры дорожно-строительных материалов, в том числе грунтовые, для разработки грунта зимой и в следующий летний период;

доставить на объекты машины, механизмы, строительные и горюче-смазочные материалы;

произвести буровзрывные работы на участках с мерзлыми грунтами, которые при оттаивании переходят в текучее состояние;

соорудить временные землевозные дороги между карьерами и трассой, возвести насыпи из скальных, а также несмерзающихся галечно-гравийных и песчаных грунтов на подходах к мостам, на марях, болотах и других участках со слабыми основаниями; отсыпать бермы и утеплить откосы;

устроить дорожные одежды: заготовить, переработать и вывезти каменные материалы на трассу и заводы (АБЗ, ЦБЗ); изготовить сборные железобетонные изделия; устроить щебеночное (гравийное)

основание; уложить сборные железобетонные плиты, а также монолитное цементобетонное основание с применением методов зимнего бетонирования.

4.6. Для выполнения земляных работ в заданные сроки должны быть укомплектованы три отряда машин: по выполнению подготовительных работ и разработке грунта в карьерах; по возведению земляного полотна, запроектированного по первому принципу (преимущественно в зимнее время); по возведению земляного полотна, запроектированного по второму принципу (в летний и частично в зимний период).

4.7. При комплектовании отрядов учитывают реальную продолжительность строительного сезона, которая зависит от климатических условий и вида применяемых грунтов.

Насыпи из крупнообломочных или песчаных грунтов возводят круглогодично. Расчетное количество рабочих смен T_p в этом случае определяют по формуле

$$T_p = (T_g - T_n - T_m) K_{см}, \quad (8)$$

где T_g - календарная продолжительность года, сут;

T_n - количество выходных и праздничных дней в году;

T_m - количество нерабочих дней из-за неблагоприятных метеорологических условий (температура воздуха ниже минус 35 °С);

$K_{см}$ - коэффициент сменности работы машин.

4.8. Продолжительность сезона, в течение которого устраивают земляное полотно из глинистых грунтов боковых резервов, определяют с учетом длительности безморозного периода, скорости оттаивания грунтов, количества дней с осадками, приводящими к переувлажнению грунтов, и времени их просыхания.

Количество рабочих смен рассчитывают по формуле

$$T_p = (T_{б.м} - T_{от} - T_n^{б.м} - n_d - n_d T_{пр}) K_{см}, \quad (9)$$

где $T_{б.м}$ - длительность безморозного периода (между датами устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С), сут;

$T_{от}$ - время, необходимое для оттаивания грунтов на глубину 10-15 см, когда можно начинать их разработку, сут;

$T_n^{б.м}$ - количество праздничных и выходных дней за безморозный период;

n_d - число дней с количеством осадков, приводящим к переувлажнению грунтов в слое 10-15 см: для супесей и суглинков легких - 5 мм/сут, суглинков тяжелых и глин - 8 мм/сут и более;

$T_{пр}$ - время, необходимое для просыхания грунта после дождя, сут.

Необходимые расчетные данные приведены в рекомендуемом приложении 11.

4.9. При прохождении трассы вблизи рек и крупных озер заготовку грунта для устройства земляного полотна можно вести способом гидромеханизации, если при этом не прогнозируется

экологическое нарушение.

4.10. Водопропускные трубы следует строить с обеспечением непрерывности всего комплекса работ - от разработки котлована до засыпки труб грунтом в соответствии с графиком.

4.11. Если земляное полотно и дорожную одежду устраивают в течение одного календарного года, то разрыв по времени между окончанием земляных работ и началом устройства дорожной одежды устанавливает проектная организация в соответствии с п.4.94.

4.12. Дорожную одежду со сборным покрытием устраивают, как правило, поточным методом. В тех случаях, когда работы в один поток организовать невозможно, их следует разделить на два потока. Первый включает устройство основания и выравнивающего слоя, монтаж и посадку плит, второй - сварку стыковых соединений, омоноличивание стыков, заделку швов и укрепление обочин.

4.13. Для обеспечения работы АБЗ при пониженных положительных и отрицательных температурах воздуха утепляют сушильные и смесительные барабаны, трубопроводы; осуществляют паробогрев битумо-, водо-, топливопроводов и бачков для дозировки вяжущих; утепляют кабины операторов и транспортеры, подающие минеральные материалы.

4.14. Цементобетонные смеси при отрицательных температурах приготавливают на утепленных ЦБЗ. Утеплению подлежат емкости для воды, водо- и паропроводная сети, пневмоаппараты, краны, насосы, контрольные приборы и установки для приготовления растворов солей и ПАВ. Для подогрева материалов необходимо отапливать галереи с транспортерами для их подачи, а также бункерное, дозировочное и смесительное отделения завода.

Комплекты машин и механизмов для укладки и уплотнения цементобетонной смеси должны быть подготовлены для работы при отрицательных температурах.

4.15. Машины для выполнения земляных работ следует выбирать с учетом природно-климатических и мерзлотно-грунтовых условий, влияющих на их эксплуатационные показатели. Для земляных работ, кроме машин обычных модификаций, применяют механизмы в северном исполнении, с рабочими органами и ходовой частью повышенной хладостойкости, а также машины повышенной проходимости (табл.21).

Таблица 21

Машины	Рекомендуемые марки машин		
	в северном исполнении (температура воздуха минус 60 °С)	с повышенной хладостойкостью основных узлов (температура воздуха минус 40 °С)	повышенной проходимости
Экскаваторы (емкость ковша, м ³)	Э-652БХЛ (0,65), ЭО-5111ЕХЛ (1,0), Э-6112БХЛ (1,25), Э-2505СА-1 (2,5), Э-2505 (2,5)	Э-652Б (0,65), ЭО-4121 (1,0), Э-10011Е (1,0), ЭО-5132 (1,6), Э-2503 (2,5)	Э-304В (0,4), Э-5015А (0,5), ТЭ-3М торфяной (0,5), МТП-71 торфяной (1,0)
Бульдозеры на тракторе (мощность, кВт)	ДЗ-35С-Т-180Г (132), ДЗ-34С-ДЭТ-290М (184),	ДЗ-54С-Т-100МЗГП (79), ДЗ-118-ДЭТ-250М (184)	ДЗ-18-Т-100МЗГП (79), ДЗ-18А-Т-100МЗГП (79)

Бульдозеры-рыхлители на тракторе (мощность, кВт)	ДЗ-59-Т-330 (243), ДЗ-27С-Т-130.1.Г-1 (118), ДЗ-110ХЛ-Т-130.1.1-1 (118)	ДЗ-116А-Т-130.1.Г-1 (118), ДЗ-117-Т-130.1.Г-1 (118)	-
Автогрейдеры (мощность, кВт)	ДП-22С-Т-180КС2 (132), ДЗ-94С-Т-350 (243), ДЗ-116ХЛ-Т-130.1.Г-1 (118), ДЗ-117ХЛ-Т-180КС (132)	ДЗ-98 (184), ДЗ-98-0-1 (184)	-
Катки	Навесное оборудование на тракторе Т-130АС	ДУ-37Б полуприцепной к трактору Т-158 (15,5), полуприцепной к трактору Т-150К (15,0)	-

4.16. В тундровых и лесотундровых районах ввиду сложности, изменчивости мерзлотно-грунтовых условий и различных в связи с этим требований к срокам производства работ земляное полотно необходимо подготавливать к устройству дорожной одежды отдельными законченными участками.

4.17. На участках, где земляное полотно полностью стабилизировалось, дорожную одежду следует устраивать в одну стадию согласно проекту.

В случае необходимости пропуска транспорта до момента полной стабилизации земляного полотна допускается устраивать дорожную одежду в две стадии. На первой стадии укладывают дорожную одежду переходного типа с покрытием из необработанных гравийных, щебеночных или других материалов, в частности из отвального белитового шлама, либо при технико-экономическом обосновании из железобетонных плит без сварки и омоноличивания стыков. На второй стадии после завершения стабилизации земляного полотна его доводят до проектных отметок с уплотнением, устраивают основание и покрытие.

Подготовительные работы

4.18. В состав подготовительных работ входит:

создание заказчиком геодезической разбивочной основы;

восстановление и закрепление трассы с учетом требований "Руководства по сооружению земляного полотна автомобильных дорог":

расчистка дорожной полосы и карьеров от леса, кустарника, снега;

удаление мохорастительного покрова с полосы резервов и карьеров;

устройство нагорных и осушительных канав;

строительство подъездных дорог к карьерам;

заготовка мохорастительного покрова и торфа для теплоизолирующих слоев.

4.19. Сроки выполнения подготовительных работ назначают в зависимости от типа местности и принятого принципа проектирования земляного полотна.

На участках, где земляное полотно запроектировано по первому принципу, лес, кустарник, бугры пучения удаляют только в зимний период на ширину основания насыпи, при этом сохраняют снежные отложения толщиной до 20 см. Запрещается корчевать пни на просеке.

Не допускается устройство просеки "в задел". Мохорастительный покров в основании насыпи и в пределах охранной зоны, границы которой устанавливают при проектировании (ориентировочно до 100 м в обе стороны от оси трассы), должен быть сохранен.

Проезд дорожных машин и технологического транспорта по просеке разрешается только в зимний период.

4.20. На участках, где земляное полотно запроектировано по второму принципу, лес и кустарник удаляют в зимнее время, мохорастительный покров с поверхности резерва - сразу же после его оттаивания в весенний период.

Возможность использования грунтов боковых резервов определяется на основе прогноза их просыхания (см. обязательное приложение 12), который позволяет устанавливать сроки разработки резервов (на следующий год или текущим летом).

4.21. Разработку и перемещение мохорастительного слоя с полосы резервов выполняют по схеме, приведенной на рис.26. В пределах ширины насыпи понизу этот слой сохраняют в ненарушенном состоянии, не наезжая на него бульдозерами. На участках 1-го типа местности, где предусмотрено предпостроечное оттаивание грунтов основания, мохорастительный слой удаляют на всю ширину дорожной полосы бульдозером в поперечном направлении в обе стороны от оси дороги.

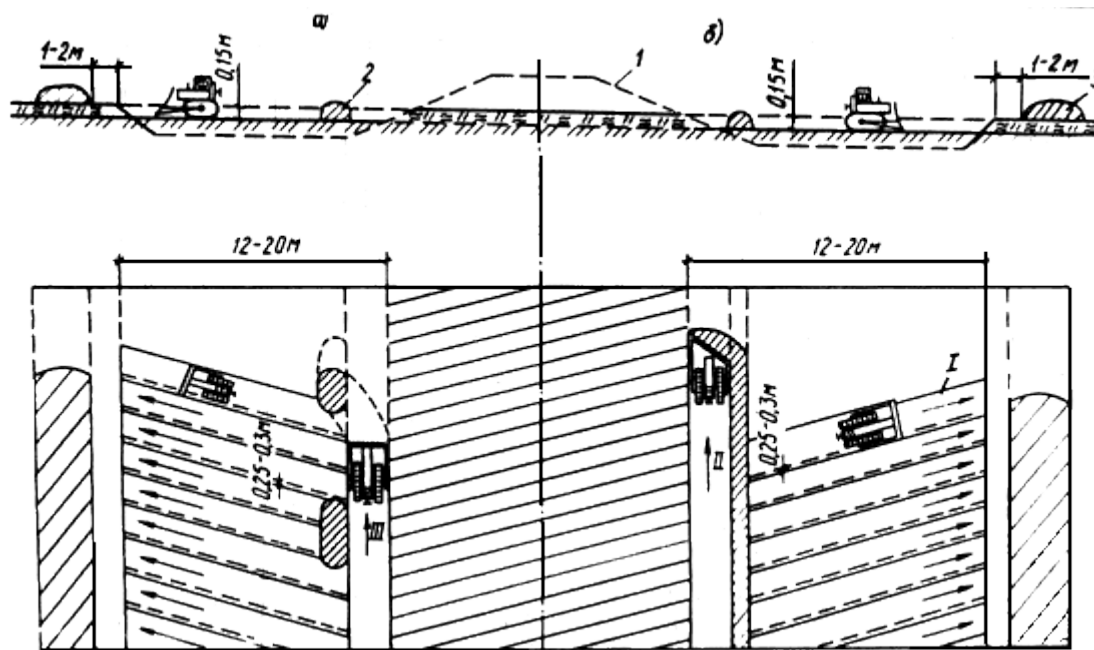


Рис.26. Схема удаления мохорастительного покрова с поверхности резервов при сохранении его в основании насыпи:

а - с укладкой промежуточных валиков бульдозером с неповоротным отвалом; б - с устройством сплошного промежуточного вала универсальным бульдозером; 1 - контур насыпи; 2 - промежуточные валы; 3 -

мохорастительный покров,
уложенный в валы по обе стороны резервов; I-III - последовательность работы бульдозеров

4.22. В качестве подъездных дорог к карьерам зимой используют обычные автозимники, а в летнее время - автозимники с продленными сроками эксплуатации или временные дороги с шириной насыпи 8 м и высотой не менее 0,6 м. Конструкции автозимников назначают в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

4.23. В районах со сплошным распространением мерзлоты мохорастительный покров или торф для теплоизолирующих слоев заготавливают зимой рыхлением или заблаговременно ранней весной путем послонной разработки его бульдозерами с перемещением в валы и призмы для просушивания. Территория, где намечена заготовка теплоизоляционного материала, должна быть удалена от оси дороги на расстояние, безопасное для сооружения по условиям его устойчивости: на участках 2-го типа местности - не менее чем на 50 м, 3-го типа - не менее чем на 100 м. Призмы теплоизоляционного материала должны быть уложены большей стороной по направлению преобладающих ветров.

4.24. Перед началом основных земляных работ обследуют район проложения трассы для выявления дополнительных карьеров грунтов и уточнения условий и технологических особенностей производства работ.

При обследовании определяют:

места укладки снега, удаляемого с поверхности резервов и карьеров;

состояние водоотводных канав;

влажность грунтов в резервах и при необходимости в карьерах.

4.25. На основе данных, полученных в результате обследования, в проекте производства работ уточняют:

сроки и порядок удаления снега с поверхности резервов и карьеров;

объем работ по восстановлению водоотводных канав;

способы и сроки разработки резервов и карьеров на различных участках в зависимости от влажности грунтов.

Земляное полотно из крупнообломочных и песчаных грунтов

4.26. Насыпь, проектируемую по первому принципу, следует возводить в зимнее время после промерзания грунта основания на глубину не менее 0,3 м. Нижние слои отсыпают на высоту до 0,5 м способом "от себя", а последующие - продольным. Насыпь следует сооружать на полную высоту в одну или две стадии: часть отсыпают зимой на промерзшее основание (первая) и затем доводят до проектной отметки летом (вторая).

Сроки второй стадии определяют исходя из условия сохранения грунта под насыпью в мерзлом состоянии. Эти сроки устанавливаются теплотехническим расчетом и соответствуют времени, необходимому для оттаивания слоя насыпи, отсыпанного на первой стадии. Ориентировочно их можно

определить по рис.27. Отряды машин должны быть укомплектованы исходя из объемов работ на второй стадии и ограниченных сроков их выполнения.

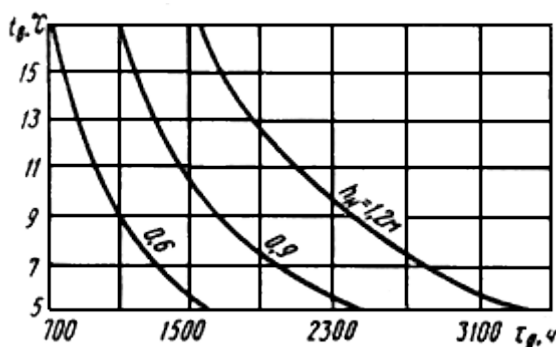


Рис.27. Сроки досыпки насыпи на второй стадии: $\tau_{д}$ - период досыпки; $t_{в}$ - средняя за период досыпки температура воздуха;
 $h_{н}$ - высота насыпи на первой стадии

4.27. Насыпь, проектируемая по второму принципу, должна быть отсыпана до проектных отметок к сроку, когда оттаивание грунтов основания достигнет расчетной глубины. Работы выполняют в зимний или весенне-летний период либо стадийно.

4.28. При использовании для возведения насыпи сухо- и твердомерзлых грунтов на второй стадии предусматривают дополнительное уплотнение нижней части насыпи в теплый период вибрационными катками. В районах с островным распространением мерзлоты при отсыпке насыпей в зимний период тальми грунтами время от их разработки до окончания уплотнения не должно превышать: при температуре воздуха до минус 10 °C - 1,5 ч, минус 10-20 °C - 1 ч, минус 20-30 °C - 0,5 ч.

4.29. Насыпь из крупнообломочных или песчаных грунтов (см. рис.3, 4, 6, 8) возводят послойно на полную высоту с их разравниванием и уплотнением. Теплоизолирующую призму на откосах наращивают по мере отсыпки слоев насыпи. Торф для теплоизоляции доставляют транспортными средствами и перемещают на откосы бульдозерами или автогрейдерами. В аналогичном порядке возводят насыпи на торфяных грунтах (см. рис.14), соблюдая требования п.4.27.

4.30. Насыпь на косогоре (см. рис.12) возводят с соблюдением следующих правил:

первый слой отсыпают способом "от себя" с одновременным устройством дренажной присыпки и разравниванием грунта бульдозером;

присыпку из мохоторфяного грунта наращивают послойно с одновременной отсыпкой и разравниванием грунта в насыпи и мохоторфяного грунта в присыпке.

Земляное полотно из глинистых грунтов

4.31. Для разработки глинистых грунтов и перемещения их в насыпь применяют бульдозеры, скреперы, экскаваторы с транспортными средствами. Разработку грунтов в резервах и перемещение их в насыпь (см. рис.13) осуществляют при допустимой влажности, указанной в табл.7. Переувлажненные грунты предварительно просушивают (см. обязательное приложение 12).

4.32. В зависимости от влажности грунты в резервах разрабатывают:

при верхнем пределе допустимой влажности - в весенний период слоями толщиной 15-20 см по мере их оттаивания;

при влажности от верхнего до нижнего пределов - в летний период слоями по мере их просыхания.

При производстве работ необходимо рационально сочетать указанные способы, обеспечивая первоочередное возведение земляного полотна на участках с более высокой влажностью.

4.33. Разработка грунта в резервах послойно по мере оттаивания слоев возможна на ограниченном фронте, длина которого зависит от производительности и количества бульдозеров, а также от скорости оттаивания грунта на глубину 15-20 см. Длину фронта работ L_{ϕ} (м) на одну машину (бульдозер) при двухсторонних резервах определяют по формуле

$$L_{\phi} = \frac{\Pi}{2B_p h_{т.сл}} \left(\frac{h_{гр}}{V_{г}} + 1 \right), \quad (10)$$

где Π - производительность машины, м³/сут;

B_p - ширина одного резерва, м;

$h_{т.сл}$ - толщина талого слоя, м; $h_{т.сл} = 0,15 \div 0,20$ м;

$V_{г}$ - скорость оттаивания грунта в слое 15-20 см, м/сут; устанавливают по данным непосредственных полевых наблюдений или принимают ориентировочно по табл.22.

Таблица 22

Дорожно-климатическая подзона	Грунт	Скорость оттаивания, м/сут	
		в мае	в июне
I ₂	Супесь	0,040-0,050	0,070-0,08
	Суглинок	0,030-0,040	0,050-0,06
	Глина	0,025-0,035	0,040-0,05
I ₃	Супесь	0,045-0,055	0,080-0,09
	Суглинок	0,035-0,045	0,055-0,07

	Глина	0,030-0,040	0,050-0,06
--	-------	-------------	------------

4.34. При дальности перемещения грунта до 20 м и отсутствии мохорастительного покрова в основании применяют схему укладки грунта слоями на всю ширину насыпи из каждого резерва, а более 20 м - от оси дороги к бровке.

4.35. Для сохранения мохорастительного покрова в основании насыпи (см. рис.13), возводимой из грунтов из боковых резервов, применяют схему последовательной отсыпки первого слоя грунта от бровки к оси (рис.28).

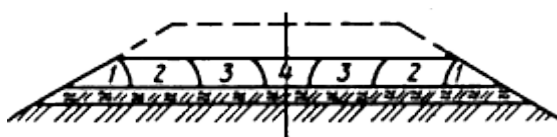


Рис.28. Схема возведения земляного полотна бульдозером с сохранением мохорастительного слоя в основании: 1, 2, 3, 4 - последовательность укладки первого слоя грунта

4.36. При возведении насыпи из глинистых грунтов из боковых резервов соблюдают следующие требования:

разрабатывают резервы, начиная с их низовой стороны;

разравнивают грунт ежедневно после перемещения его в насыпь с приданием поверхности уклона 3-5‰ от оси к бровкам;

планируют дно и откосы резервов, а также разравнивают валы мохорастительного покрова сразу же после окончания земляных работ;

последойно уплотняют грунт специальными средствами с соблюдением требуемых норм плотности (см. табл.8).

4.37. Выемки в глинистых грунтах (см. рис.22) разрабатывают следующими способами:

а) рыхлением мерзлого грунта взрывами с последующей разработкой экскаваторами в отвал или с погрузкой в транспортные средства;

б) взрывами грунта на выброс или сброс с доработкой экскаваторами и бульдозерами;

в) последойной разработкой грунта по мере его естественного оттаивания на глубину 15-20 см и перемещением его бульдозерами в отвал или кавальеры для последующей погрузки экскаваторами в транспортные средства.

4.38. При последойной разработке грунта требуемое количество бульдозеров определяют исходя из производительности машин и скорости оттаивания грунта. Выемки глубиной до 2 м разрабатывают по поперечной схеме, а более 2 м - по продольно-участковой схеме. Целесообразно применять комбинированную разработку с использованием обеих схем. Аналогичным способом разрабатывают

полувыемки на неустойчивых склонах (см. рис.17).

4.39. Выемки в льдонасыщенных грунтах устраивают в соответствии с п.4.37 (а, б) с укладкой теплоизоляционного материала на откосы сразу же после завершения земляных работ. Грунт, подлежащий замене, разрабатывают согласно п.4.37 (а, в).

4.40. На участках с благоприятными грунтово-гидрогеологическими условиями (сухие места) земляное полотно возводят по правилам, изложенным в "Руководстве по сооружению земляного полотна автомобильных дорог" (М., 1982).

4.41. Грунт земляного полотна уплотняют, как правило, катками на пневматических шинах, применяя легкие катки (массой до 10 т) для подкатки и тяжелые (25-50 т) - для окончательного уплотнения, соблюдая требования упомянутого в п.4.40 Руководства. Необходимое количество проходов катка зависит от принятой нормы плотности, влажности грунта и определяется пробным уплотнением. После возведения земляного полотна откосы крутизной менее 1:3 необходимо доуплотнять легкими катками (массой до 10 т) с перемещением их по круговой схеме перпендикулярно оси насыпи, а более крутые откосы - планировщиками-уплотнителями.

Возведение земляного полотна с теплоизолирующими и армирующими прослойками

4.42. Для возведения насыпи с теплоизолирующим слоем из торфа в нижней части (см. рис.4, тип 3) необходимо:

удалить бульдозером снег с дорожной полосы;

заготовленный заблаговременно и просушенный в карьере торф доставить транспортными средствами к месту работ, уложить слоем толщиной 0,4-0,5 м (в рыхлом состоянии) и разровнять бульдозером повышенной проходимости, одновременно уплотняя;

отсыпать насыпь из минерального грунта: первый слой - способом "от себя", последующие - продольным с учетом требований п.4.26.

4.43. Земляное полотно с искусственным теплоизолирующим слоем (см. рис.4, тип 4) возводят в следующем порядке:

удаляют бульдозером снег с дорожной полосы;

отсыпают из песка выравнивающий слой толщиной до 0,3 м (в зависимости от неровностей на поверхности), планируя его бульдозером или автогрейдером;

укладывают теплоизолирующие плиты на проектную ширину стыками вразбежку, под откосной частью - в два слоя;

отсыпают первый слой насыпи толщиной 0,5-0,6 м из песка способом "от себя*", надвигая грунт бульдозером сначала на крайние плиты, затем на средние, не допуская попадания на них крупных комьев мерзлого грунта;

доводят насыпь до проектной отметки продольным способом.

4.44. Насыпь на участках с мелкими буграми пучения (см. рис.6) следует возводить, увязывая все

виды работ по времени и стадийности. На первой стадии устраивают выравнивающий слой на высоту бугра пучения, укладывают теплоизоляционный материал и засыпают его слоем грунта 0,5-0,6 м. На второй стадии доводят насыпь до проектной отметки при подходе линейного отряда с соблюдением требований п.4.26.

4.45. На участках с несколькими буграми пучения в пределах дорожной полосы необходимо отсыпать сплошной выравнивающий слой, с тем чтобы использовать его в дальнейшем для проезда автомобильного транспорта и дорожных машин. В местах расположения бугров по ходу работ следует закрепить на них выноски и отметить их в поикетной ведомости. До начала оттепели над буграми необходимо уложить теплоизолирующий слой и отсыпать насыпь. При использовании глинистых грунтов (см. рис.6, тип 6) работы производят аналогично, соблюдая требования по выполнению земляных работ в зимний период (см. п.4.28).

4.46. Земляное полотно на плоскобугристых торфяниках (см. рис.7) возводят в следующем порядке:

после промерзания торфа в мочажинах на глубину не менее 30 см (что позволяет обеспечить проезд машин) удаляют снег с дорожной полосы бульдозером;

доставляют торф автомобилями-самосвалами и отсыпают в пределах ширины насыпи по низу, после чего бульдозером перемещают в мочажины способом "от себя";

отсыпают минеральный грунт насыпи после полного промерзания ранее уложенного слоя торфа в мочажинах, для ускорения которого систематически удаляют выпадающий снег.

Время, требуемое на промораживание торфа, определяют по табл.23.

Таблица 23

Толщина слоя торфа, см	Количество градусо-часов для промораживания торфа при его влажности, %			
	500	600	700	800
15	1000	1100	1200	1200
30	4200	4400	4500	4600
40	7500	7800	8000	8100
50	11700	12200	12500	12600
60	16900	17700	18000	18200

4.47. На участке с единичными крупными буграми пучения (см. рис.8) насыпь возводят в следующем порядке:

расчищают дорожную полосу от снега бульдозером, обеспечивая тем самым быстрое

промораживание торфа в мочажинах на глубину 0,3-0,4 м;

рыхлят и удаляют мерзлый грунт бугра пучения бульдозером-рыхлителем на глубину залегания торфа в примыкающих мочажинах;

разрабатывают торф в карьере экскаватором с погрузкой в автомобили-самосвалы, доставляют к месту укладки;

засыпают торф в котлован, разравнивают и уплотняют бульдозером (с запасом на осадку);

планируют поверхность торфяной засыпки с приданием двускатного профиля в сторону откосов;

систематически расчищают снег для ускорения естественного промораживания торфа;

сооружают насыпь из дренирующего грунта после промерзания торфа в котловане.

4.48. Сооружение насыпи с геотекстильными прослойками (см. рис.15, 16) включает следующие операции: подготовку основания, раскатку и выравнивание рулонов по поверхности основания или насыпного слоя, скрепление полотнищ между собой, приемочный контроль за устройством прослоек, отсыпку земляного полотна до проектных отметок.

4.49. Перед укладкой геотекстиля в летний период на естественное основание необходимо предварительно засыпать грунтом глубокие ямы или старые колеи на дорожной полосе, удалить кустарник и отдельные деревья без корчевания пней.

В зимний период геотекстиль следует укладывать после промерзания грунта основания на глубину 30-40 см. Снежный покров толщиной более 20 см должен быть удален с основания насыпи.

Если предусматривают укладку геотекстиля на ранее отсыпанный слой земляного полотна, то его поверхность должна быть спланирована с поперечным уклоном 4% (см. п.3.55).

4.50. Направление раскатки рулонов (вдоль или поперек дороги) зависит от особенностей работы конструкции. Рулоны необходимо раскатывать с максимально возможным натяжением, устраняя перекосы и выравнивая края. Раскатку рулонов следует производить в объеме, соответствующем сменному заданию по отсыпке вышележащего грунтового слоя или укладке плит покрытия, с тем чтобы к концу смены полностью закрыть все уложенное полотно. Рулоны раскатывают вручную звеном из 3-5 чел. в зависимости от массы рулона. Производительность раскатки до 10 тыс.м² в смену. Уложенное геотекстильное полотно необходимо закреплять на поверхности. Для этого его пригружают комьями грунта или пришивают металлическими либо пластмассовыми скобами, вдавливаемыми ручным кассетным приспособлением.

4.51. Устройство разделительной прослойки из геотекстиля (см. рис.15), а также укрепление им откосов (см. рис.23) производят путем раскатки рулонов как в продольном, так и в поперечном направлении.

4.52. Для устройства обойм и полуобойм из геотекстильного полотна (см. рис.16) рулоны раскатывают в поперечном направлении с запасом по обеим сторонам насыпи, достаточным для смыкания краев в верхней части обоймы или для образования верхних ветвей полуобоймы. После отсыпки грунтового слоя до заданного уровня с послойным разравниванием и уплотнением свободные края полотен заводят на его поверхность с максимальным натяжением. При использовании полотен

шириной не менее 4 м и скреплении их между собой допускается раскатывать рулоны в продольном направлении с таким расчетом, чтобы продольные стыки полотен, образующих ограждающие части обоймы или полуобоймы, располагались внутри насыпи не ближе 1,0 м к ее откосам.

Геотекстильный материал засыпают способом "от себя" слоем грунта, минимальную толщину которого определяют по табл.24, а последующие слои - продольной возкой грунта.

Таблица 24

Положение прослойки	Минимальная ширина нахлеста, см	Минимальная толщина засыпки, см
В теле насыпи	30	40
В обойме или полуобойме	30	40-50
Под сборным покрытием или под гравийным слоем	10	-
На откосе	20	10-15

4.53. При устройстве прослоек полотна соединяют в основном внахлест. Ширину нахлеста принимают также по табл.24.

4.54. Если прослойка выполняет армирующую функцию, входит в состав обоймы или полуобоймы и при этом может быть подвержена значительным деформациям в процессе строительства и эксплуатации, то полотна скрепляют сваркой, склеиванием или скобами. При выборе способа скрепления следует учитывать возможность изменения свойств геотекстильного материала в зоне стыка. Так, при сварке ухудшается водопроницаемость полотна, поэтому такой способ не годится для соединения полотен, выполняющих дренажную функцию, например, под сборным цементобетонным покрытием.

4.55. Полотна сваривают паяльной лампой, бензорезом или газовой горелкой. Прочность сварного шва в зависимости от применяемого оборудования и условий производства работ должна составлять 0,4-0,8 прочности полотна. Необходимо учитывать, что в местах сварки водопроницаемость и деформативность геотекстильного материала резко снижаются.

Аналогичным образом отражается на свойствах материала склейка полотен разогретым битумом или полимерным клеем. При склейке особое внимание следует обращать на прочность шва в случае соединения мокрых полотен.

Соединение шивкой делают с помощью портативных швейных машин бригадой из 4 чел.; производительность 1-2 тыс.м шва в смену.

4.56. Для сокращения затрат труда и повышения темпов устройства прослоек целесообразно применять широкие полотна, составленные из двух-трех полотнищ путем их соединения различными способами на предприятиях-изготовителях или производственных базах строительных организаций. Полученное таким образом полотно складывают по ширине и затем сворачивают в рулон, причем длина полотна и масса рулона должны обеспечивать удобство работ вручную.

4.57. Для защиты геотекстильного материала, уложенного на поверхность неподтопляемых откосов, от солнечной радиации и атмосферных осадков устраивают грунтовое покрытие из песка, гравийно-песчаной смеси, торфа. Грунты доставляют из карьеров автомобилями-самосвалами, разгружают на обочинах и распределяют по откосу слоем требуемой толщины бульдозерами или экскаваторами-планировщиками. В качестве защитного слоя подтопляемых откосов канав используют битумную эмульсию.

Возведение земляного полотна из местных грунтов способом промораживания

4.58. Насыпь из глинистых грунтов в нижней части (см. рис.9, 10) отсыпают слоями по 0,25-0,3 м по мере полного промерзания каждого слоя.

Работы необходимо выполнять отдельным отрядом на каждом участке строительства (сосредоточенные работы).

4.59. Требуемую производительность Π_3 ($\text{м}^3/\text{сут}$) звена ведущих машин (экскаваторов) в зависимости от скорости промерзания грунта в слоях, отсыпаемых без технологических перерывов, определяют по формуле

$$\Pi_3 = \frac{L_c B_n h_{\text{сл}} K_0}{1 + \tau_{\text{пр}}} \quad \text{или} \quad \Pi_3 = \Pi_{\text{см}} K_{\text{см}}, \quad (11)$$

где L_c - длина участка строительства, м;

B_n - ширина слоя насыпи по середине его толщины, м;

$\tau_{\text{пр}}$ - время промерзания слоя, сут;

$h_{\text{сл}}$ - толщина отсыпаемого слоя, зависящая от скорости его промерзания, м;

K_0 - коэффициент относительного уплотнения грунта (отношение плотности скелета грунта в насыпи к естественной в карьере);

$\Pi_{\text{см}}$ - сменная производительность, м^3 .

При наличии в строительном подразделении определенного звена экскаваторов уточняют допустимую для него протяженность L_c участка строительства. Время промерзания грунта при послойной его укладке приведено в рекомендуемом приложении 1

3.

4.60. Насыпь необходимо возводить в следующем технологическом порядке:

в осенний период бульдозером повышенной проходимости удаляют мохорастительный покров на ширину насыпи понизу;

при установлении устойчивых отрицательных температур воздуха систематически расчищают дорожную полосу от снега бульдозером, обеспечивая промерзание грунта основания на глубину не менее 1,0 м, при этом расчетное время промерзания $\tau_{\text{пр}}$ определяют по рис.29;

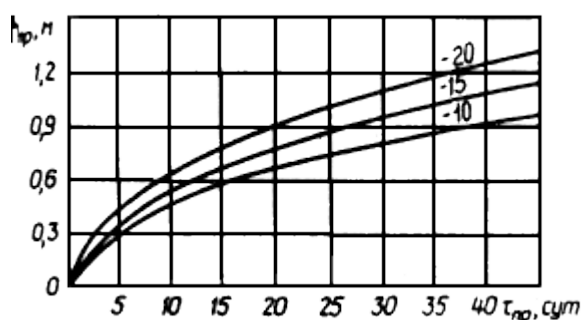


Рис.29. Глубина промерзания избыточно увлажненного глинистого грунта при систематической расчистке снега: $h_{пр}$ - глубина промерзания. Цифры на кривых - средняя за время промерзания температура воздуха, °C

доставляют глинистый грунт автомобилями-самосвалами, отсыпают продольным способом, разравнивают слоем расчетной толщины, уплотняют катком на пневматических шинах; таким образом устраивают все слои глинистой части насыпи с их промораживанием;

торф доставляют из карьера и отсыпают вначале на откосные части насыпи с надвижкой его бульдозером; затем торфом закрывают поверхность глинистого грунта, отсыпая слоями по 25-30 см с уплотнением и промораживанием каждого;

отсыпают верхнюю часть насыпи из сыпуче- и сухомерзлого песка.

4.62*. Технологическая последовательность рабочих процессов при сооружении земляного полотна на промороженных основаниях (см. рис.20) такая:

подготовительные работы;

намораживание торфяной плиты;

отсыпка насыпи из минеральных грунтов.

Сооружение земляного полотна производят в три этапа:

на первом (осенне-зимний период) - выполняют подготовительные работы и намораживают торфяную плиту;

на втором (предвесенний период) - отсыпают земляное полотно из минеральных грунтов на часть высоты и устраивают теплоизолирующие призмы из торфа;

на третьем (летний период) - досыпают земляное полотно из минеральных грунтов до проектной высоты.

* Нумерация в соответствии с оригиналом. Примечание "КОДЕКС"

4.63. Комплекс подготовительных работ включает: проминку поверхности болот гусеничными машинами повышенной проходимости; расчистку дорожной полосы от снега, древесной и кустарниковой растительности бульдозерами; систематическую очистку полосы от выпадающего снега в период промораживания торфяного основания на заданную глубину.

4.64. Торфяную плиту устраивают после промерзания основания на глубину, обеспечивающую безопасное движение машин и механизмов. Способ производства работ назначают с учетом типа болот.

4.65. При строительстве дороги на болотах I типа (см. рис.20, тип 24) плиту намораживают обычно в два слоя из торфа из боковых резервов, поочередно разрабатывая их экскаваторами-драглайнами. При этом экскаватор движется вдоль траншеи и разрабатывает ее за один проход, заготавливая и перемещая в вал количество торфа, требуемое на устройство одного слоя на всю ширину плиты.

Торф в валах выдерживают 2-3 сут, пока не снизится его влажность. Затем вал разравнивают, перемещая торф под углом к оси дороги.

Торф уплотняют гусеничными тракторами за 5-6 проходов по одному следу до плотности скелета торфа в насыпи не менее $0,16 \text{ г/см}^3$.

4.66. Второй слой плиты устраивают после полного промерзания первого в той же технологической последовательности, что и первый.

Второму слою торфяной плиты придают серповидный профиль (см. п.3.56) и дополнительно уплотняют поперечными проходами трактора по откосам и телу плиты.

4.67. При устройстве торфяной плиты на болотах II и III типов (см. рис.20, типы 25, 26) торф заготавливают в карьерах, закладываемых на болотах I типа, и транспортируют на дорогу автомобилями.

Торф разгружают, распределяя равномерно на всю ширину плиты, разравнивают бульдозером слоями по 0,5-0,6 м и уплотняют гусеничным трактором.

Каждый последующий слой торфяной плиты устраивают после полного промерзания предыдущего. Последнему слою придают серповидный профиль (см. п.4.66).

4.68. Продолжительность технологических перерывов для промораживания торфяных слоев насыпи различной толщины устанавливают ориентировочно согласно рекомендуемому приложению 13.

Чтобы механизмы не простаивали в период технологических перерывов, работу ведут одновременно на нескольких участках.

Укрепление откосов

4.69. Во всех конструкциях насыпей, возводимых из песчаных и других легкоразмываемых грунтов, откосы укрепляют торфопесчаной смесью с соблюдением следующих правил. Смесью требуемого состава приготавливают в карьерах. С этой целью слабо- или среднеразложившийся торф с естественной влажностью 300-400% перемешивают с талым или сыпучемерзлым песком в буртах за несколько (не более 4-5) продольных по длине бурта или поперечных проходов бульдозера. Для перемешивания целесообразно также использовать тракторы типа "Беларусь", оборудованные прямой или обратной лопатой.

4.70. Приготовленную торфопесчаную смесь необходимо доставлять к месту укладки автомобилями-самосвалами, разгружать на обочине и верхней части откосов, распределять бульдозерами на откос в поперечном направлении.

4.71. Откосы и обочины укрепляют геотекстильным материалом по технологии согласно пп.4.50, 4.55, 4.57.

Укрепление обочин гравийно-песчаным или щебенистым материалом, а также бетонными плитами рекомендуется выполнять по технологии, изложенной в СНиП 3.06.03-85.

Сооружение водоотводных устройств

4.72. Водоотводные устройства, за исключением лотков, полулотков и дренажных конструкций в выемках, следует сооружать до начала основных земляных работ.

Канавы устраивают:

весной (по мере оттаивания грунта) - экскаваторами-драглайнами, с обратной лопатой, канавокопателями и бульдозерами;

летом или осенью (в период максимального оттаивания грунтов) - сразу на полный профиль экскаваторами, канавокопателями и бульдозерами;

зимой - взрывным способом.

4.73. Материал для утепления и укрепления (дерн, мох, торф, камень и бетонные плитки) водоотводных устройств заготавливают заблаговременно и доставляют к месту работы в зимний период.

4.74. Бетонные лотки, полулотки и полутрубы изготавливают отдельными секциями на специально оборудованных площадках или доставляют к месту монтажа со специализированных предприятий. Секции монтируют кранами на автомобильном или гусеничном ходу.

4.75. Мерзлотные валики устраивают в начале зимы (после промерзания грунта основания на глубину 0,3 м) в следующем порядке:

грунт доставляют автомобилями-самосвалами, планируют и уплотняют бульдозерами;

откосы планируют навесным тракторным планировщиком;

вдоль подошвы откосов укладывают теплоизоляционный материал и распределяют его на откосы бульдозерами.

Устройство дорожных одежд

4.76. Дорожные покрытия, основания и дополнительные слои оснований устраивают, руководствуясь указаниями и требованиями СНиП 3.06.03-85 и следующими положениями.

4.77. Цементобетонные основания и нижние слои монолитных покрытий устраивают в зимний период с использованием методов холодного бетона, термоса и электротермоса.

Способ зимнего бетонирования выбирают, руководствуясь данными табл.25.

Таблица 25

Слой дорожной одежды	Условия производства работ		Способ бетонирования
	Минимальная суточная температура воздуха, °С	Состояние нижележащего слоя	
Основание и покрытие	5 - минус 5	Талый	Термос с подогревом материалов
	5 - минус 5	Промерзший на глубину до 5 см	То же, с добавлением солей
	0 - минус 5	То же, до 10 см	Холодный бетон. Электротермос
	До минус 10	То же, более 10 см	Холодный бетон
	До минус 25	Промерзший на всю глубину	Электротермос
Покрытие	До минус 10	Промерзший на глубину более 10 см	То же

4.78. При бетонировании любым из указанных способов бетон выдерживают (не допуская замерзания) до набора им не менее 50% проектной прочности.

4.79. Сборные покрытия из железобетонных плит со стыковыми соединениями камерного типа устраивают без подшовных подушек, сваривая стыковые скобы в швах расширения.

4.80. Сборные покрытия в зимний период устраивают на заблаговременно подготовленном основании. Перед отсыпкой выравнивающего слоя поверхность основания очищают от снега и льда металлическими щетками, бульдозерами или автогрейдерами. Монтажный слой устраивают из талого или сыпучемерзлого грунта. Длину захватки принимают из расчета сменного темпа работ.

4.81. Вне зависимости от сезона производства работ при устройстве геотекстильной прослойки под сборным покрытием расстояние от краев отдельных полотен до параллельных им швов или кромок покрытия должно быть не менее 0,5 м. Технология раскатки рулонов должна соответствовать приведенной в п.4.50.

4.82. Посадку плит, а также сварку скоб, заделку стыков и омоноличивание швов производят только в теплый (весенне-летний) период года после устранения обнаруженных дефектов. Сроки выполнения работ должны быть предусмотрены в проекте.

4.83. Для приготовления теплых асфальтобетонных смесей, наряду с битумами заводского производства, допускается применять битумы, приготовленные на месте путем смешения вязких дорожных битумов с разжижителями (табл.26).

Таблица 26

Требуемая марка битума	Марка исходного битума	Количество разжижителя для получения битума заданной вязкости, %					
		Керосин тракторный, осветлительный лигроин	Моторное топливо	Жидкое котельное топливо, нефть	Деготь каменноугольный		Каменноугольное масло
					Д-3, Д-4	Д-5	
БНД 130/200	БНД 90/130	2	5	6	6	9	5
($P_{25} = 130 \div 200$)	БНД 60/90	3	6	8	8	11	6
БНД 200/300	БНД 90/130	5-7	8-9	11-16	11-15	13-18	8-11
($P_{25} = 200 \div 300$)	БНД 60/90	8-10	10-14	13-17	13-18	15-20	9-12
СГ 130/200	БНД 40/60	16-19	-	-	-	-	-
($P_{60}^5 = 130 \div 200$)	БНД 60/90	13-16	-	-	-	-	-

Примечания: 1. При приготовлении жидких дорожных битумов в открытой системе температура битума, поступающего на смешение с разжижителем, не должна превышать 120 °С.

2. Разжижители по своему качеству должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов: моторное топливо для малооборотных дизелей - ГОСТ 1667-68, жидкое котельное топливо (топочный мазут) марок 40, 100 и 200 - ГОСТ 10585-75, дегти каменноугольные - ГОСТ 4641-80, каменноугольные масла - ГОСТ 2770-74.

4.84. Асфальтобетонную смесь укладывают на основание из железобетонных плит после выполнения следующих операций:

очистки поверхности покрытия от пыли и грязи и удаления выступающей над ней арматуры;

исправления неровностей сборного покрытия асфальтобетонной смесью с предварительной подгрунтовкой поверхности жидким битумом или битумной эмульсией либо перекладкой плит при высоте уступов более 5 см;

подгрунтовки всей поверхности сборного покрытия жидким битумом или битумной эмульсией;

укладки в местах расположения поперечных швов сборного покрытия полос шириной 0,75-1,0 м из геотекстиля или сетки из стекловолокна.

4.85. Температура асфальтобетонной смеси, доставленной к месту укладки, в зависимости от погодных условий должна быть не ниже указанной в табл.27.

Таблица 27

Асфальтобетонная смесь	Толщина слоя покрытия, см	Минимальная температура смеси, °С, на месте укладки при температуре воздуха, °С							
		30	20	15	10	5	0	-5	-10
Горячая	5	115	125	130	135	140	145	150	155
		120	135	140	145	150	155	160	-
	10	105	115	120	125	130	135	140	145
		110	120	125	130	135	140	145	150
	15	90	95	95	100	105	105	105	110
		95	100	100	105	105	110	110	115
Теплая	5	90	95	100	105	110	115	120	125
		100	105	110	115	120	125	130	135
	10	90	95	95	100	105	110	115	120
		95	100	100	110	115	115	125	130
	15	80	80	80	85	90	90	95	100
		85	85	90	90	95	95	100	100

Примечания: 1. Над чертой приведены значения температуры смеси при скорости ветра до 6 м/с, под чертой - свыше 6 м/с.

2. Минимальная температура смеси на месте укладки приведена из условия ее остывания во время разгрузки и уплотнения в течение 45 мин до температуры 65 °С.

4.86. Продолжительность транспортирования смеси к месту укладки, обеспечивающая требуемую температуру смеси, не должна превышать указанной в табл.28.

Таблица 28

Асфальтобетонная	Толщина слоя покрытия, см	Максимальная продолжительность транспортирования смеси к месту укладки, мин, при температуре воздуха, °С
------------------	---------------------------	--

смесь									
		30	20	15	10	5	0	-5	-10
Горячая	5	190	115	85	60	45	25	15	5
		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	130	75	55	40	25	15	10	-	
	10	220	140	110	85	60	40	15	10
		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	170	110	90	75	40	25	10	5	
15	250	170	140	110	80	60	40	20	
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
220	140	110	85	60	40	15	10		
Теплая	5	220	145	115	95	75	55	30	20
		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	190	115	85	65	45	25	10	-	
	10	245	165	135	110	85	65	35	25
		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	220	140	110	85	60	40	15	-	
15	290	190	160	130	100	80	60	40	
	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
270	170	140	110	80	60	40	20		

Примечания: 1. Над чертой приведена продолжительность транспортирования смеси при скорости ветра до 6 м/с, под чертой - свыше 6 м/с.

2. Значения максимальной продолжительности указаны для случая транспортирования смеси автомобилями-самосвалами без утепления кузовов.

3. При времени транспортирования смеси, превышающем приведенное в таблице, предусматривают мероприятия по утеплению кузовов.

4.87. Максимальная продолжительность уплотнения асфальтобетонной смеси приведена в табл.29.

Таблица 29

Асфальтобетонная смесь	Толщина слоя покрытия, см	Максимальная продолжительность уплотнения смеси, мин, при температуре воздуха, °С							
		30	20	15	10	5	0	-5	-10
Горячая	5	60	55	50	50	45	45	-	-
		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
		55	50	50	45	45	-		

Теплая	10	75	65	60	60	55	50	50	45
		70	60	55	55	50	50	50	-
	15	130	120	115	110	100	95	90	85
		110	100	95	90	85	80	75	70
	5	65	60	60	55	50	50	45	-
		60	55	50	50	45	45	-	-
	10	90	80	75	70	65	60	55	50
		80	70	65	60	55	50	45	-
	15	145	130	125	115	110	105	95	90
		130	115	110	105	95	90	85	75

Примечания: 1. Над чертой приведены данные при скорости ветра до 6 м/с, под чертой - свыше 6 м/с.

2. За исходную температуру смеси на месте укладки принята температура 120°C.

4.88. При устройстве покрытий и оснований из асфальтобетонных смесей при температуре воздуха ниже 5 °С предусматривают мероприятия, в максимальной степени обеспечивающие сохранение тепла перевозимой смеси: использование большегрузных автомобилей, обогрев кузовов автомобилей, укрытие смеси и т.п.

4.89. Основание под асфальтобетонные и другие покрытия подготавливают до наступления отрицательных температур воздуха. Непосредственно перед устройством покрытия основание тщательно очищают от пыли и грязи, а мокрое, заснеженное - просушивают специальными нагревателями или горячим песком.

4.90. Теплые смеси при температуре воздуха ниже 5 °С уплотняют немедленно после их укладки тяжелыми (10-12 т) катками. Количество одновременно работающих катков увеличивают в 1,5-2 раза по сравнению с потребностью в них в обычных условиях.

4.91. Покрытия и основания из белитового шлама, а также щебеночные (гравийные), обработанные белитовым шламом не на полную глубину, устраивают при температуре воздуха не ниже минус 5 °С, а из материалов, укрепленных белитовым шламом, - не ниже 0 °С.

4.92. Работы по устройству покрытий и оснований из белитового шлама и укрепленных им материалов выполняют, руководствуясь указаниями и требованиями разд.8 СНиП 3.06.03-85, распространяющимися на устройство покрытий и оснований из материалов, укрепленных шлаками и золами.

При устройстве щебеночных (гравийных) покрытий и оснований, обработанных белитовым шламом не на полную глубину, следует руководствоваться требованиями пп.7.11, 7.13-7.22 СНиП 3.06.03-85 в части устройства покрытий и оснований с использованием пескоцементной смеси.

Влажность белитового шлама должна быть не ниже оптимальной. Движение построечного транспорта и устройство вышележащего слоя дорожной одежды разрешаются сразу после окончания уплотнения покрытия или основания, обработанного шламом.

4.93. При устройстве покрытий и оснований из белитового шлама, а также щебеночных (гравийных), обработанных белитовым шламом не на полную глубину, при температуре воздуха ниже минус 5 °С все операции должны быть закончены до смерзания шлама. Ориентировочно допустимый интервал между распределением шлама и окончанием его уплотнения определяют по номограмме рекомендуемого приложения 14 в зависимости от температуры шлама на момент начала распределения, температуры воздуха и толщины слоя. При этом температуру $T_{ш}^K$, при которой шлам смерзается, принимают равной минус 5 °С.

4.94. На участках 1-го типа местности (по табл.2) нежесткие дорожные одежды допускается устраивать сразу же после возведения земляного полотна, а жесткие - через год после сооружения насыпи с учетом допустимой осадки (см. обязательное приложение 4).

На участках 2-го типа местности дорожные одежды низшего, переходного и облегченного типов можно устраивать в год завершения земляных работ, а с асфальто- и цементобетонными покрытиями - через год эксплуатации дороги с учетом величины допустимой осадки (см. обязательное приложение 4).

На участках 3-го типа местности дорожные одежды переходного и облегченного типов допускается устраивать через год после сооружения насыпи, а с асфальто- и цементобетонными покрытиями - через 2 года.

На всех типах местности по согласованию с заказчиком и при технико-экономическом обосновании дорожную одежду можно устраивать в две стадии в соответствии с п.4.17.

На насыпях, устроенных гидромеханизированным способом, все типы оснований и покрытий можно устраивать сразу после отсыпки земляного полотна до проектных отметок.

4.95. На автомобильных дорогах, в том числе и промышленных, объем заменяемых на второй стадии плит при устройстве сборных железобетонных покрытий устанавливает комиссия, состоящая из представителей финансирующей, проектной и строительной организаций, после освидетельствования покрытия по первой стадии и составления акта на списание разрушенных плит сверх 5%, установленных Госстроем СССР.

Контроль за качеством производства и приемка работ

4.96. Качество производства всех видов работ контролируют, руководствуясь требованиями СНиП 3.06.03-85 и положениями настоящих норм.

4.97. При сооружении земляного полотна контролируют:

сохранность мохорастительного покрова в основании насыпей и в пределах охранной зоны;

соблюдение сроков выполнения подготовительных и основных работ;

глубину промерзания (оттаивания) грунтов основания и отсыпаемых слоев насыпи;

толщину теплоизолирующих слоев, отсыпаемых на всех конструктивных элементах (в нижней части, на откосах и на поверхности глинистого грунта, уложенного в нижней части насыпи);

требуемую плотность при послойном уплотнении грунтов;

качество стыковки полотен геотекстильного материала.

4.98. Освидетельствованию и приемке с оформлением соответствующих актов подлежат: качество расчистки основания (удаление снега и древесной растительности, ликвидация глубоких ям и колея); толщина, степень уплотнения и качество теплоизолирующих слоев насыпей; размеры в плане и глубина удаления бугра пучения, толщина отсыпанного при ликвидации бугра торфяного слоя; толщина, степень уплотнения и промораживания намораживаемых торфяных плит; высота нижней части насыпи из замороженных глинистых грунтов; качество грунтов, уложенных в верхней части насыпи (соответствие проекту, степень уплотнения); геометрические размеры берм и теплоизолирующих слоев и качество их устройства на откосах; качество уложенного геотекстильного материала (сплошность полотен, величина нахлеста, способ стыковки полотен).

4.99. Промежуточные приемки осуществляют комиссии, которые определяют качество строительства и возможность производства последующих работ.

4.100. Качество работ по устройству покрытий, оснований и дополнительных слоев оснований с применением белитового шлама контролируют, руководствуясь положениями СНиП 3.06.03-85 в части контроля качества работ по устройству оснований и покрытий из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими.

4.101. При устройстве дорожных одежд в зимнее время должно быть обеспечено регулярное получение ежедневных метеорологических данных и краткосрочных прогнозов по температуре наружного воздуха, скорости и направлению ветра, осадкам.

5. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ГОРЯЧИМИ ГАЗО- И НЕФТЕПРОВОДАМИ

5.1. Пересечения автомобильных дорог горячими трубопроводами всех диаметров и назначений должны осуществляться подземным способом с соблюдением общих требований, регламентируемых СНиП 2.05.06-85.

5.2. Пересечения, как правило, следует предусматривать на участках, сложенных непросадочными и слабопросадочными грунтами. Для участков с другими грунтами в проектах пересечений необходимо предусматривать комплекс инженерных мероприятий, направленных на обеспечение устойчивости земляного полотна и максимальное сохранение естественного температурного режима вечномерзлых грунтов под горячими трубопроводами.

5.3. В месте пересечения земляное полотно автомобильной дороги следует устраивать в насыпи, а трубопровод прокладывать подземным способом. Запрещается пересечение автомобильной дороги трубопроводом на участках нулевых мест и выемок. Угол пересечения автомобильной дороги с трубопроводом должен составлять 85-90°.

5.4. Глубина заложения трубопровода должна быть не менее 1,4 м от поверхности дорожного покрытия до верхней образующей защитного футляра. Если защитный футляр не предусмотрен (на дорогах V категории), то глубину заложения принимают до верхней образующей трубопровода.

5.5. Для каждого участка пересечения необходимо составлять индивидуальный проект, включающий: характеристику инженерно-геологических условий; размеры (диаметр) трубопровода и среднегодовую температуру на его поверхности; время производства работ по прокладке трубопровода (до или после сооружения земляного полотна); требования к грунтам, предназначенным для засыпки трубопровода; технологию отсыпки земляного полотна.

5.6. На участках планируемых пересечений предпочтение следует отдавать опережающей прокладке горячих трубопроводов с защитным футляром.

5.7. На участках, сложенных просадочными и сильнопросадочными грунтами, трубопровод надлежит укладывать в зимний период с заменой грунтов в основании непросадочными грунтами на глубину их сезонного оттаивания, но не менее чем на 2,5 м (рис.30, а). В целях уменьшения зоны оттаивания используют теплоизолирующий слой под трубой на песчаной подсыпке толщиной не менее 0,2 м (рис.30, б).

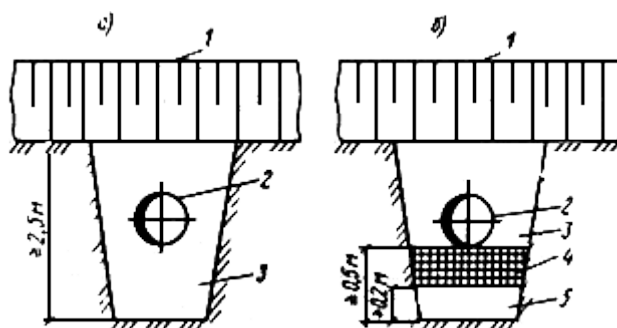


Рис.30. Схема прокладки трубопроводов на участках пересечения автомобильных дорог с заменой просадочных и сильнопросадочных грунтов основания (а), с применением теплоизолирующего слоя (б):

- 1 - земляное полотно;
2 - трубопровод; 3 - засыпка из песчаного грунта; 4 - теплоизолирующий слой из торфа;
5 - подсыпка из песчаного грунта

5.8. Толщина теплоизолирующего слоя из торфа должна составлять не менее 0,5 м в плотном теле при среднегодовой температуре поверхности трубы 5 °С. Слой следует укладывать на всю ширину траншеи, которую назначают согласно СНиП 2.05.06-85. Во всех случаях ширина траншеи должна быть не менее полуторного поперечного габарита механизмов, уплотняющих и разравнивающих укладываемый грунт.

5.9. Если в качестве теплоизоляционного материала используют плиты из пенополиуретана, их толщину принимают от 10 до 30 см при температуре на поверхности трубы соответственно от 20 до 40 °С и 5 см - при температуре 5 °С.

5.10. Для предотвращения оттаивания грунтов вокруг трубопровода целесообразно предусматривать в нижней части трубы цилиндрическую (в виде скорлуп) теплоизоляцию толщиной, равной половине диаметра трубы.

5.11. Траншею для укладки трубопровода устраивают механизированным или взрывным способом на полную глубину с последующим разравниванием удаленного грунта вдоль дороги.

5.12. Для засыпки траншеи следует применять грунты с устойчивой структурой, большой объемной массой, высоким коэффициентом фильтрации. При их отсутствии траншеи необходимо

засыпать грунтом, из которого возведено земляное полотно автомобильной дороги.

5.13. В зимний период грунт в траншею следует засыпать немедленно после укладки трубопровода, не допуская его смерзания. Засыпку осуществляют траншеезасыпателем ТР-351, а также бульдозерами массой 15-25 т. Если для засыпки используют мерзлый комковатый грунт, то над верхней образующей уложенного трубопровода необходимо создавать защитный слой не менее 0,2 м из мелкого разрыхленного или талого грунта.

5.14. Торф для устройства теплоизолирующего слоя доставляют из карьеров автомобилями-самосвалами. Разравнивают и уплотняют торфяной слой многократными проходами бульдозера на гусеничном или пневматическом ходу.

5.15. Плиты пенополиуретана раскладывают и закрепляют на подстилающем слое деревянными кольями или металлическими штырями.

5.16. Грунт засыпки над верхней образующей трубопровода должен иметь тот же коэффициент уплотнения, что и грунт в нижней части насыпи. Засыпку траншеи грунтом и его уплотнение следует осуществлять до заполнения трубопровода продуктами.

5.17. Контроль качества и приемку земляных работ производят в соответствии с положениями "Руководства по операционному контролю качества строительного-монтажных работ при сооружении линейной части магистральных трубопроводов" Р 375-79 (ВНИИСТ. М., 1980) и требованиями СНиП III-42-80.

5.18. Земляное полотно в зоне пересечения возводят послойно в соответствии с требованиями разд.4.

При этом дорожную одежду устраивают по двухстадийной технологии.

5.19. В случае, когда предусматривается пересечение эксплуатируемой автомобильной дороги трубопроводом, необходимо строить временную объездную дорогу, включая автозимник.

На участке пересечения производят демонтаж плит покрытия и разрабатывают бульдозером с предварительным рыхлением грунта поперечную траншею в насыпи на необходимую ширину. В дальнейшем работы выполняют по изложенной выше технологии.

6. РАЗРАБОТКА КАРЬЕРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

6.1. Отвод земли под карьеры, очистку участков от леса, кустарника и мохорастительного покрова, устройство водоотводных канав и подъездных путей к карьерам выполняют заблаговременно.

6.2. При погрузке крупнообломочного грунта в транспортные средства не должен попадать лед, а также камни с размером ребер более 30 см. Грунт требуемых фракций получают:

назначением необходимой сетки бурения скважин для взрыва;

дроблением негабаритных камней.

6.3. Необходимо заблаговременно создавать запас из обвалованных и просушенных летом песчано-гравийных грунтов, которые на зиму укрывают мхом, торфом, древесными отходами и т.д.

Для уменьшения снежных заносов забой в карьерах устраивают с наветренной стороны, а валы разработанных материалов отсыпают с подветренной. Между валами предусматривают расстояние не менее 3 м.

6.4. Грунты в карьерах разрабатывают двумя способами:

бульдозерами послойно по мере радиационного оттаивания с перемещением в бурты и последующей погрузкой экскаваторами в транспортные средства;

прямой экскавацией и погрузкой в транспортные средства.

Первым способом следует разрабатывать сухо- и твердомерзлые грунты, вторым - сыпучемерзлые. Экскавацию грунта из буртов осуществляют в летнее время или зимой после просушивания.

6.5. Глинистые грунты допустимой влажности и при отсутствии крупных камней разрабатывают скреперами, а в остальных случаях - бульдозерами. При достаточной площади карьеров и проектной глубине их разработки до 4 м следует максимально использовать летний период для радиационного оттаивания и послойной срезки грунта с перемещением в бурты. Периодичность снятия грунта определяется продолжительностью оттаивания слоев на глубину 10-15 см при использовании бульдозеров типа ДЗ-18 (мощностью 79 кВт) и 20-25 см - более мощных бульдозеров.

6.6. Для обеспечения ежесуточного оттаивания необходимого объема грунта подбирают соответствующую площадь карьера, ширину которого назначают в зависимости от производительности машины (для бульдозера не более 100 м), а длину рассчитывают с учетом скорости оттаивания грунта. Площадь карьера разбивают на захватки для последовательной разработки оттаивающих грунтов.

6.7. Глубину послойного радиационного оттаивания грунта $h_{от}$ (м) определяют в зависимости от среднесуточной температуры воздуха, влажности грунта, его теплофизических характеристик по формуле

$$h_{от} = \delta_{л} \sqrt{\frac{\lambda_{т} t_{в} \tau_{от}}{Q_{w}}} - \varepsilon \sqrt{a_{м} \tau_{от}}, \quad (12)$$

где $\delta_{л}$ - поправочный множитель, значение которого зависит от периода летнего сезона и продолжительности оттаивания (табл.30);

$\lambda_{т}$ - коэффициент теплопроводности талого грунта, Вт/(м·К);

$$\lambda_{т(м)} = K_{р} (\gamma_{ск} + 0,1W_{с} - 1,1) - 0,1W_{с};$$

$K_{р}$ - безразмерный коэффициент; принимают равным 1,5 для талых песчаных грунтов и 1,7 - для мерзлых; для супесей соответственно - 1,4 и 1,5;

$\gamma_{ск}$ - плотность скелета грунта, кг/м³;

$W_{с}$ - суммарная влажность грунта, %;

$t_{в}$ - среднесуточная температура воздуха ближайшей к району метеостанции, °С;

$\tau_{от}$ - продолжительность оттаивания, ч;

Q_w - расход тепла на оттаивание единицы объема грунта, Дж/м³;

$$Q_w = \gamma_{ск} \sqrt{\frac{W - W_{н.з}}{100}} L;$$

$W_{н.з}$ - количество незамерзшей воды по отношению к массе скелета грунта, доли единицы;

L - удельная теплота плавления льда, Дж/кг; $L = 80$ Дж/кг;

ε - вспомогательный параметр, характеризующий осадку грунта при оттаивании (табл.31);

$$a_m = \frac{\lambda_m}{C_m};$$

λ_m - коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/(м·К);

C_m - объемная теплоемкость мерзлого грунта, Дж/(м³·К).

Таблица 30

Месяц	Значение $\varepsilon_{п}$ при продолжительности оттаивания, сут						
	1	2	3	4	5	6	7
Май-июнь	1,07	1,20	1,27	1,41	1,50	1,52	1,52
Июль	0,96	1,04	1,10	1,16	1,18	1,27	-
Август-сентябрь	1,00	1,10	1,16	1,20	1,22	1,17	1,12

Таблица 31

Месяц	Значение ε при влажности грунта, %					
	18	20	22	24	26	28
Май-июнь	0,067	0,059	0,056	0,052	0,049	0,045
Июль	0,073	0,065	0,062	0,056	0,053	0,048
Август-сентябрь	0,071	0,063	0,059	0,054	0,052	0,047

Для ориентировочной оценки глубины оттаивания можно пользоваться номограммами (рис.31) при влажности грунта естественного сложения 26-28% и плотности скелета 1,4-1,5 г/см³.

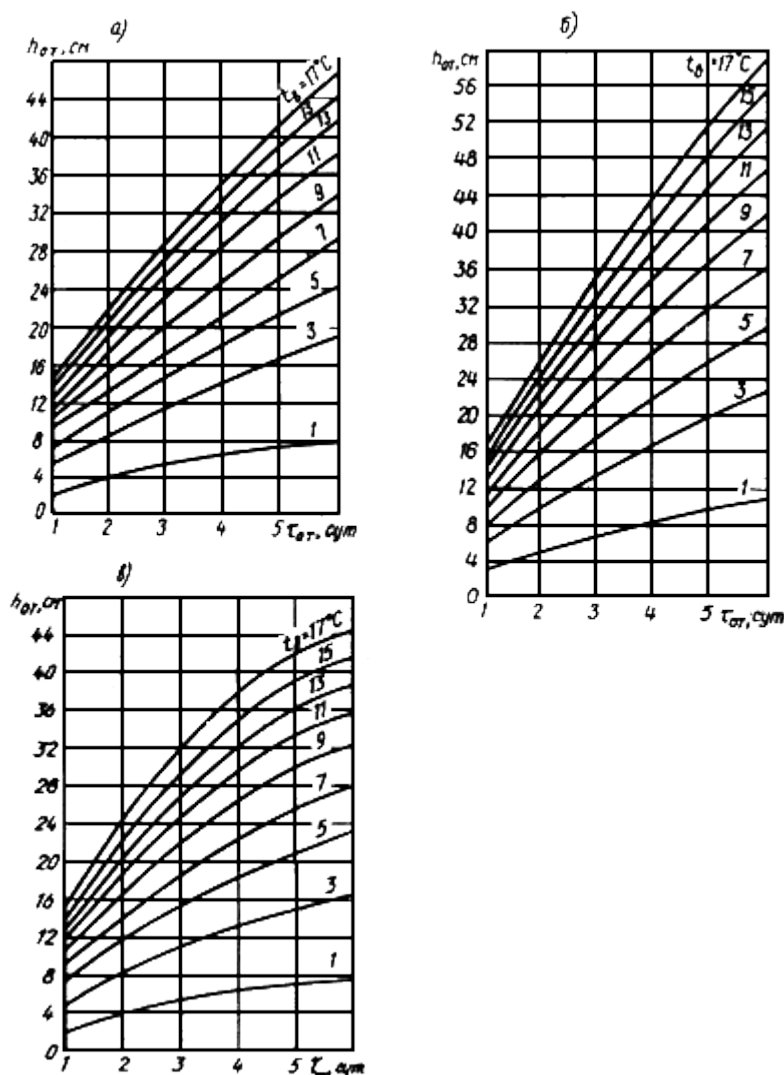


Рис.31. Номограмма для определения глубины оттаивания в мае-июне (а), июле (б), августе-сентябре (в).

Цифры на кривых - среднесуточная температура воздуха за период оттаивания

6.8. При составлении проекта производства работ необходимо для каждого объекта построить графики глубины разработки грунта при различной периодичности снятия оттаявших слоев. В соответствии с графиками выбирают тип бульдозера, учитывая при этом мощность полезной толщи.

В карьерах, которые требуется разрабатывать на максимальную глубину в течение одного летнего сезона, оттаявшие слои необходимо удалять ежедневно, но не реже чем через 3 сут.

6.9. При послойном оттаивании грунт перемещают в промежуточные валы для просушивания и прогрева, а затем в накопительные бурты. Разработку талых слоев грунта необходимо начинать с нижней части карьера. На этом участке следует чаще удалять слои, чтобы увеличить уклон дна карьера и ускорить стекание воды.

Промежуточные валы из оттаявшего грунта возводят высотой до 2,5 м, шириной по низу не более 6 м и выдерживают для просушивания в зависимости от вида грунта:

песка средней крупности - 1-2 сут;

песка пылеватого с содержанием пылеватых и глинистых частиц до 5% - 4-5 сут, от 5 до 13% - 6-7 сут;

супеси - 10-12 сут.

Предварительно подсушенные пылеватые пески с содержанием пылеватых и глинистых частиц от 5 до 13% и супеси в дальнейшем укладывают в накопительные бурты тонкими слоями (до 0,5 м) для последующего просыхания. Укладку осуществляют бульдозерами способом надвигки или экскаваторами.

6.10. Бурты, предназначенные для разработки в зимний период, необходимо отсыпать высотой, превышающей глубину их возможного сезонного промерзания, и защищать теплоизолирующими покрытиями из местных (мох, торф, снег и др.) и искусственных (полимерные или водно-воздушные замерзающие пены) материалов. Толщину теплоизолирующего покрытия определяют по номограмме (рис.32).

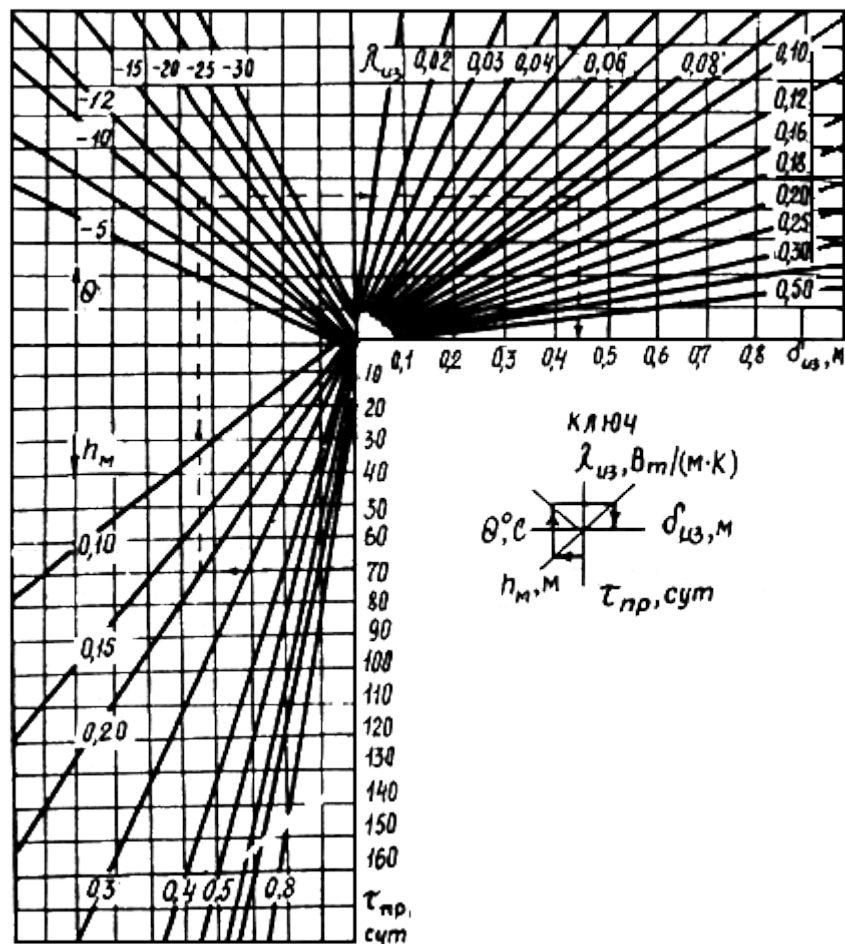


Рис.32. Номограмма для определения требуемой толщины теплоизолирующего покрытия на поверхности грунта:

$\lambda_{из}$ - коэффициент теплопроводности материала покрытия; $\delta_{из}$ - толщина теплоизолирующего покрытия;

$h_{м}$ - допустимая глубина промерзания грунта под покрытием; θ - средняя температура воздуха от начала промерзания до

начала разработки; $t_{\text{пр}}$ - время от начала промерзания до начала разработки

6.11. Грунт в карьерах и буртах зимой следует разрабатывать с соблюдением следующих правил:

снег с поверхности удалять из расчета освобождения площади грунта, которую экскаваторы могут разработать за одну смену, а в сильные морозы - за половину смены;

передвижение транспортных средств осуществлять по дну разрабатываемого карьера;

разработку буртов и карьеров, расположенных на склоне, начинать с низовой стороны.

6.12. Бурты грунта, предназначенные для разработки в летний период, следует располагать в карьере по направлению господствующих ветров, а в зимний - перпендикулярно этому направлению (для накопления утепляющих снежных отложений). Во всех случаях высота буртов должна быть не менее 6 м для обеспечения требуемой производительности экскаваторов.

6.13. При острой необходимости и соответствующем технико-экономическом обосновании допускается разрабатывать мерзлые грунты с температурой выше минус 0,3 °С тяжелыми тракторными рыхлителями с тяговым усилием на крюке не менее 200 кН, при температуре ниже минус 0,3 °С - с предварительным рыхлением буровзрывным способом. Выбор типов буровых станков, взрывчатых веществ и схем взрывания, а также общую технологию ведения буровзрывных работ осуществляют в соответствии с "Руководством по производству буровзрывных работ на строительстве БАМ" (ЦНИИС. М., 1974).

6.14. Торф в карьерах разрабатывают в зимний период экскаваторами-драглайнами или с обратной лопатой. При этом на поверхности болот устраивают промороженные полосы путем расчистки снежного покрова.

7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

7.1. Вопросы охраны окружающей среды при строительстве дорог в зоне вечной мерзлоты должны быть увязаны с решением следующих задач:

выбор варианта проложения трассы и мест дислокации временных баз строительных подразделений;

обоснование выбора мест расположения карьеров и резервов, устройства подъездных дорог;

назначение конструкций и технологии возведения земляного полотна;

рекультивация нарушенных техногенным воздействием территорий.

7.2. В принятом варианте проложения трассы должно быть предусмотрено обеспечение сохранности путей миграции и мест жизнеобитания (пастбища, озера, реки и т.п.) диких животных и птиц, а для рыбы - мест нереста и жировок (питания).

7.3. Временные базы строительных подразделений, карьеры и резервы, а также подъездные пути следует устраивать на территориях с повышенной устойчивостью к техногенным воздействиям: с выходами на поверхность земли скальных и крупнообломочных пород; на дренированных ровных

участках; на возвышенных участках местности или относительно пологих склонах, сложенных малопросадочными грунтами.

Не допускается складировать белитовый шлам в местах, подверженных затоплению талыми и паводковыми водами.

7.4. При выборе участков под строительные площадки (базы) необходимо учитывать внешние признаки возможного проявления неблагоприятных криогенных процессов. Не следует выбирать участки, примыкающие к оврагам, особенно к их верховьям или отвершкам, а также участки с широким распространением бугров, гряд пучения и бугристых торфяников.

7.5. Строительную площадку необходимо выравнять в начале зимы после промерзания грунта основания на глубину 30-40 см и при необходимости подсыпать для обеспечения продвижения транспорта и механизмов без нарушения поверхности. Если высота снежного покрова менее 20 см, то во избежание нарушения мохорастительного покрова на площадке снег следует уплотнить.

7.6. В тундре и лесотундре категорически запрещается какое-либо техногенное воздействие на солифлюкционные склоны крутизной более 3°, сложенные просадочными и сильнопросадочными грунтами.

7.7. Конструкции и технология возведения земляного полотна, в том числе и сроки производства работ, должны строго соответствовать требованиям настоящих норм.

Если техногенного воздействия не удалось избежать, то необходимо:

для предупреждения термоэрозии на склонах сохранять естественный почвенно-растительный покров, засыпать верховья оврага торфом, крупнообломочным грунтом или другими грубообломочными породами, а также предусматривать надлежащий водоотвод;

для предупреждения термокарста засыпать воронки и западины минеральным грунтом и покрывать поверхность торфом.

7.8. Карьеры, резервы и другие временно отведенные под застройку территории после окончания работ должны быть рекультивированы. Необходимо демонтировать все временные сооружения, убрать мусор, в том числе остатки лесоповала, выровнять поверхность и распределить на обнаженных участках дерново-моховой слой, посеять траву или провести биологическое закрепление слоя (гидропосев, посадка деревьев и кустарника в сочетании с известкованием, внесением минеральных и органических удобрений).

7.9. В зоне тундры для восстановления мерзлотных условий, близких к естественным, можно применять теплоизолирующие покрытия из материалов с небольшим коэффициентом теплопроводности (в 5-10 раз меньше, чем грунта) или осуществлять пересадку кустов дернины с мохово-травяно-кустарничковыми сообществами. Восстановленный покров через 2-4 года практически не отличается от окружающего. Лишайниковые покровы, которые в отличие от трав, мхов, кустарников не образуют прочной дернины, не следует применять для пересадки.

8. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. При строительстве автомобильных дорог следует руководствоваться правилами по технике безопасности, изложенными в СНиП III-4-80, "Правилах техники безопасности при строительстве,

ремонте и содержании автомобильных дорог" (М.: Транспорт, 1979), ГОСТ 12.3.033-84, а также учитывать дополнительные требования настоящих норм.

До начала всех видов работ должны быть составлены технологические карты с учетом требований техники безопасности и производственной санитарии.

8.2. Машины для работы в зимнее время должны иметь утепленные кабины, капоты двигателей; устройства для обогрева смотровых стекол, для дистанционного запуска двигателей; усиленное осветительное оборудование, а также дополнительное оборудование для очистки рабочих органов от смерзшегося грунта и устройства, повышающие проходимость машин по снегу.

8.3. При эксплуатации машин и механизмов при низких температурах следует ограничивать нагрузку, учитывая повышенную хрупкость металла в этих условиях. Механизмы и оборудование по своему назначению должны соответствовать характеру выполняемой работы и находиться в исправном состоянии. Запрещается оставлять работающие механизмы без надзора.

8.4. Передвижение механизмов по болотам, льду, переходам через реки или крутые овраги разрешается только в том случае, если эти места будут предварительно обследованы и приняты меры для безопасного перехода или переезда. При перевозке тяжелых грузов (более 20 т) толщина ледяного покрова на реках (при температуре воздуха от минус 1 до минус 20 °С) должна быть не менее 95 см. Стоянка транспорта с тяжелыми грузами на льду не допускается.

8.5. При рыхлении мерзлого грунта взрывами необходимо соблюдать действующие правила по технике безопасности при буровзрывных работах в строительстве. Радиус опасной зоны при этом устанавливают: для людей - не менее 200 м, для механизмов - не менее 100 м.

8.6. Кабина экскаватора (лобовая часть), предназначенного для рыхления мерзлого грунта, должна быть снабжена защитным устройством из металлической сетки, а машинист обеспечен очками с небьющимися стеклами.

8.7. При необходимости одновременной работы нескольких экскаваторов, находящихся на разных уступах, их следует устанавливать в шахматном порядке. Располагать их в одной плоскости перпендикулярно фронту работ запрещается. При разработке мерзлых грунтов не допускается отрывать мерзлые комья ковшем экскаватора во избежание обрыва тросов и падения стрелы. Запрещается предварительно устраивать врубы в забое карьера для обрушения вышележащей толщи мерзлых грунтов.

8.8. При возведении насыпей на болотах без выторфовывания разрешается открывать движение транспортных машин только после промерзания болота на глубину не менее 40 см.

8.9. При возведении земляного полотна из глинистых грунтов работу дорожных машин в дождливый период следует прекращать. Работа бульдозера допускается на подъемах не круче 25°, спусках (с грунтом) - не круче 30° и на косогорах с поперечным уклоном не более 25°. Работа скреперов разрешается на участках с продольным уклоном не более 10°.

8.10. При отсыпке теплоизоляционных материалов на откосы насыпей рекомендуется применять автомобили-самосвалы с боковой разгрузкой; не допускается движение и остановка транспортных средств в пределах призмы обрушения.

8.11. При подаче материалов для укрепления откосов насыпей и выемок запрещается доступ рабочих в зону возможного падения камней, плит и т.п.

8.12. Погрузочно-разгрузочные площадки и склады для хранения рулонов геотекстиля необходимо оборудовать специальным инвентарем, обеспечивающим безопасность производства работ по погрузке и разгрузке рулонов массой от 50 до 150 кг. Запрещается транспортировать рулоны на место укладки в обогреваемых кузовах автомобилей.

8.13. Засыпку уложенного геотекстильного полотна грунтом следует вести на расстоянии не менее 20 м от места раскатки рулонов или соединения полотен (если последняя операция предусмотрена технологией).

К работе по соединению геотекстильных полотен сваркой, сшивкой или склейкой допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с правилами производства работ.

8.14. При использовании для сварки полотен паяльных ламп их необходимо заправлять горючим и разжигать в специально отведенных местах. При заправке ламп нельзя допускать разлива горючего и применения открытого огня.

8.15. При выполнении работ по устройству дорожных одежд соблюдают требования техники безопасности, изложенные в "Правилах техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог" и государственных стандартах СССР по безопасности труда (ССБТ).

8.16. К работам по устройству сборных покрытий допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверения такелажника и прошедшие курс обязательного обучения по технике безопасности.

Перед началом работ необходимо проверять исправность грузовых тросов, цепей и крюков.

8.17. Во избежание несчастных случаев запрещается:

поднимать плиту, масса которой превышает нагрузку, допустимую для данного крана;

находиться в непосредственной близости от плит при подъеме, опускании и перемещении их кранами;

перемещать стрелу крана с плитой над кабиной автомобиля, перевозящего плиты;

находиться посторонним лицам в зоне погрузочно-разгрузочных работ.

8.18. На участках дорог, подверженных снежным заносам, следует через каждые 10-15 м устанавливать вехи, указывающие ширину полотна.

8.19. Проведение работ в непосредственной близости от действующих газо- и нефтепроводов оформляют письменным нарядом-допуском согласно СНиП III-4-80. Не разрешается движение машин по валику действующего трубопровода. В случае необходимости устраивают специальные переезды.

Во время грозы работы вблизи трубопроводов и штабелей труб запрещаются.

Приложение 1
Рекомендуемое

Указания по организации стационарных наблюдений

Общие положения

1. Стационарные наблюдения организуют для проверки правильности принятых решений в области конструирования и расчета сооружений, эффективности технологии производства работ, установления характера взаимодействия сооружений с вечно- и сезонно-мерзлыми грунтами и охраны окружающей среды.

2. Стационарные наблюдения проводят на постоянных наблюдательных пунктах (постах), организуемых на сложных и особо сложных по мерзлотно-грунтовым условиям участках строящихся автомобильных дорог. Такие участки выявляют в период инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий.

3. Наблюдения выполняют в предпостроечный (на стадии изысканий и проектирования), строительный и эксплуатационный периоды. Для их проведения устанавливают мерзлотный репер и оборудуют геотермические скважины.

При бурении скважин отбирают образцы грунта для определения их физико-механических свойств. В дальнейшем скважины используют для измерения температуры грунта, для чего каждую скважину выдерживают. Если скважины пройдены без промывки, то время выдержки принимают равным 1-2 сут. Для контроля температур измерения проводят трижды с интервалом 0,5-1 ч. Если разница в показаниях не будет превышать точности термометра, то снятый отсчет считают верным.

Первичные данные наблюдений, проводимых в период изысканий, включают в проектные материалы.

4. Программу наблюдений разрабатывают проектные организации с привлечением при необходимости научно-исследовательских или учебных институтов.

Программа должна включать изучение:

температурного режима грунтов земляного полотна и естественного основания (температура и глубина промерзания и оттаивания);

водного режима грунтов земляного полотна и естественного основания (влажность, источники увлажнения);

осадки и пучения грунтов основания, земляного полотна и дорожной одежды;

прочности и деформативности грунтов земляного полотна и естественного основания (модуль деформации и упругости, сцепление и угол внутреннего трения);

динамики физико-геологических процессов;

метеорологических условий (температура воздуха; осадки; ветер; время образования и схода снежного покрова, изменение его мощности и плотности в течение зимы);

влияния техногенных факторов на изменение геокриологических условий.

5. В строительный период наблюдения осуществляют лаборатории строительного управления (механизированной колонны) и группы авторского надзора проектных организаций, а также привлекаемые для этих целей научно-исследовательские институты. В этот период получают сведения об изменении естественных условий в результате техногенного воздействия и при необходимости

вносят коррективы в проект.

6. При сдаче в эксплуатацию сооружений строительная организация обязана представить приемочной комиссии программу наблюдений и полученные результаты. Предъявляются также данные о деформациях сооружений в период строительства и сведения о мерах по их устранению. Результаты наблюдений, получаемые при строительстве и эксплуатации, должны накапливаться в эксплуатационной организации.

7. С момента ввода автомобильной дороги или ее участка в постоянную эксплуатацию получают информацию, необходимую для проведения текущего, среднего и капитального ремонта, а также для накопления данных по устойчивости автомобильных дорог в районах вечной мерзлоты и охране окружающей среды.

8. Программа наблюдений не распространяется на сооружения, подвергавшиеся деформациям в результате стихийных бедствий. В таких случаях необходимо составлять индивидуальную программу обследования.

Измерение температуры грунтов основания и земляного полотна

9. Данные измерений температуры грунтов необходимы для прогнозирования температурного режима дорожных конструкций, запроектированных по различным принципам и построенных с полным соблюдением технологических требований.

10. Наблюдения за температурой и глубиной оттаивания грунтов земляного полотна и его основания, а также прилегающей территории проводят в соответствии с ГОСТ 24847-81, ГОСТ 25358-82 с помощью жидкостных термометров или электрических датчиков температуры. При использовании электрических датчиков скважины после установки в них датчиков засыпают сухим песком или высушенным и размельченным грунтом, в котором бурили скважины.

11. На участках, где насыпь проектируют по первому принципу, скважины бурят в поперечном сечении насыпи по ее оси и серединам обеих обочин, а также на полосе отвода на расстоянии не менее 10 м от подошвы с обеих сторон насыпи. Глубина, на которой располагают устье скважин, должна быть больше двух глубин оттаивания грунтов в естественных условиях.

12. На участках, где насыпь проектируют по второму принципу, под наблюдение берут левую или правую часть насыпи относительно ее оси. Скважины бурят по оси насыпи, середине обочины, середине каждого конструктивного элемента (берма, боковой резерв, канава и т.п.), а также на полосе отвода на расстоянии не менее 15 м. Устье скважин располагают ниже отметки, соответствующей двум толщинам деятельного слоя.

13. Температуру фиксируют по глубине скважины через каждые 0,5 м: в теплый период года - 2 раза в месяц (1-го и 16-го числа), в холодный период - 1 раз в месяц (1-го числа).

14. На каждом посту следует оборудовать скважину за пределами дорожной конструкции (на расстоянии от нее 30-40 м). Глубина скважины должна быть на 1 м больше глубины годовых нулевых амплитуд. Температуру грунта в такой скважине измеряют до глубины 3 м через каждые 0,5 м, более 3 м - через 1 м.

Измерение осадки (пучения) грунтов основания, земляного полотна и дорожной одежды

15. Данные измерений осадки (пучения) грунтов основания, земляного полотна и дорожной одежды необходимы для совершенствования расчетов устойчивости дорожных конструкций по допустимым деформациям, а также для установления дополнительных объемов земляных работ и обоснования сроков устройства покрытий различного типа на стабилизированном земляном полотне.

16. Осадку (пучение) фиксируют путем нивелирования специальных марок (маяков). На автомобильных дорогах с капитальным и облегченным типами дорожных одежд применяют закрепленные в покрытиях стержни со шляпкой, имеющей сферическую поверхность или специальную выточку для установки на ней рейки.

17. На дорогах с переходным типом дорожных одежд применяют марки, изготовленные из металлического листа толщиной 2-4 мм размером 150x150 мм, к которому по центру приварен металлический стержень диаметром 8-12 мм и длиной 150-200 мм. Марки устанавливают под покрытием (заглубляя стержни в грунт земляного полотна) в створе перпендикулярно оси дороги. Количество марок и их размещение (рис.1 настоящего приложения) устанавливают в зависимости от типа дорожной одежды: при переходном - не менее трех, по оси и на обочинах дороги, при капитальном - не менее двух, на обочинах. Створ закрепляют специальными столбами (вешками), на которых отмечают год организации поста, его номер и составляют схему закрепления.

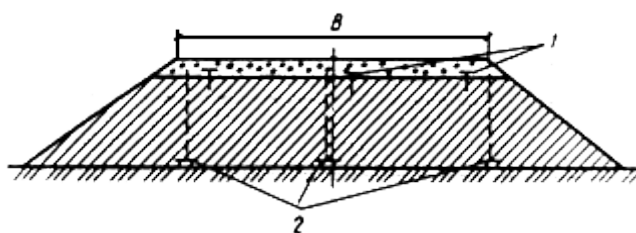


Рис.1. Схема установки марок для наблюдений за осадкой (пучением) грунтов земляного полотна и основания (1) и грунтов естественного основания (2)

18. Для наблюдения за осадкой (пучением) конструктивных слоев и основания земляного полотна из песчаных и глинистых грунтов используют марки, изготовленные из металлического листа толщиной 2-4 мм размерами 500x500 или 750x750 мм. Для наблюдения за осадкой (пучением) скальных и крупнообломочных грунтов основания применяют марки, изготовленные из металлического листа толщиной 2-4 мм размером 300x300 или 400x400 мм с приваренным в центре стержнем диаметром 10-15 мм. Длина стержня должна быть на 100 мм меньше глубины расположения контролируемого горизонта грунтового массива (высоты насыпи из крупнообломочных грунтов). Для предотвращения смещения и сцепления марки с грунтом на стержень надевают металлическую трубку диаметром 15-20 мм, заполненную солидолом. Количество марок определяют по количеству контролируемых конструктивных и грунтовых слоев в массиве. Марки устанавливают в пределах обочин (по оси при облегченном и переходном типах дорожной одежды) на поверхности грунтовых слоев со сдвижкой вдоль дороги на размер марки и составляют схему закрепления.

19. Нивелировочной основой является мерзлотный репер (рис.2 настоящего приложения), установленный в придорожной полосе. Он представляет собой металлический стержень диаметром не менее 20 мм с приваренной на конце крестовиной. Его погружают на глубину, соответствующую двойной мощности сезоннооттаивающего слоя, но не менее чем на 1,5 м ниже верхнего горизонта вечномерзлых грунтов. Для этого предварительно пробуривают скважину. В пределах мерзлой толщи ее заливают глинистым раствором и на реперный стержень надевают обсадную трубу, заполненную

солидолом. После замерзания глинистого раствора зазор между трубой и стенкой скважины засыпают сухим песком, а трубу закрывают заглушкой. Выступающую часть репера, высота которой должна быть не меньше мощности снежного покрова, закрывают коробом, заполненным теплоизоляционным материалом. Наружную часть короба утепляют местным грунтом с присыпкой из мха или торфа. На стенке трубы выбивают номер репера и делают соответствующие надписи, как и в обычных условиях. Если репер устанавливают в шурфе, то металлический стержень закрепляют (в нижней части) в бетонном блоке размером 40х40х40 см.

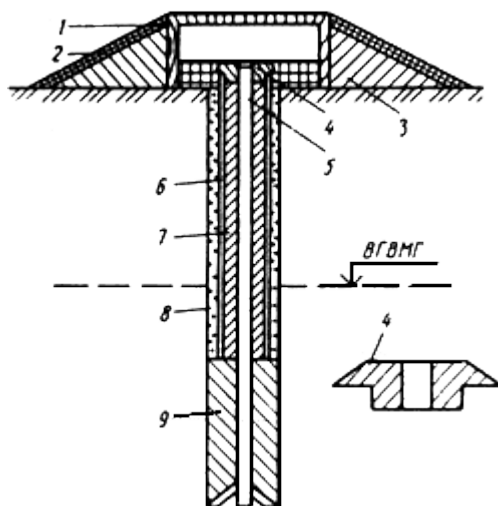


Рис.2. Схема постоянного мерзлотного репера: 1 - деревянный короб; 2 - торф или мох; 3 - грунт; 4 - заглушка;
5 - стержень репера, заанкеренный в вечном мерзлом грунте; 6 - труба; 7 - заполнение солидолом;
8 - засыпка песком; 9 - глинистый раствор

20. Отметку мерзлотного репера принимают условной. Если вблизи пункта наблюдения имеется государственная геодезическая нивелировочная основа с абсолютной отметкой, то отметку репера привязывают к ней.

21. Марки нивелируют в теплое время и в период промерзания оттаявшего слоя 2 раза в месяц (1-го и 16-го числа) и в период промораживания грунтов - 1 раз в месяц (1-го числа) с точностью до 1 мм.

Измерение влажности грунтов основания и земляного полотна

22. Влажность грунтов в основании и земляном полотне, а также в естественных условиях измеряют нейтронными влагомерами согласно ГОСТ 24181-80.

23. На постоянных наблюдательных постах при наличии скважин с обсадными трубами для определения температуры грунтов их используют и для замера влажности. Если таких скважин нет, то устраивают две скважины (по одной на каждой обочине) на расстоянии 30-40 см от температурных скважин. На таком же расстоянии от температурной скважины замеряют влажность грунта в естественных условиях.

24. Глубина скважин для замера влажности должна быть больше глубины сезоннооттаивающего слоя на 0,5 м. По глубине влажность измеряют в трех горизонтах каждого конструктивного слоя или одного вида грунта, но не реже чем через 0,5 м.

25. В зимний период влажность грунтов определяют термостатно-весовым методом согласно ГОСТ 5180-84, для чего на указанных горизонтах бурением отбирают образцы грунта в бюксы.

26. Периодичность замера влажности одновременно с замером температуры грунта - 2 раза в месяц в теплый период (при положительных температурах воздуха) и 1 раз - в холодный период (при отрицательных температурах).

27. Наблюдения за источниками увлажнения дорожных конструкций (атмосферными осадками, грунтовыми водами) проводят на специально оборудованных для этой цели площадках, в скважинах или колодцах. Организация метеорологических наблюдений на постах должна быть согласована с УГМС СССР. Если вблизи поста расположены метеорологические станции УГМС СССР, то данные о температуре, влажности воздуха, количестве и интенсивности осадков, скорости и направлении ветра, высоте и плотности снежного покрова выбирают по ежедневным наблюдениям, проводимым на станциях.

28. Уровень грунтовых вод фиксируют в скважинах (шурфах), оборудованных обсадными трубами с отверстиями для поступления воды. Измерения ведут от постоянной точки на поверхности земли рейкой или хлопущкой, прикрепленной к металлической ленте. Данные фиксируют 1 раз в 5 дней, а также после выпадения сильных дождей.

Стационарные наблюдения за наледями

29. Стационарные наблюдения организуют для установления основных закономерностей изменения наледных процессов в их взаимосвязи с природной средой. Работы проводят на специально оборудованных полигонах, позволяющих:

изучать закономерности изменения размеров наледей в годовом и многолетнем циклах;

устанавливать физические закономерности наледных процессов на основе изучения режима наледей и факторов их формирования;

определять характер взаимодействия наледи с инженерными сооружениями и отрабатывать методы противоналедной борьбы.

30. Программа работ на полигоне включает следующие наблюдения:

ледомерные съемки (изучение изменения морфометрических характеристик наледей, слоев стаивания и нарастания);

метеорологические (наблюдения за общей метеорологической обстановкой, микроклиматическими особенностями наледных участков; измерение теплового баланса при образовании и таянии наледей);

гидрометрические (наблюдения за режимом уровней, расходом и температурой водотоков, дебитом и температурой наледообразующих источников; измерение напора в промерзающих водоносных системах);

мерзлотно-гидрогеологические (изучение режима и генезиса подземных наледообразующих вод, их взаимодействия с поверхностными водами, теплового режима наледи и подстилающих пород, строения и свойств мерзлых и водоносных грунтов, динамики мерзлотных процессов);

	по сло- ж- ност и усло- вий	ть		рельеф	рак- тер рас- про- стра- нени я веч- но- мерз- лых грун- тов	пера- тура веч- но- мерз- лых грун- тов на глу- бине нулевых годовых ампли- туд, °С	дочность веч- но- мерзлых грун- тов, доли единицы	обла- даю- щий вид грун- тов дея- тель- ного слоя и веч- но- мерз- лого	ность сезон- ноот- таи- ваю- щего слоя, м	мар- ная влаж- ность мерз- лых грун- тов, %	щин а мох о- рас- ти- тель - ного пок- рова, см	генные явления	
Тун- дра	1	Кустарники, мхи, лишайники, осока	Сниженная поверхность третьей и первой надпойменных террас	Плоско- бугри- стый и полиго- нальный	Спл о- шной	Ниже минус 4	0,32 0,11 0,17-0,27	Торф Песок Супес ь	0,3-0,9	300-800 20-25 30-40	От- сут- вует	Пов- торно- жиль- ные льды, термо- карст, пучение	Осо- бо- сло- ж- ный
		Осока, мох с зарослями кустарника вдоль русел	Глубоко врезанные долины мелких водотоков с крутыми склонами (третья надпойменная терраса)	То же	То же	Ниже минус 3	0,15-0,25	Торф Песок Су- песь	0,15-0,25	300-800 20-25 30-40	То же	Забо- лачи- ва- ние, пов- тор- но- жиль- ные льды, термо- карст	То же
		Лишайников ый багульник	Ровные участки на водоразделах	Плос- кие мохо- вые кочки	“	Минус 3-10	>0,15	Су- глин- ки и супес и пыле- ватые	0,3-1,2	30-80, часто с нали- чием линз и про- слоев льда	20-60	Отсут- ствуют	“
		Багульников ый ерник	Нижние части крупных южных и восточных склонов	Не раз- вит	“	Минус 3-10	>0,15	То же	0,3-1,2	То же	20-60	То же	“
		Лишайники с вороникой, мхи	Бровки склонов водоразделов, бугров и увалов	Пят- на-ме- дальоны	“	Минус 3-10	>0,15	“	0,3-1,2	“	20-60	“	“

		Ковер из мха-долгомошника	Склоны водоразделов	Куполообразные моховые кочки	“	Минус 3-10	>0,15	“	0,3-1,2	”	20-60	“	“
		Осока, сфагновые мхи	Моренные гряды на пологом склоне	Кочки из сфагновых мхов	“	Минус 3-10	>0,15	“	0,3-1,2	“	20-60	“	“
2		Мох, осока зарослями ивняка в прирвовочных частях хасыреев	Слабовогнутая поверхность (хасырей)	Ровный	Прерывистый	Минус 1 - минус 3, 0 - в зарослях ивняка	0,2-0,26	Песок, супесь	1,5-2,2	25-50	20-60	Заболочивание, термокарст, пучение	Особый
		Разнотравье, лишайники, мхи, заросли ерника	Слабовогнутая поверхность (хасырей) третьей надпойменной террасы	Плоскобугристый	То же	Ниже минус 4, в зарослях ивняка до 0	0,21-0,26	Торф Песок Супесь	1,5-2,0	300-800 20-25 40-50	20-60	Пучение	То же
		Мхи, кустарники	Слабовогнутая поверхность третьей и первой надпойменных террас	Полигонально-бугристый	“	Ниже минус 4	0,32-0,08	Торф Су-глинок	0,3-0,6	300-800 100-150	20-60	Повторно-жильные льды, термокарст, пучение	“
3		Осока, мхи, заросли ивняка вдоль подножья склонов	Третья надпойменная терраса долины мелких водотоков	Моховые кочки	“	От минус 2 до 0 в зарослях ивняка	>0,15-0,06	Торф Супесь Песок	0,3-0,9	300-800 40-50 20-25	Отсутствует	Заболочивание, термокарст	Сложный
		Разнотравье,	Сниженная	Сред-	Спл	Ниже	0,06-0,14	Супес	0,7-1,1	20-40	То	Термо-	То

	мхи, кустарники	поверхность третьей и первой надпойменных террас	не-мелко-кочковатый	о-шно й	минус 3		б, песок			же	карст, эрозия	же
	Лишайниково-моховая с зарослями кустарников вдоль русел	Пойма, плоско-волнистая поверхность	Лишайники, мхи, заросли кустарников вдоль русел	То же	Ниже минус 4	0,06-0,14	То же	0,6-1,5	20-40	“	Заболачивание	“
4	Ковер из зеленых мхов и долгомошника	Бровки склонов, водоразделов, всхолмлений	Не развит	Спл о-шно й	Минус 1-минус 3	0,1-0,15	Глина пылевая, суглинок щебенистый, супесь и песок пылеватые	1-2	20-40	15-40	Отсутствует	Сложный
	Ковер из мха-долгомошника, багульника до 50%	Ровные участки на водоразделах	Ровный	То же	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	То же	1-2	20-40	15-40	То же	То же
5	Мхи, лишайники	Плоская выпуклая поверхность третьей и первой надпойменных террас	Ровный и мелкобугристый	“	Ниже минус 4	0,06-0,1	Супесь, песок	0,7-1,5	15-40	Отсутствует	Эрозия, пятна-медальоны	“
	Кустарнички, мхи, лишайники	Плоская поверхность третьей и первой надпойменных террас	Мелко-кочковатый	“	Ниже минус 4	0,03-0,07	Песок	0,8-1,5	15-25	То же	То же	“
	Чередование кустарничково-мохово-лишайниковой и осоково-моховой	Плосковолнистая поверхность третьей и первой надпойменных террас	Бугристый	“	Ниже минус 4	<0,1	Песок, супесь	0,6-1,1	15-40	“	Мочажинный тер-мокарст	“
	Кустарничково-осоково-моховая и мохово-лишайниковая с зарослями кустарников	Пойма, плоско-волнистая поверхность	Ровный	Спл о-шно й	Ниже минус 4	0,06-0,1	Песок	0,8-1,5	20-25	Отсутствует	Заболачивание	Сложный

		вдоль русел											
	6	Мхи, кустарники высотой до 0,1 м	Плоская поверхность третьей надпойменной террасы	Крупнокочковатый	То же	Минус 1 - минус 3	<0,1	Супесь, песок	0,7-1,2	15-40	То же	Пятна-медальоны, заболачивание	То же
	7	Отсутствует	Плоская поверхность поймы (косы)	Ровный	Прерывистый	Минус 3-0 и выше	0,05	Песок	1,5-2,2	15-25	“	Золотые процессы	“
		Мхи, кустарники	Долины мелких водотоков, расчлененные оврагами	Расчлененный	То же	Минус 3-0 и выше вдоль русел	0,05	Суглинок	0,7-1,2	30-50	“	Овражная эрозия, термокарст	“
		Мхи, лишайники зарослями кустарника	Склоны различной крутизны (более 3°)	Ровный и кочковатый	“	Минус 3 - минус 1 и выше	0,04-0,09	Супесь, песок	0,8-1,5	15-25	“	Эрозия	“
	8	Лишайники	Каменистые возвышенности	Не развит	Сплошной и прерывистый	Минус 0,5 - минус 5	<0,03	Скальные, щебенистые, гравийно-галечниковые, песчаные супеси и суглинки и непылеватые	2,0-4,0	10-20	“	Отсутствуют	Простой
Лесотундра	9	Заросли низкорослых кустарников	Склоны падей, пологие косогоры	Моховатые кочки	Сплошной	Минус 3 - минус 10	>0,15	Суглинки и супесчистые пылеватые	0,3-1,2	30-80, часто с наличием линз и прослоек льда	20-60	Овражная эрозия	Особый

10	Редкостойный смешанный лес, кустарник на кочках	Понижения между буграми и всхолмлениями	Мари	То же	Минус 3 - минус 10	>0,15	То же	0,3-1,2	То же	20-60	То же	То же	То же
	Береза, кустарник, ивы	Понижения между водоразделами	Осоковые кочки	“	Минус 3 - минус 1	0,1-1,15	Глины пылеватые, супески и глины и щебенистые, супески и пески пылеватые	1-2	20-40	15-40	Заболачивание	Сложный	
	Ива и береза до 2 м, злаки, на бровках склонов ерник	Крупные коренные склоны долин и высоких террас	Моховые подушки	“	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	Суглинки щебенистые, супеси и пески пылеватые	1,5-2	20-40	30-40	Эрозия	То же	
	Густая заросль, разнотравье	Ложбины между моренными грядами	Осоковые кочки	“	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	То же	1,5-2	20-40	30-40	Заболачивание	“	
	Лиственница, ель, береза, рябена, мох	Средние и нижние части склонов, высокие террасы	Не выражены	“	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	Глины пылеватые, супески и глины и щебенистые, супески и глины и щебенистые	1-2	20-40	15-40	То же	“	

								супеси и пески пылеватые					
	11	Лиственничный лес с зарослями ольшаника по береговым валам	Гривисто-западинная поверхность поймы	Ровный	Прерывистый, островной	Минус 1 - 0 и выше	<0,1	Песок Супесь Су-глинок	0,8-1,5	15-25 20-30 30-40	Отсутствует	Заболачивание в западинах	Сложный
	12	Береза высотой 5 м, ковры из лишайника	Бровки склонов и водоразделов всхолмлений	Не развит	Сплошной, прерывистый	Минус 0,5 - минус 5	<0,3	Скальные, щебенистые, гравийно-галечниковые, песчаные супеси и су-глинки непылеватые	2-4	10-20	5-10, часто отсутствует	Отсутствуют	Простой
		Ель примесью березы, кусты ерника	Водоразделы, пологие склоны	Плоские моховые кочки	То же	Минус 0,5 - минус 5	<0,3	То же	2-4	10-20	То же	То же	То же
		Ольха, осокордернистая	Возвышенности и бровки склонов	Осоковые кочки	“	Минус 0,5 - минус 5	<0,3	“	2-4	10-20	“	“	“
Тайга	13	Лес хвойный, угнетенный, чахлый	Заболоченные, заторфованные днища долин	Моховые кочки	Сплошной	Минус 3 - минус 10	>0,15-	Су-глинки, супеси пылеватые	0,3-1,2	30-80, часто с наличием линз и прослоек	20-60	“	Особый

Угнетенный
лиственнич-
ный лес

Пологие
заболоченные
склоны

Мохо-
вые
кочки

Спл
о-
шно
й

Минус
3 -
минус
10

>0,15

Су-
глин-
ки,
су-
песи
пыле-
ватые

0,3-1,2

30-80,
часто
с
налич-
ием
линз и
про-
слоек

20-6
0

От-
сут-
ству-
ет

Осо
бо
сло
ж-
ный

	Угнетенный лиственный лес с густым травяно-кустарниковым покровом	Широкие понижения на водоразделах	То же	То же	Минус 3 - минус 10	>0,15	То же	0,3-1,2	То же	20-60	То же	То же
	Лиственный лес	Склоны северной экспозиции	Не развит	“	Минус 3 - минус 10	>0,15	“	0,3-1,2	“	20-60	“	“
	Ельники	Долины ручьев, ложбины стока	Моховые кочки	“	Минус 3 - минус 10	>0,15	“	0,3-1,2	“	20-60	“	“
	Лиственный о- березовый лес	Пониженные участки и склоны водоразделов	Не развит	“	Минус 3 - минус 10	>0,15	“	0,3-1,2	“	20-60	“	“
	Елово-лиственный угнетенный лес	Старичные понижения, занятые болотами	Моховые кочки	“	Минус 3 - минус 10	>0,15	“	0,3-1,2	“	20-60	“	“
	Лиственный лес с сильно разреженным травяно-кустарниковым покровом	Присклоновые отмели, гривы на низкой пойме и валы высокой поймы	Не развит	”	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	Глины пылеватые, суглинки щебенистые, супеси и пески пылеватые	1-2	20-40	15-40	Отсутствуют	Сложный
	Бруснично-голубичный лиственный лес	Нижние части склонов	То же	”	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	То же	1-2	20-40	15-40	То же	То же
	Лиственный о- елово-сосновый лес	Бровки склонов первой, второй террас	“	“	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	“	1-2	20-40	15-40	“	“
	Лиственный о- березовый	Плоские поверхности	“	“	Минус 1 -	0,1-0,15	“	1-2	20-40	15-40	“	“

		лес	водоразделов слабозаболоченные			минус 3							
		Кустарник, береза	Пойменные гривы	“	“	Минус 1 - минус 3	0,1-0,15	“	1-2	20-40	15-40	“	“
	15	Хвойный лес, лиственница, ель хорошо развиты	Водоразделы	Не вы-ражен	Пре-ры вис-тый, ост-ровой	Минус 0,1 - минус 1	0,03-0,1	Глины и су-глин-ки тяже-лые, супес и пыле-ватые	1,5-2,5	20-40	10-30	“	“
		Сосново-лиственнич-ый лес	Мелкие понижения между холмами	То же	То же	Минус 0,1 - минус 1	0,03-0,1	То же	1,5-2,5	20-40	10-30	“	“
		Сосново-еловый лес	Понижения между валами и гривами	“	“	Минус 0,1 - минус 1	0,03-0,1	“	1,5-2,5	20-40	10-30	“	“
	16	Сосново-лиственнич-ый лес	Гривы и плоские участки, вершины склонов	”	Спл о-шно й, пре-ры вис-тый, ост-ровой	Минус 0,5 - минус 5	<0,03	Скаль-ные щебе-нистые, гра-вий-но-га-леч-нико-вые, пес-ча-ные, су-песи, су-глин-ки пы-лава-тые	2-4	10-20	5-10, част о от-сут-ству-ет	”	Про-с-той
		Густой лиственнич-ый лес	Резко выступающие перегибы	”	То же	Минус 0,5 - минус 5	<0,03	То же	2-4	10-20	То же	”	То же
		Лиственнич-о-сосновый лес	Вершины холмов	“	“	Минус 0,5 - минус 5	<0,03	“	2-4	10-20	“	“	“
Лесо-	17	Заросли низкорослых	Понижения между холмами	“	Пре-ры-	Минус 0,1 -	0,03-0,1	Глины и су-	1,5-2,5	20-40	10-30	”	Сло-

степ ь и степ ь	кустарников			вис- тый, ост- ров- ной	минус 1		глин- ки тяже- лые, су- песи пыле- ватые					жны й
	Кустарник	Водоразделы	“	То же	Минус 0,1 - минус 1	0,03-0,1	То же	1,5-2,5	20-40	10-3 0	“	То же
	Редкостойны й лиственнич о- сосновый лес	То же	“	“	Минус 0,1 - минус 1	0,03-0,1	“	1,5-2,5	20-40	10-3 0	“	“
	Разнотравье	Полого-волнистые водоразделы	“	Ост- ров- ной	Минус 0,5	<0,03	Щебе- нис- тые пес- чаные су- песи, су- глин- ки непы- лева- тые	2-4	10-20	От- сут- ству - ет	“	Про- с- той

Приложение 3
Обязательное

Перечень стандартов для изучения физико-механических свойств талых и мерзлых грунтов

ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.

ГОСТ 12071-84 Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов.

ГОСТ 12248-78* Грунты. Методы лабораторного определения сопротивления срезу.

ГОСТ 20276-85 Грунты. Метод полевого испытания статическими нагрузками.

ГОСТ 12536-79 Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) состава.

ГОСТ 19912-81 Грунты. Метод полевого испытания динамическим зондированием.

ГОСТ 20069-81 Грунты. Метод полевого испытания статическим зондированием.

ГОСТ 20522-75 Грунты. Метод статистической обработки результатов определений

характеристик.

ГОСТ 21719-80 Грунты. Метод полевого испытания вращательным срезом.

ГОСТ 22733-77 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.

ГОСТ 23061-78 Грунты. Методы радиоизотопного определения объемного веса.

ГОСТ 23161-78 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности.

ГОСТ 23253-78 Грунты. Методы полевых испытаний мерзлых грунтов.

ГОСТ 23740-79 Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ.

ГОСТ 23741-79 Грунты. Методы полевых испытаний на срез в горных выработках.

ГОСТ 23908-79* Грунты. Метод лабораторного определения сжимаемости.

ГОСТ 24143-80 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик набухания и усадки.

ГОСТ 24181-80 Грунты. Нейтронный метод измерения влажности.

ГОСТ 24586-81 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости мерзлых грунтов.

ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований и сооружений.

ГОСТ 24847-81 Грунты. Методы определения глубины сезонного промерзания.

ГОСТ 25100-82 Грунты. Классификация.

ГОСТ 25358-82 Грунты. Метод полевого определения температуры.

ГОСТ 25584-83 Грунты. Метод лабораторного определения коэффициента фильтрации.

ГОСТ 25638-83 Грунты. Метод лабораторного испытания мерзлых грунтов на одноосное сжатие.

ГОСТ 26262-84 Грунты. Методы полевого определения глубины сезонного оттаивания.

ГОСТ 26263-84 Грунты. Метод лабораторного определения теплопроводности мерзлых грунтов.

ГОСТ 26518-85 Грунты. Метод лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости при трехосном сжатии.

ГОСТ 26447-85 Породы горные. Метод определения механических свойств глинистых пород при одноосном сжатии.

ГОСТ 5396-77* Торф. Методы отбора проб.

ГОСТ 10650-72* Торф. Метод определения степени разложения.

ГОСТ 11306-83 Торф. Методы определения зольности

ГОСТ 17644-83 Торф. Методы отбора проб из залежи и обработка их для лабораторных испытаний.

ГОСТ 24160-80* Торф. Методы определения влагоемкости.

ГОСТ 24701-81* Торф. Метод определения плотности.

ГОСТ 11358-89 Полотна текстильные нетканые. Правила приемки и методы отбора образцов.

ГОСТ 15902.1-80* Полотна нетканые. Методы определения линейных размеров и массы.

ГОСТ 15902.2-79* Полотна текстильные нетканые. Методы определения структурных характеристик.

ГОСТ 15902.3-79* Полотна текстильные нетканые. Методы определения прочности.

Приложение 4
Обязательное

Расчет насыпи на устойчивость

1. Устойчивость насыпи обеспечивается ее высотой, при которой верхний горизонт вечномерзлых грунтов (ВГВМ) будет сохраняться в критический по балансу тепла год (1 раз в 11 лет) на требуемой (допустимой) глубине и осадка насыпи при этом в оттаявшие грунты основания не будет превосходить допустимой величины.

2. Ориентировочные значения допустимой осадки $S_{\text{доп}}$ (см) приведены ниже:

Покрытие:

цементобетонное монолитное 2

цементобетонное сборное, устраиваемое
в одну стадию 10

асфальтобетонное 4

Дорожная одежда типа:

облегченного с усовершенствованным
покрытием 6

переходного и низшего 10-15

3. При проектировании насыпи по первому принципу осадка в процессе эксплуатации дороги не допускается. В этом случае

$$H = H_K,$$

(1)

где H - высота насыпи, м;

H_k - глубина сезонного оттаивания конструкции, включающей земляное полотно и дорожную одежду, м.

Для конструкции насыпи, состоящей из двух или трех слоев с резко отличающимися теплофизическими характеристиками, глубину сезонного оттаивания каждого слоя рассчитывают по формулам:

верхнего (дорожная одежда):

$$H_{c1} = H_{c1}^H K_w K_{\pi}; \quad (2)$$

нижнего (материал основания или грунт земляного полотна):

$$H_{c2} = H_{c2}^H K_w; \quad (3)$$

нижнего (грунт земляного полотна или основания):

$$H_{c3} = H_{c3}^H K_w, \quad (4)$$

где H_{c1}, H_{c2}, H_{c3} - глубина сезонного оттаивания соответственно верхнего и нижних слоев, м;

$H_{c1}^H, H_{c2}^H, H_{c3}^H$ - нормативная глубина сезонного оттаивания первого, второго и третьего слоев, определяемая по СНиП 2.02.04-88 или по картам (рис.1, 2, 3, 4 настоящего приложения);

K_w - поправочный коэффициент на расчетную влажность материала дорожной одежды и грунта насыпи, принимается по графикам на картах (см. рис.1, 2);

K_{π} - коэффициент, учитывающий интенсивность оттаивания материала дорожной одежды; принимают для песка - 1,0, песка крупного чистого - 1,05, песка с гравием - 1,13, гравия и гальки - 1,21, щебня и дресвы - 1,25, асфальтобетона - 1,30, цементобетона - 1,37.

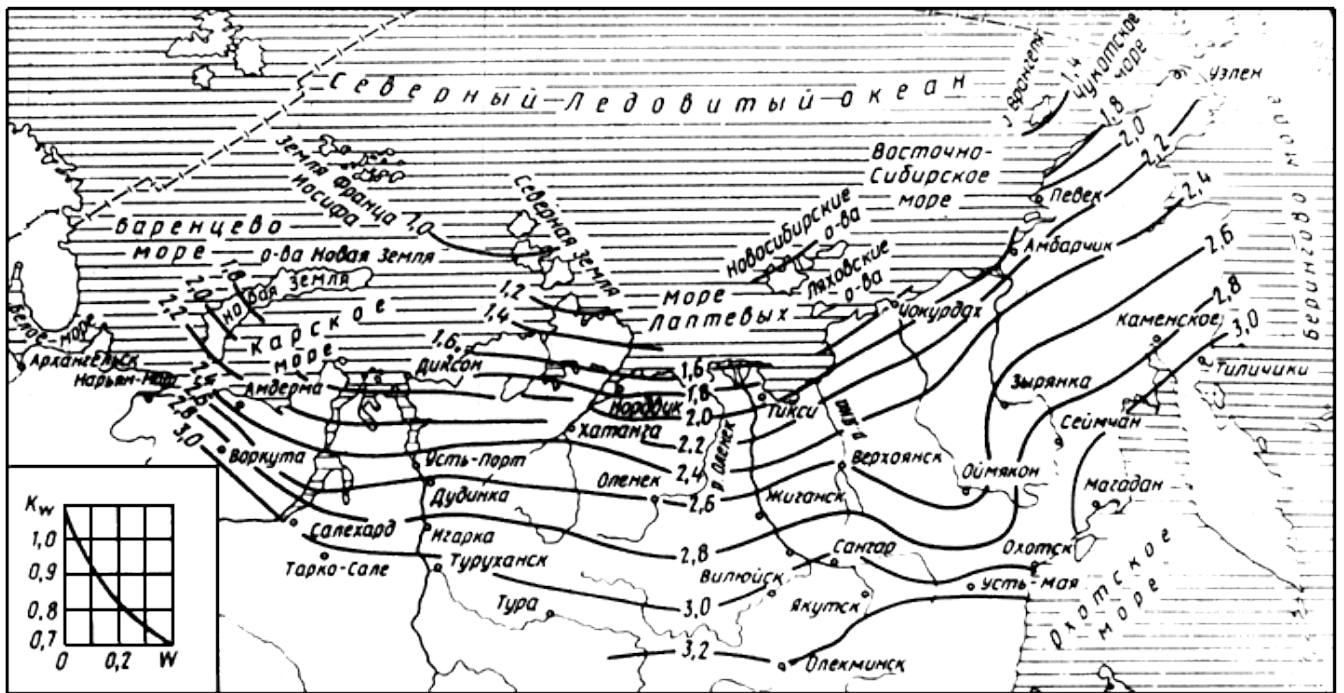


Рис.1. Изолинии глубин сезонного оттаивания песчаных грунтов

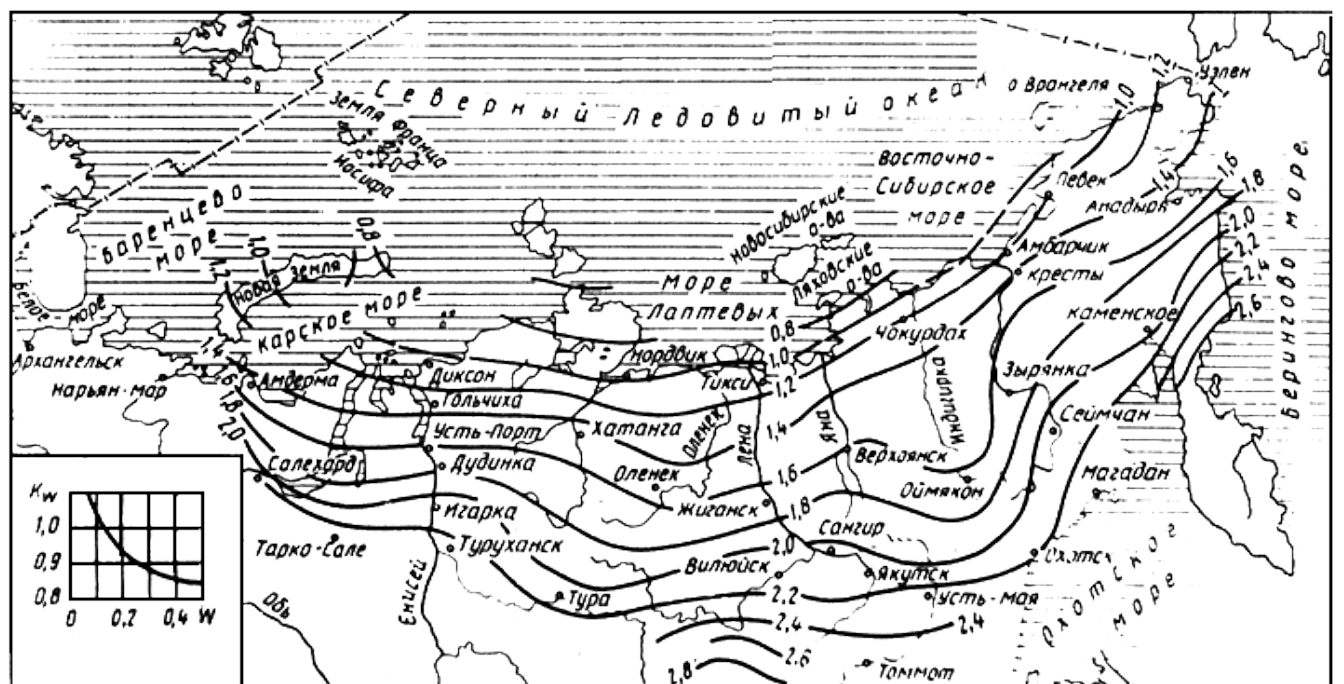


Рис.2. Изолинии глубин сезонного оттаивания глинистых грунтов

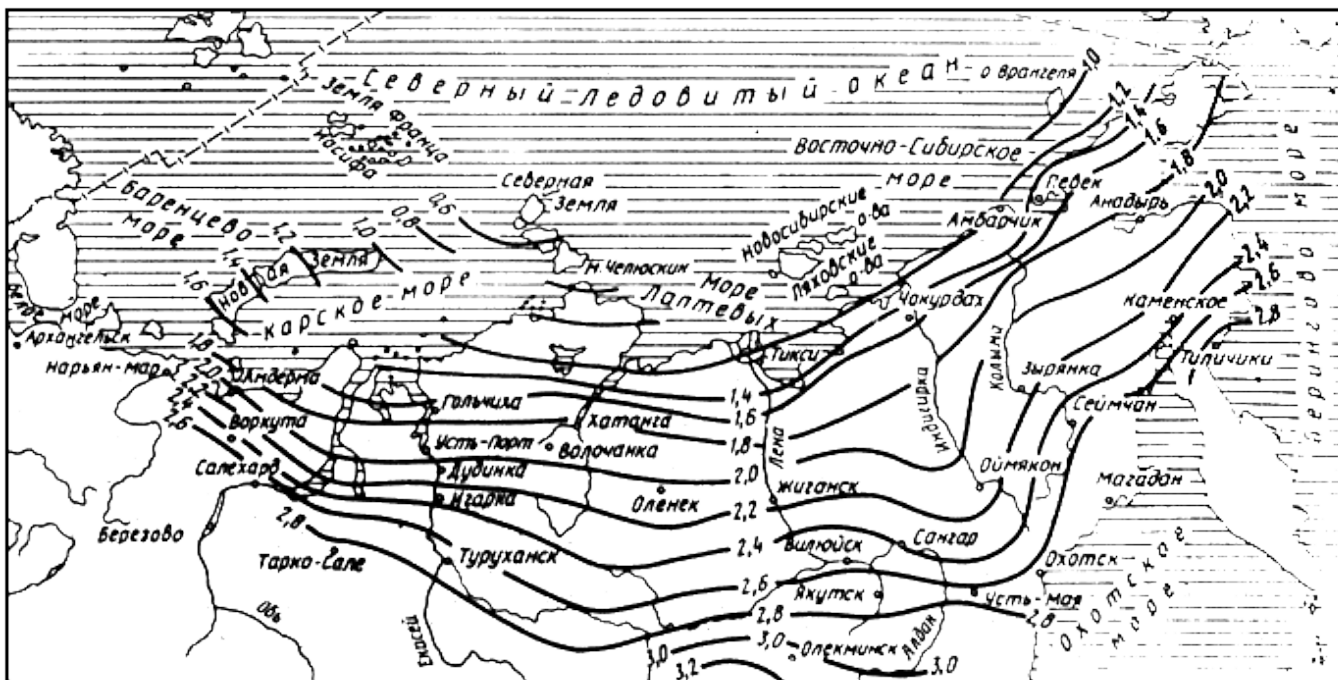


Рис.3. Изолинии глубин сезонного оттаивания песчаных грунтов, подстилаемых глинистыми грунтами

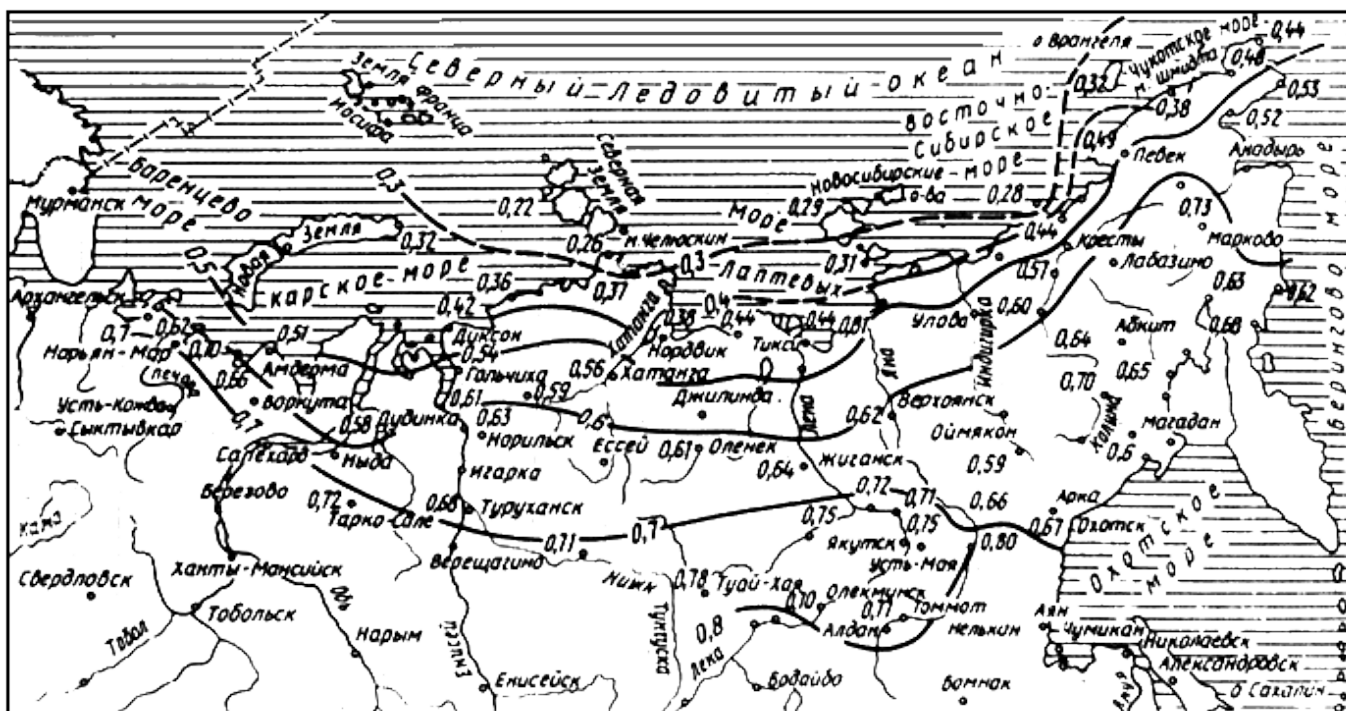


Рис.4. Изолинии глубин сезонного оттаивания заторфрованных грунтов

Влажность слоев дорожной одежды и грунта насыпи при определении значения K_w в расчетах принимают близкой к оптимальной, %:

- Цементобетонное покрытие 2
- Асфальтобетонное покрытие 1

Основание под покрытие:

песчаное	6
щебеночное	4
из гравийно-галечникового и щебенистого грунта	5
из песка:	
мелкого и среднего	8
пылеватого	10
из супеси	12
из суглинка	15
из глины	20

С учетом формул (2)-(4) глубину сезонного оттаивания конструкции насыпи определяют по методу эквивалентных слоев:

при двух слоях

$$H_K = H_{c2} + h_1 \left(1 - \frac{H_{c2}}{H_{c1}} \right); \quad (5)$$

при трех слоях

$$H_K = H_{c3} + h_1 \left(1 - \frac{H_{c3}}{H_{c1}} \right) + h_2 \left(1 - \frac{H_{c3}}{H_{c2}} \right), \quad (6)$$

где h_1, h_2 - толщина первого (верхнего) и второго слоев, м.

4. При проектировании насыпи по второму принципу высоту насыпи рассчитывают по формуле

$$H = H_K - \frac{H_K}{H_{д.с}} \left(\frac{S_{доп}}{e} - S_c \right), \quad (7)$$

где $H_{д.с}$ - мощность деятельного (сезоннооттаивающего) слоя, устанавливаемая по данным изысканий или расчетом по формулам (4)-(6) при естественной влажности грунта, м;

e - относительная осадка грунта основания после его оттаивания под нагрузкой, доли единицы; определяется согласно СНиП 2.02.04-88 или по рис.5, 6 настоящего приложения;

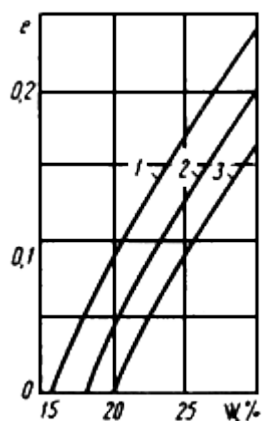


Рис.5. Относительная осадка e песчаных грунтов при оттаивании под нагрузкой $0,75 \text{ кг/см}^2$:
1 - песок крупный; 2 - песок средний; 3 - песок мелкий и пылеватый

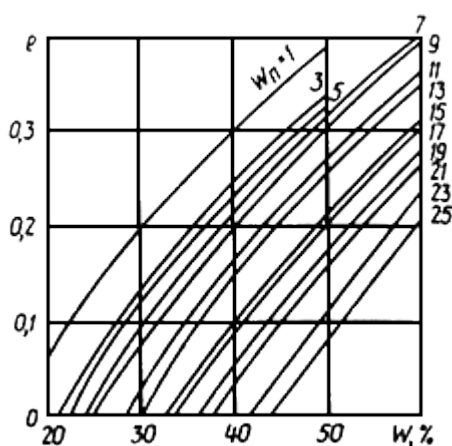


Рис.6. Относительная осадка e глинистых грунтов при оттаивании под нагрузкой $0,75 \text{ кг/см}^2$

S_c - строительная осадка, зависящая от сезона производства земляных работ, м; определяется согласно обязательному приложению 6.

При наличии в основании насыпи глинистых грунтов с крупнообломочными включениями относительную осадку, определенную по графикам, корректируют с помощью коэффициента (табл.1 настоящего приложения).

Таблица 1

Грунт	Коэффициент, учитывающий содержание крупных фракций, %	
	20-35	35-50
Супесь:		
легкая	1,0	0,50
тяжелая пылеватая	0,8	0,60

Суглинок:		
легкий	0,8	0,60
тяжелый	0,8	0,55
Глина	0,8	0,55

При сливающейся мерзлоте расчетную относительную осадку ε при оттаивании под насыпью органических грунтов принимают:

Торфяные грунты:

лесотопяная залежь 0,40

топяная залежь 0,45

Ненарушенный мохово-торфяной покров,
включая почвенный слой 0,30

Теплоизолирующие слои из торфа и мха 0,35

5. Если предусмотрено предварительное оттаивание и осушение грунтов основания, то высоту насыпи рассчитывают по формуле

$$H = H_k - S_{\text{доп}} \left(\frac{H_k}{H_T \varepsilon} + 1 \right) + S_1, \quad (8)$$

где H_T - глубина предварительного оттаивания грунтов основания до возведения земляного полотна, м; определяют по картам (см. рис.1-4 настоящего приложения) с учетом прогнозируемой влажности;

S_1 - осадка грунтов основания после предварительного оттаивания под действием собственного веса, м;

$$S_1 = A_0 H_T + a_0 \frac{\gamma_T H_T^2}{2}, \quad (9)$$

A_0 - коэффициент оттаивания грунтов; определяют экспериментально или принимают по табл.2 настоящего приложения;

a_0 - коэффициент уплотнения грунтов основания, см²/кгс; определяют экспериментально или принимают по табл.2 настоящего приложения;

γ_T - плотность талого грунта, кг/см³.

Таблица 2

Грунт	\bar{A}_0	a_0 , см ² /кгс
Глина, суглинок тяжелый пылеватый	0,05-0,08	0,07-0,12
Суглинок легкий, легкий пылеватый	0,03-0,05	0,06-0,09
Суглинок с включением гравия	0,01-0,03	0,03-0,05
Супесь пылеватая, легкая	0,02-0,04	0,04-0,06
Песок пылеватый	0,01-0,02	0,02-0,03

Значения коэффициентов \bar{A}_0 и a_0 для торфов определяют по рис.7.

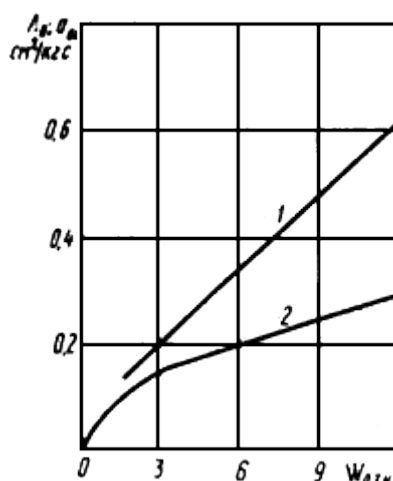


Рис.7. Зависимость коэффициента уплотнения a_0 (1) и оттаивания \bar{A}_0 (2) от влажности торфа $W_{отт}$

6. При использовании геотекстиля в конструкциях насыпей их высоту, полученную по формулам (1), (7) настоящего приложения, умножают на коэффициент $K_{г.т} = 0,88$, учитывающий охлаждающее влияние геотекстильной прослойки на глубину оттаивания принятой конструкции насыпи.

Пример 1. Автомобильную дорогу в районе пос. Ямбург (I_1 дорожно-климатическая подзона) проектируют по первому принципу. Грунт в основании насыпи - суглинок тяжелый влажностью 40% и

с числом пластичности $J_p = 17$. Предусмотрено возведение насыпи из мелкозернистого песка. Покрытие дороги сборное из железобетонных плит типа ПАГ-14 толщиной 14 см, укладываемых на укрепленное цементом песчаное основание толщиной 16 см. Требуется определить высоту насыпи.

Расчет ведут по формуле (1) настоящего приложения.

Поскольку насыпь состоит из трех слоев, то определяют глубину оттаивания каждого слоя:

верхнего (покрытие) - по формуле (2), где $H_{c1}^H = 2,6$ м (по рис.1 настоящего приложения); поправочный коэффициент на влажность (2%) $K_w = 1,1$; $K_p = 1,37$:

$$H_{c1} = 2,6 \cdot 1,1 \cdot 1,37 = 3,92 \text{ м};$$

нижнего (укрепленное песчаное основание) - по формуле (3), где $H_{c2}^H = 2,6$ м (по рис.1 настоящего приложения); поправочный коэффициент на влажность (6%) $K_w = 0,98$:

$$H_{c2} = 2,6 \cdot 0,98 = 2,55 \text{ м};$$

нижнего (мелкозернистый песок насыпи) - по формуле (4), где $H_{c3}^H = 2,4$ м (по рис.3 настоящего приложения); поправочный коэффициент на влажность (8%) песчаного грунта, подстилаемого глинистым, $K_w = 0,92$:

$$H_{c3} = 2,4 \cdot 0,92 = 2,2 \text{ м}.$$

По формуле (6) настоящего приложения для трехслойной конструкции

$$H_K = 2,2 + 0,14 \left(1 - \frac{2,2}{3,92}\right) + 0,16 \left(1 - \frac{2,2}{2,55}\right) = 2,28 \text{ м}.$$

Если учесть, что толщина дорожной одежды 0,3 м, то земляное полотно следует отсыпать на высоту

$$H = 2,28 - 0,30 = 1,98 \text{ м}.$$

Пример 2. Исходные данные те же, что и в примере 1. Насыпь проектируют по второму принципу с прослойкой геотекстиля в нижней части. Насыпь возводится в летний период. Требуется определить высоту насыпи.

Расчет ведут по формуле (7) настоящего приложения.

Показатель H_K известен (см. пример 1) - 2,28 м.

Так как нет данных изысканий, определяют мощность деятельного (сезоннооттаивающего) слоя: по рис.2 настоящего приложения находим $H_{c1}^H = 1,8$ м, поправочный коэффициент на влажность (40%) $K_w = 0,85$; получаем:

$$H_{д,с} = 1,8 \cdot 0,85 = 1,53 \text{ м.}$$

Допустимая осадка сборного цементобетонного покрытия (см. п.2 настоящего приложения) $S_{доп} = 0,02$ м. Относительная осадка при оттаивании глинистых грунтов основания при $W = 40\%$ и $J_{п} = 17$ по графику (см. рис.6) $e = 0,07$.

Строительная осадка согласно расчетам по формуле (7) приложения 7 составляет $S_c = 0,12$ м.

Тогда высота насыпи

$$H = 2,28 - \frac{2,28}{1,53} \left(\frac{0,02}{0,07} - 0,12 \right) = 2,01 \text{ м.}$$

Высота насыпи с учетом слоя геотекстиля

$$H = 2,01 \cdot 0,88 = 1,76 \text{ м.}$$

Если учесть, что толщина дорожной одежды 0,3 м, то земляное полотно следует отсыпать на высоту

$$H = 1,76 - 0,30 = 1,46 \text{ м.}$$

Пример 3. Автомобильную дорогу в районе г. Салехарда проектируют с асфальтобетонным покрытием. По данным изысканий, супесчаный грунт основания имеет влажность 18%, а по данным лабораторных испытаний $W_T = 19\%$, $\gamma_T = 1,6 \text{ т/м}^3$.

После снятия мохорастительного покрова с дорожной полосы и устройства водоотводных канав за год до начала основных работ влажность супесчаного грунта основания в результате осушения снизилась до 16%.

Дорожная одежда включает двухслойный асфальтобетон толщиной 10 см на щебеночном основании толщиной 15 см, подстилаемом слоем гравийно-песчаной смеси толщиной 15 см. Земляное полотно предусмотрено отсыпать из крупнозернистого песка. Требуется определить высоту насыпи.

Расчет ведут по формуле (8) настоящего приложения.

Поскольку насыпь состоит из трех слоев, то определяют глубину оттаивания каждого слоя:

верхнего (покрытие) - по формуле (2), где $H_{с1}^H = 3$ м (по рис.1 настоящего приложения), поправочный коэффициент на влажность (1%) $K_w = 1,1$; $K_{п} = 1,30$:

$$H_{с1} = 3,0 \cdot 1,1 \cdot 1,30 = 4,3 \text{ м;}$$

нижнего (основание) - по формуле (3), где $H_{с2}^H = 3$ м (по рис.1 настоящего приложения), поправочный коэффициент на влажность (5%) $K_w = 0,98$:

$$H_{с2} = 3,0 \cdot 0,98 = 2,94 \text{ м;}$$

нижнего (грунт земляного полотна) - по формуле (4), где $H_{сз}^H = 2,8$ м (по рис.3 настоящего приложения), поправочный коэффициент на влажность (8%) песчаного грунта, подстилаемого глинистым, $K_w = 0,92$:

$$H_{сз} = 2,8 \cdot 0,92 = 2,56 \text{ м.}$$

Определяют глубину предварительного оттаивания грунта основания до возведения земляного полотна по рис.2 настоящего приложения, поправочный коэффициент на влажность (16%) $K_w = 0,96$:

$$H_T = 2,2 \cdot 0,96 = 2,16 \text{ м.}$$

По формуле (6) настоящего приложения для трехслойной конструкции

$$H_K = 2,56 + 0,10 \left(1 - \frac{2,56}{4,30}\right) + 0,30 \left(1 - \frac{2,56}{2,94}\right) = 2,64 \text{ м.}$$

Допустимая осадка $S_{доп} = 0,04$ м (см. п.2 настоящего приложения).

Относительная осадка $e = 0,05$ по графику (см. рис.6 настоящего приложения) при влажности 16% и $J_{п} = 7$.

Осадку грунтов S_1 после предварительного оттаивания рассчитывают по формуле (9), определив по табл. 2 настоящего приложения коэффициенты A_0 и a_0 ($A_0 = 0,03$; $a_0 = 0,005 \text{ м}^2/\text{Т}$):

$$S_1 = 0,03 \cdot 2,16 + 0,005 \frac{1,6 \cdot 4,67}{2} = 0,08 \text{ м.}$$

Высота насыпи

$$H = 2,64 - 0,04 \left(\frac{2,64}{2,16 \cdot 0,05} + 1 \right) + 0,08 = 1,56 \text{ м.}$$

Учитывая, что толщина дорожной одежды 0,4 м, земляное полотно нужно отсыпать на высоту

$$H = 1,56 - 0,40 = 1,16 \text{ м.}$$

Приложение 5
Обязательное

Расчет насыпи на снегонезаносимость

1. Высоту снегонезаносимой насыпи $H_{с.н}$ определяют по формуле

$$H_{с.н} = K_c h_{р.сн} + \Delta h, \quad (1)$$

где K_c - коэффициент, корректирующий высоту снежного покрова на метеостанции с его высотой на трассе;

$h_{р.сн}$ - расчетная высота снежного покрова, м, с учетом вероятности ее превышения 5% по данным ближайшей метеостанции;

Δh - возвышение насыпи над снежным покровом, м; назначается для районов с метелевой деятельностью в зависимости от категории дороги: II - 0,7 м, III - 0,6 м, IV - 0,5 м, V - 0,4 м.

Показатель K_c определяют по данным снегомерных съемок по трассе во время зимних изысканий. Для более надежной корреляции количество снегомерных съемок в зимний период должно быть не менее 15.

При этом фиксируют даты проведения снегомерных съемок и сравнивают их с результатами снегомерных съемок на метеостанции в те же дни. Распределение снежного покрова по трассе устанавливают с привязкой к пикетам, и результаты замеров заносят в журнал по форме табл.1 настоящего приложения.

Таблица 1

Время наблюдения			Показатели снегомерных съемок										
			на трассе (пункт, км, ПК)						на метеостанции (пункт)				
Год	Ме- сяц	Число	Высо- та снеж- ного по- кро- ва, м	Плот- ность снега, г/см ³	Ско- рость ветра $V_{1,0}$, м/с	Ско- рость ветра V_{ϕ} , м/с	Румб ветра	Рель- еф	Высо- та снеж- ного по- кро- ва, м	Плот- ность снега, г/см ³	Ско- рость ветра V_{ϕ} , м/с	Румб ветра	Рель- еф
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

С учетом полученных данных коэффициент K_c рассчитывают по формуле

$$K_c = \frac{h_{с.т}}{h_{с.м}}, \quad (2)$$

где $h_{с.т}$ - высота снежного покрова на трассе, м;

$h_{с.м}$ - высота снежного покрова по метеоданным на дату снегомерных съемок на трассе, м.

Значение K_c осредняют и вводят в формулу (1) настоящего приложения. При невозможности проведения зимних изысканий значение корректирующего коэффициента K_c для склоновых участков местности разрешается ориентировочно принимать по табл.2 настоящего приложения.

Таблица 2

Характеристика местности			Значения корректирующе го коэффициента K_c *
Расположение трассы на склоне	Условия обтекания	Крутизна склона	
* Значения K_c даны относительно высоты снежного покрова на открытых равнинных участках местности.			
Вблизи вершины	Наветренная сторона	1:15-1:50	0,30
Верхняя часть склона	То же	>1:15	0,55
		\geq 1:20	0,80
Нижняя часть склона	"-	1:10-1:100	0,8-1,0
У основания склона	"-	>1:30	1,2-1,3
		1:100	2,0
	Подветренная сторона	>1:40	>2,0

2. В районах со слабо выраженной метелевой деятельностью, где преимущественно распространены снегопады, необходимое возвышение насыпи над снежным покровом Δh определяют из условия размещения снега в придорожной полосе по графику, приведенному на рис.1 настоящего приложения.

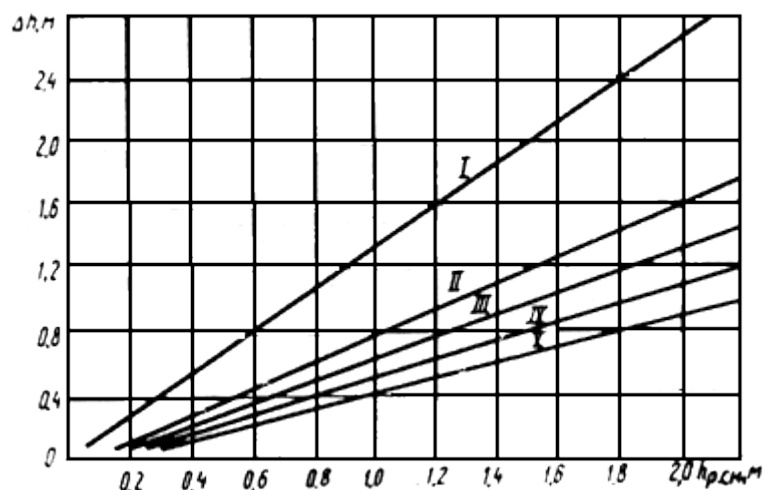


Рис.1. Зависимость необходимого возвышения насыпи Δh от высоты снежного покрова из условия размещения снега, убираемого с дороги.
Цифры на кривых - категория дороги

Пример расчета

Проектируется дорога III категории с шириной земляного полотна поверху $B = 12,0$ м. Трасса проложена в тундровом районе с объемом снегопереноса более $600 \text{ м}^3/\text{м}$ по наветренному пологому склону косогора (крутизна 1:50). По данным ближайшей метеостанции, расположенной на местности с равнинным рельефом высота снежного покрова в год изысканий была 45 см, а с вероятностью превышения 5% - 67 см.

По исходным данным видно, что район строительства характеризуется сильной метелево-ветровой деятельностью. Требуется определить высоту насыпи по условиям снегонезаносимости.

Расчет ведут по формуле (1) настоящего приложения.

Исходные параметры определяют следующим образом: $\Delta h = 0,6$ м - для дороги III категории; $h_{р.сн} = 0,67$ м - с вероятностью превышения 5%. Значение K_c может быть определено по табл.2 настоящего приложения (ввиду отсутствия данных снегомерной съемки на трассе): $K_c = 0,8$.

Высота снегонезаносимой насыпи

$$H_{с.н} = 0,8 \cdot 0,67 + 0,6 = 1,15 \text{ м.}$$

При отсутствии снегопереноса Δh (из условия размещения снега на придорожной полосе) определяют по рис. 1 настоящего приложения для дороги III категории:

$$\Delta h = 0,4 \text{ м.}$$

Тогда

$$H_{с.н} = 0,8 \cdot 0,67 + 0,4 = 0,95 \text{ м.}$$

При проектировании принимают большее значение высоты насыпи, т.е. $H_{с.н} = 1,15$ м.

Пример расчета толщины снежного покрова с вероятностью превышения 5%

В районе строительства автомобильной дороги устанавливают по данным наблюдений ближайшей метеостанции в течение 10 лет максимальную высоту снежного покрова $h_{сн}^{max}$. Например, значения $h_{сн}^{max}$ колебались от 36 до 65 см. Во время изысканий дороги высота снежного покрова на станции равнялась 50 см.

Полученные значения $h_{сн}^{max}$ располагают в убывающем порядке и вычисляют период эмпирической повторяемости T_3 (табл.3 настоящего приложения).

Таблица 3

$h_{сн}^{max}$, см	m	n+0,4	m-0,3	T_3
65	1	-	0,7	14,9
61	2	-	1,7	6,1
55	3	-	2,7	3,9
50	4	-	3,7	2,8
48	5	-	4,7	2,2
45	6	10,4	5,7	1,8
43	7	-	6,7	1,6
40	8	-	7,7	1,4
39	9	-	8,7	1,2
36	10	-	9,7	1,1

--	--	--	--	--

На основании полученных данных $h_{сн}^{max}$ и T_3 строят в логарифмических координатах $lgh_{сн}^{max} - lgT_3$ эмпирическую кривую распределения максимальных высот снежного покрова (рис.2 настоящего приложения).

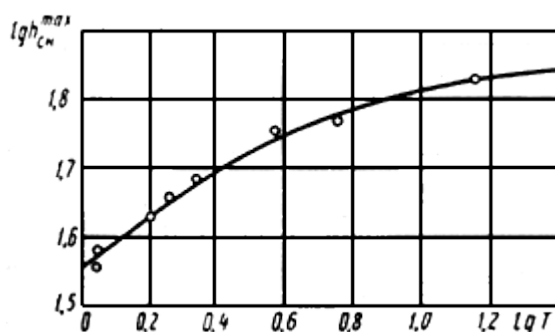


Рис.2. Распределение максимальных высот снежного покрова

Принимая $T_p = 20$ лет (5% обеспеченности), $lgT_p = 1,3$, по полученному графику путем экстраполяции устанавливают, что $lgh_{сн}^{max} = 1,83$, тогда по таблицам десятичных логарифмов $h_{сн}^{max} = 67,6$ см.

Приложение 6
Обязательное

Расчет насыпей на промороженных основаниях

1. Прочность и устойчивость насыпи на промороженном основании (см. рис.20) обеспечиваются при соблюдении следующих условий:

$$H_{н.п} \geq h_{воз} + h_{п.в} + S_0 + S_T; \quad (1)$$

$$H_{пр} + H_{н.п} \geq H_{п}; \quad (2)$$

$$B_{п} \geq B_{к}^{пр} + 2B_0 \geq B_{ус}; \quad (3)$$

$$h_{гр} + H_{н.п} + H_{пр} \geq H_{уп}; \quad (4)$$

$$h_{от.п}^{св} \leq h_{доп}; \quad h_{пр} > h_{гр} + H_{н.п} + H_{пр} - h_{от.п}^{сн}; \quad (5)$$

$$h_{од} + h_{гр}' + H_{пр} + H_{н.п} - h_{от}' - h_{от.п}^{сн} \geq h_{пред}; \quad (6)$$

где $H_{н.п}$ - толщина намораживаемой плиты из торфа, м;

$h_{в.оз}$ - требуемое возвышение торфяной плиты над расчетным уровнем воды на болоте, м;

$h_{в.оз} \geq 0,2$ м;

$h_{п.в}$ - расчетная толщина слоя поверхностных или длительно (более 20 сут) стоящих вод на болоте, м;

S_0 - осадка талого слоя торфяной залежи под действием веса дорожной конструкции и подвижной нагрузки, м;

S_T - осадка намороженного слоя торфа при максимальном оттаивании его в период строительства, м;

$S_T = 0,4h_{от.п}$;

$h_{от.п}$ - глубина оттаивания намороженной торфяной плиты в период строительства, м;

$h_{от.п} \geq 0,4$ м;

$H_{пр}$ - толщина промороженного слоя торфяной залежи из условия обеспечения безопасности работ, м (табл.1 настоящего приложения);

$H_{д}$ - минимальная толщина мерзлого основания из условия обеспечения деформационной устойчивости в период строительства и стабилизации осадки, м (см. табл.1 настоящего приложения);

$B_{п}$ - требуемая ширина намораживаемой торфяной плиты в период строительства, м;

$B_{н}^{гп}$ - ширина минеральной части насыпи понизу, м;

$B_{б}$ - ширина бермы, м; $B_{б} \geq 2$ м;

$B_{у.с}$ - минимальная ширина плиты, при которой обеспечивается устойчивость конструкции в период стабилизации осадок, м; на болотах I типа $B_{у.с} \geq 20$ м, II и III типов - $B_{у.с} \geq 24$ м;

$h_{г.п}$ - толщина минеральной части насыпи под обочиной, м;

$H_{у.п}$ - высота насыпи, при которой исключаются недопустимые упругие деформации (табл.2 настоящего приложения);

$h_{от.п}^{св}$ - глубина оттаивания намороженной торфяной плиты сверху в средний многолетний год, м;

$h_{доп}$ - допустимая глубина оттаивания торфяной плиты сверху из условия обеспечения требуемой прочности конструкции в процессе эксплуатации, м; для дорог II категории - 0,1-0,15 м, III - 0,25-0,3 м, IV-V - 0,35-0,4 м;

$h_{пр}$ - глубина промерзания многослойной дорожной конструкции сверху, м;

$h_{от.п}^{сн}$ - глубина оттаивания намороженной плиты снизу за счет притока тепла из талой торфяной залежи, м; обычно $h_{от.п}^{сн} \leq 0,15$ м;

$h_{од}$ - толщина дорожной одежды, м;

$h_{гр}$ - толщина слоя минерального грунта под дорожной одеждой, м;

$h_{от}$ - глубина оттаивания многослойной дорожной конструкции сверху в наиболее теплый (расчетный) год, м;

$h_{пред}$ - минимальная толщина намороженной торфяной плиты из условия обеспечения прочности и устойчивости конструкции в период ее эксплуатации, м (табл.3 настоящего приложения).

Таблица 1

Сопротивление сдвигу верхнего слоя торфяной залежи, кПа	H_d , м	$H_{гр}$, м
>9,8	1,00	0,40
4,9-9,8	1,15	0,45
<4,9	1,30	0,50

Таблица 2

Тип дорожной одежды	Минимальное значение $H_{уп}$, м, при исходной мощности торфяной залежи, м			
	1	2	4	6
Капитальный	2,0	2,5	3,0	3,0
Облегченный	1,5	2,0	2,5	3,0
Переходный	1,2	1,5	2,0	2,5

Таблица 3

Тип дорожной одежды	Значение $h_{\text{пред}}$, м, в зависимости от строительного типа болота		
	I	II	III
Капитальный	0,5	0,6	0,7
Облегченный	0,4	0,5	0,6
Переходный	0,3	0,4	0,5

2. Верхняя часть насыпи из минерального грунта должна не только воспринимать нагрузки, передающиеся через дорожную одежду, но и обеспечивать благоприятный тепловой режим мерзлого основания: в летний период не допускать оттаивания торфяной плиты на глубину более величины $h_{\text{доп}}$, в зимний период допускать понижение температуры торфа в плите. Поэтому толщину слоя минерального грунта следует определять по теплотехническому расчету, руководствуясь рекомендациями пп.4-7 настоящего приложения.

Минимальную толщину слоя грунта под дорожной одеждой $h_{\text{гр}}$ назначают с учетом обеспечения благоприятного теплового режима мерзлого основания и необходимого возвышения низа дорожной одежды над поверхностью торфяной плиты по табл.4 настоящего приложения.

Таблица 4

Среднегодовая температура воздуха, минус °С	Значение $h_{\text{гр}}$, м, в зависимости от грунта и категории дороги			
	крупнообломочного, песчаного		глинистого	
	II-III	IV-V	II-III	IV-V
<2	1,45	1,10	1,55	1,15
2-3	1,40	1,00	1,50	1,10
4-5	1,20	0,85	1,30	0,95
6-7	0,90	0,60	1,05	0,65
>7	0,75	0,60	0,85	0,60

--	--	--	--

3. Осадку талого слоя торфяной залежи определяют с учетом распределяющего действия наможенной торфяной плиты по формуле

$$S_o = \frac{n_T P B_{II}}{E_{cp}}, \quad (7)$$

где n_T - коэффициент, определяемый по рис.1 настоящего приложения в зависимости от относительной толщины слоя торфа ε_T ;

$$\varepsilon_T = \frac{H_{Т.з} - H_{пр}}{0,5B_{II}};$$

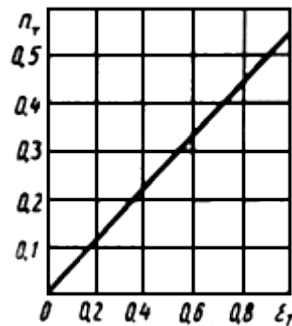


Рис.1. Зависимость коэффициента n_T от относительной толщины слоя торфа ε_T

$H_{Т.з}$ - мощность торфяной залежи, м;

P - удельная нагрузка на талое торфяное основание, кПа;

E_{cp} - усредненный модуль деформации сжимаемых слоев (талых) торфяной залежи, кПа;

$$E_{cp} = H_{Т.з} / \sum_{i=1}^m \frac{H_i}{E_i}; \quad (8)$$

H_i, E_i - мощность, м, и модуль деформации, кПа, i -го слоя слабой толщ;

$$E_i = \frac{E_o}{T_{cm}^{m_\delta}} = \frac{1,5 \cdot 10^4 \gamma_{ск}^2 + 16}{T_{cm}^{m_\delta}}; \quad (9)$$

E_o - модуль деформации, соответствующий осадке за 1 сут, кПа;

$T_{ст}$ - расчетное время достижения условной стабилизации торфа; сут; принимается ориентировочно в зависимости от глубины болота (табл.5 настоящего приложения);

Таблица 5

$H_{т.з}, м$	2	3	4	6	8
$T_{ст}, сут$	440	540	730	900	1050

m_d - коэффициент, учитывающий интенсивность накопления деформаций во времени; принимается в зависимости от плотности скелета торфа $\gamma_{ск}$ (табл.6 настоящего приложения).

Таблица 6

$\gamma_{ск}, г/см^3$	0,05	0,10	0,15-0,20	0,25
m_d	0,02	0,05	0,06	0,07

Удельную нагрузку P на торфяное основание определяют по формуле

$$P = \frac{9,8 \sum_1^m B_i h_i \gamma_i + 0,5(B_B^{гр} + B_H^{гр}) \cdot 9,8 h'_{гр} \gamma_{гр} + B_{п} \cdot 9,8 \gamma_{т} (h_{воз} + \sum_1^m a_i H_i)}{B_{п}}, \quad (10)$$

где B_i, h_i, γ_i - соответственно ширина, толщина, м, и плотность, т/м³, i -го слоя дорожной одежды;

$B_B^{гр}$ и $B_H^{гр}$ - ширина земляного полотна (минеральной части) соответственно по верху и по низу, м;

$\gamma_{гр}$ - плотность минерального грунта, т/м³;

$\gamma_{т}$ - плотность торфа, т/м³; $\gamma_{т} = 1$ т/м³;

a_i - относительная осадка i -го слоя торфа толщиной H_i , м; ориентировочно принимается в зависимости от сопротивления торфа сдвигу по крыльчатке C_i (табл.7 настоящего приложения).

Таблица 7

$C_i, кПа$	10	10-5	5
------------	----	------	---

α_i	0,3	0,3-0,4	0,45

4. Для выполнения теплотехнических расчетов необходимо установить:

расчетные климатические характеристики района проектирования согласно п.5 настоящего приложения;

расчетные теплофизические характеристики слоев дорожной одежды и земляного полотна с учетом влажности и плотности материалов согласно СНиП II-3-79*; для наиболее часто встречающихся строительных материалов теплофизические характеристики приведены в табл.8 настоящего приложения.

Таблица 8

Материал	Плотность, т/м ³	Влажность, %	λ_T , Вт/(м·°C)	λ_M , Вт/(м·°C)	C_T , кДж/ (м ³ ·°C)	C_M , кДж/ (м ³ ·°C)	Скрытая теплота фазовых превращений Q , кДж/м ³
Железобетон	2,50	2-5	2,04	2,26	2093	2050	16744
Цементобетон	2,20	3-6	1,86	2,16	2218	2093	18837
Асфальтобетон	2,15	2-3	1,39	1,63	3560	3433	14232
Щебень	2,00	10	2,67	3,37	2135	2093	66976
Гравий	2,00	10	1,98	2,44	2386	2218	66976
Песок	1,80	10	1,51	1,86	2009	1674	60278
Супесь легкая	1,80	17	1,72	1,86	2595	2009	68650
Суглинок пылеватый легкий	1,80	18	1,44	1,74	2720	2050	53580
Суглинок пылеватый тяжелый	1,80	20	1,51	1,80	2846	2093	65302
Глина	1,80	22	1,57	1,92	2930	2135	44539
Торф в нижней части насыпи	1,00	-	0,52	0,81	-	-	284648

5. Основными климатическими характеристиками являются:

приведенная температура воздуха: средняя за каждый месяц ($t_{\text{при}}$); средняя за летний ($t_{\text{п.л}}$) и зимний ($t_{\text{п.з}}$) периоды года;

продолжительность периодов с положительной ($\tau_{\text{п}}$) и отрицательной ($\tau_{\text{з}}$) приведенными температурами воздуха.

Значения $t_{\text{при}}$ ($^{\circ}\text{C}$) определяют по формуле

$$t_{\text{при}} = t_{\text{вi}} + \Delta t_{\text{Ri}} = t_{\text{вi}} + \frac{K_{\text{A}} Q_{\text{ci}} - 0,42}{0,073\alpha_{\text{T}}}, \quad (11)$$

где $t_{\text{вi}}$ - среднемесячная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; принимается по климатическим справочникам или СНиП 2.01.01-82;

Δt_{Ri} - поправка к среднемесячным температурам воздуха за счет солнечной радиации, $^{\circ}\text{C}$;

K_{A} - коэффициент, значения которого определяют по рис.2 настоящего приложения в зависимости от отражательной способности A (альbedo) поверхности: для цементобетонных покрытий $A = 25 \div 30\%$, с применением органических вяжущих - $A = 10 \div 20\%$, щебеночных и гравийных покрытий - $A = 10 \div 15\%$, грунтовых поверхностей - $A = 10 \div 20\%$;

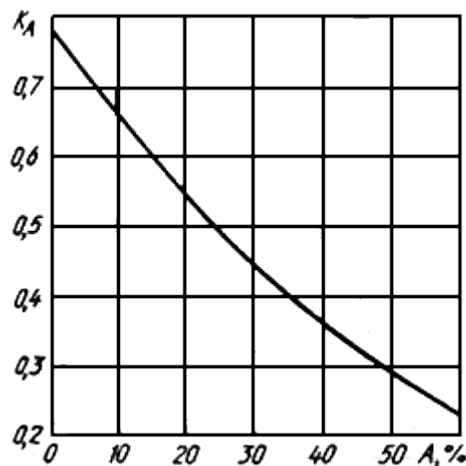


Рис.2. Зависимость коэффициента K_{A} от отражательной способности поверхности A

Q_{ci} - среднемесячная суммарная солнечная радиация, $\text{Вт}/(\text{см}^2 \cdot \text{мес})$; принимается по табл.9 настоящего приложения;

α_{T} - коэффициент теплообмена на поверхности покрытия; $\alpha_{\text{T}} = 23,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Значения $t_{\text{п.л}}$ или $t_{\text{п.з}}$ определяют по формуле

$$t_{пл(z)} = \frac{0,5(A_{л(z)} + 1)t_{пр1} + t_{пр2} + \dots + t_{пр(n-1)} + t_{пр.n}(B_{л(z)} + 1)}{A_{л(z)} + (n - 1) + B_{л(z)}}, \quad (12)$$

где $A_{л(z)}$, $B_{л(z)}$ - коэффициенты, вычисляемые по формулам:

$$\left. \begin{aligned} A_{л(z)} &= \frac{t_{пр1}}{t_{пр1} + t_{пр.с}}; \\ B_{л(z)} &= \frac{t_{пр.n}}{t_{пр.n} + t_{пр(n+1)}}; \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

$t_{пр.с}$ и $t_{пр(n+1)}$ - среднемесячные приведенные температуры воздуха (по модулю) для месяцев, приходящихся соответственно на конец и начало зимнего сезона (при определении $t_{пл}$) или конец и начало летнего сезона (при определении $t_{п.з}$);

n - число календарных месяцев в теплом или холодном сезоне года.

Таблица 9

Месяц	Среднемесячная суммарная солнечная радиация, Вт/(см ² ·мес), при широте местности, град							
	54	56	58	60	62	64	66	≥ 68
I	2,6	2,1	1,7	1,2	0,7	0,6	0,2	0,1
II	4,8	4,4	3,6	3,3	2,6	2,3	1,7	1,5
III	10,5	9,5	9,0	8,4	7,9	6,8	6,8	6,2
IV	12,8	12,8	13,3	13,3	13,1	12,8	13,3	13,3
V	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,8	16,8	16,8
VI	18,0	18,0	18,8	18,0	18,0	18,0	17,4	17,4
VII	17,4	17,2	17,2	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
VIII	13,9	13,1	12,8	12,8	12,2	12,0	11,9	10,5
IX	9,3	8,7	8,1	7,6	7,0	6,4	4,9	4,6
X	5,8	4,6	3,7	3,7	3,5	3,3	2,8	2,3

XI	2,9	2,3	2,0	1,7	1,2	1,2	0,6	0,4
XII	2,1	1,7	1,0	0,6	0,5	0,5	0,4	0

Продолжительность сезонов $\tau_{л}$ и $\tau_{з}$ (ч) определяют по формуле

$$\tau_{л(з)} = 730 [A_{л(з)} + (n - 1) + B_{л(з)}]. \quad (14)$$

б. Расчет глубины оттаивания земляного полотна и торфяной плиты выполняют в следующем порядке:

а) устанавливают продолжительность теплого периода года $\tau_{л}$ и среднюю за этот период приведенную температуру $t_{п.л.}$, используя формулы (14) и (12) настоящего приложения;

б) определяют для принятой конструкции дорожной одежды и вида грунта земляного полотна расчетные значения коэффициентов теплопроводности $\lambda_{т}$ и объемную теплоемкость материалов в талом состоянии по табл. 8 настоящего приложения;

в) вычисляют значения S , μ , $K_{г}$:

$$\left. \begin{aligned} S &= \lambda_{т} \left(\frac{1}{\alpha_{т}} + \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{\lambda_{тi}} \right); \\ \mu &= \frac{1}{S}; \quad K_{г} = \frac{14,4 \lambda_{т} \tau_{л} (t_{п.л.} - T)}{Q + 0,5 C_{т} t_{п.л.}} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

где h_i , $\lambda_{тi}$ - соответственно толщина, м, и коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), i -го конструктивного слоя дорожной одежды;

T - температура льдообразования, °С, принимаемая по СНиП 2.02.04-88;

г) по известным значениям μ и $K_{г}$, используя графики на рис.3 настоящего приложения, находят глубину оттаивания однородного массива минерального грунта h по оси дороги;

а)

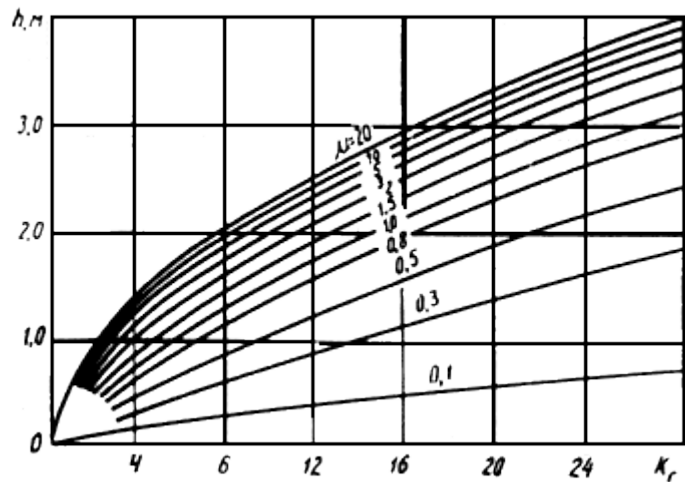
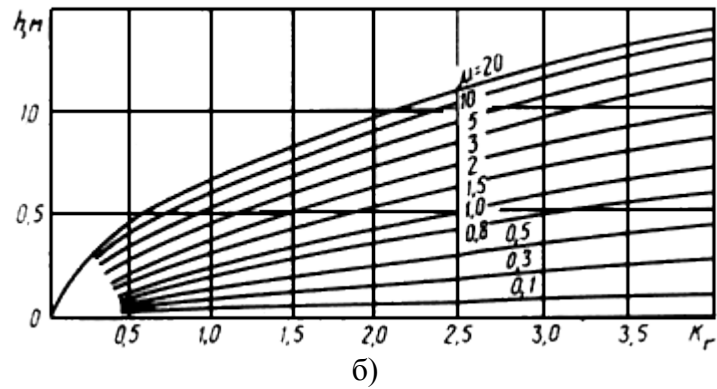


Рис.3. Номограмма для определения глубины оттаивания (промерзания) грунта h при малых (а) и больших (б) значениях K_r

л) приняв по табл.4 настоящего приложения значение $h'_{гр}$, определяют глубину оттаивания намороженной торфяной плиты сверху:

$$h_{от.п}^{св} = \frac{h - h'_{гр}}{m_{п}}, \quad (16)$$

где $m_{п}$ - коэффициент эквивалентного приведения (по условиям оттаивания-промерзания) глубины оттаивания торфяной насыпи к грунту земляного полотна: для песков $m_{п} = 3,9$, супесей - $m_{п} = 4,0$, суглинков легких - $m_{п} = 4,1$, суглинков тяжелых и глин - $m_{п} = 4,2$.

Если принять $h_{от.п}^{св} = h_{доп}$, можно определить толщину слоя минерального грунта под дорожной одеждой:

$$h'_{гр} = h - m_{п}h_{доп}. \quad (17)$$

7. Расчет глубины промерзания дорожной конструкции выполняют в следующем порядке:

а) устанавливают продолжительность холодного периода года t_3 и среднюю за этот период приведенную температуру $t_{п.с}$, используя формулы (14) и (12) настоящего приложения;

б) определяют для принятой конструкции дорожной одежды и вида грунта земляного полотна

расчетные значения коэффициента теплопроводности λ_m и объемной теплоемкости C_m материалов в мерзлом состоянии по табл. 8 настоящего приложения;

в) вычисляют значения S , μ , K_T :

$$\left. \begin{aligned} S &= \lambda_m \left(\frac{1}{\lambda_T} + \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{\lambda_{mi}} \right); \\ \mu &= \frac{1}{S}; \quad K_T = \frac{14,4 \lambda_m \tau_3 (t_{п.з} - T)}{Q + 0,5 C_m t_{п.з}} \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

г) по известным значениям μ и K_T , используя номограммы рис.3 настоящего приложения, находят глубину промерзания однородного массива минерального грунта h по оси дороги и вычисляют глубину промерзания торфяной плиты сверху:

$$h'_{пр} = \frac{h - h'_{гр}}{m_{п}}$$

Если $h'_{пр} \geq h_{от.п}^{св} + h_{от.п}^{сн}$, то условие (5) будет выполнено.

Пример расчета

Требуется запроектировать автомобильную дорогу III категории для населенного пункта, расположенного на 62° с.ш. (среднегодовая температура воздуха минус 3,3 °С). Конструкция дорожной одежды: покрытие из плит ПАГ-14 ($h_1 = 0,14$ м), основание из гравийного материала ($h_2 = 0,2$ м). Для отсыпки насыпи используется супесь легкая ($W = 17\%$, $\gamma_{гр} = 1,80$ т/м³).

Дорога пересекает болото I типа, мощность торфяной залежи $H_{т.з} = 4$ м, торф верховой. Показатели торфяных грунтов по глубине болота:

до 2 м - влажность 700%, плотность скелета $\gamma_{ск1} = 0,13$ г/см³, сопротивление сдвигу по крыльчатке $C_{кр1} = 15$ кПа;

от 2 до 4 м - влажность 800%, $\gamma_{ск2} = 0,1$ г/см³, $C_{кр2} = 10$ кПа.

Параметры земляного полотна назначают предварительно согласно рекомендациям, изложенным в пп.1-2 настоящего приложения: ширина земляного полотна для дороги III категории $B_B^{гр} = 12$ м; при среднегодовой температуре воздуха минус 3,3 °С согласно табл.4 настоящего приложения толщина слоя грунта из легкой супеси принята ориентировочно $h'_{гр} = 1,1$ м. Тогда

$$B_H^{гр} = B_B^{гр} + 2m(h'_{гр} + h_{од}) = 12 + 2 \cdot 1,5(1,1 + 0,14 + 0,2) = 16,3 \text{ м.}$$

Толщина промороженного слоя торфяной залежи $H_{пр} = 0,4$ м назначена по табл.1 настоящего приложения из условия обеспечения безопасности ведения работ. Болото не обводнено, следовательно, $h_{п.в} = 0$, $h_{в.оз} = 0,3$ м.

Для определения толщины намораживаемой плиты $H_{н.п}$ значения S_0 и S_T приняты ориентировочно:

$$S_0 = \sum_1^m a_i H_i = 0,3(4 - 0,4) = 1,1 \text{ м,}$$

$$S_T = 0,4h_{от.п} = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16 \text{ м. Согласно условию (1) настоящего приложения}$$

$$H_{н.п} = 0,3 + 0 + 1,1 + 0,16 = 1,56 \text{ м.}$$

При такой толщине плиты условие (2) будет удовлетворено: $1,56 + 0,4 = 1,96 > H_{д} = 1,0 \text{ м}$ (см. табл.1 настоящего приложения).

Ширина намораживаемой плиты $B_{п}$ определена из условия (3) при $B_{б} = 2 \text{ м}$:

$$B_{п} = 16,3 + 2 \cdot 2 = 21 \text{ м} > B_{ус.}$$

Для принятых предварительно параметров земляного полотна условие (4) будет удовлетворено: $1,1 + 0,4 + 1,56 = 3,06 \text{ м} > H_{уп} = 3,0 \text{ м}$ (см. табл.2 настоящего приложения).

Расчет осадки талого слоя торфяной залежи S_0 производят по формуле (7), предварительно установив значения n , p , $E_{ср}$:

а) коэффициент $n = 0,18$ по рис.1 настоящего приложения при

$$\varepsilon_T = \frac{H_{т.з} - H_{пр}}{0,5B_{п}} = \frac{4 - 0,4}{0,5 \cdot 21} = 0,34;$$

б) удельную нагрузку на торфяное основание p определяют по формуле (10) настоящего приложения:

$$p = [9,8 \cdot (6 \cdot 0,14 \cdot 2,5 + 6 \cdot 0,2 \cdot 2,0) + 0,5 \cdot (12,0 + 16,3) \cdot 9,8 \cdot 1,1 \cdot 2,05 + 21 \cdot 9,8 \cdot 1,0(0,3 + 1,1)] / 21 = 31 \text{ кПа;}$$

в) усредненный модуль деформации рассчитывают по формуле (8) настоящего приложения, предварительно установив значения E_1 и E_2 по формуле (9):

$$E_1 = \frac{1,5 \cdot 10^4 \cdot 0,13^2 + 16}{730^{0,06}} = 180 \text{ кПа; } E_2 = \frac{1,5 \cdot 10^4 \cdot 0,1^2 + 16}{730^{0,05}} = 119 \text{ кПа;}$$

$$E_{ср} = \frac{4}{\frac{2}{180} + \frac{2}{119}} = 143 \text{ кПа.}$$

Подставив в формулу (7) настоящего приложения значения n , p и $E_{ср}$, определяют осадку талого слоя торфяной залежи

$$S_0 = \frac{0,18 \cdot 31 \cdot 21}{143} = 0,82 \text{ м.}$$

Среднемесячные температуры воздуха для заданного пункта, среднемесячные значения суммарной солнечной радиации Q_c , а также среднемесячные приведенные температуры воздуха $t_{пр}$,

рассчитанные по формуле (11), приведены в табл.10 настоящего приложения. При расчете $t_{пр}$ принято: $\alpha_T = 23,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$; $K_A = 0,5$ по графику (см. рис.2) при $A = 25\%$ (цементобетонное покрытие).

Таблица 10

Месяц	$t_B, ^\circ\text{С}$	$Q_c, \text{Вт}/(\text{см}^2 \cdot ^\circ\text{С})$	$t_{пр}, ^\circ\text{С}$
I	-22,2	0,7	-22,2
II	-19,3	2,6	-18,8
III	-12,8	7,9	-10,8
IV	-4,4	13,1	-0,9
V	3,6	16,3	8,1
VI	12,6	18,0	17,4
VII	16,8	16,3	21,3
VIII	13,9	12,2	17,2
IX	7,4	7,0	9,2
X	-1,7	3,5	-1,0
XI	-13,3	1,2	-13,3
XII	-20,2	0,5	-20,2
За год	-3,3	-	-

По данным табл.10 определяют средние приведенные температуры воздуха за летний ($t_{пл}$) и зимний ($t_{пз}$) периоды по формуле (12) настоящего приложения, предварительно рассчитав коэффициенты $A_{л(з)}$ и $B_{л(з)}$ по формулам (13) настоящего приложения:

$$A_{л} = \frac{8,1}{8,1 + 0,9} = 0,9;$$

$$B_{л} = \frac{9,2}{9,2 + 1,0} = 0,9;$$

$$A_{з} = \frac{1,0}{1,0 + 9,2} = 0,1; B_{з} = \frac{0,9}{0,9 + 8,1} = 0,1;$$

$$t_{пл} = \frac{0,5(0,9 + 1) \cdot 8,1 + 17,4 + 21,3 + 17,2 + 9,2(0,9 + 1)}{0,9 + (5 - 1) + 0,9} = 14,1^{\circ} \text{C};$$

$$t_{пз} = \frac{0,5(0,1 + 1) \cdot 1 + 13,3 + 20,2 + 22,2 + 18,8 + 10,8 + 0,9(0,1 + 1)}{0,1 + (7 - 1) + 0,1} = -14^{\circ} \text{C}.$$

По формуле (14) определяют продолжительность периодов $\tau_{л}$ и $\tau_{з}$ с положительными и отрицательными температурами воздуха:

$$\tau_{л} = 730[0,9 + (5 - 1) + 0,9] = 4234 \text{ ч};$$

$$\tau_{з} = 730[0,1 + (7 - 1) + 0,1] = 4526 \text{ ч}.$$

Проверка: $\tau_{л} + \tau_{з} = 24 \cdot 365 = 8760 \text{ ч} = 4234 + 4526 = 8760 \text{ ч}.$

Теплотехнические характеристики материалов дорожной конструкции определены по табл.8 и приведены в табл.11 настоящего приложения.

Таблица 11

Материал	$h_i, \text{ м}$	$\lambda_{тi}, \text{ Вт/(м} \cdot \text{}^{\circ}\text{C)}$	$\lambda_{лi}, \text{ Вт/(м} \cdot \text{}^{\circ}\text{C)}$	$C_{тi}, \text{ кДж/(м}^3 \cdot \text{}^{\circ}\text{C)}$	$C_{лi}, \text{ кДж/(м}^3 \cdot \text{}^{\circ}\text{C)}$	$Q, \text{ кДж/м}^3$
Железобетон	0,14	2,04	2,26	2093	2050	16744
Гравий	0,20	1,98	2,44	2386	2218	66976
Супесь легкая	-	1,72	1,86	2595	2009	68650
Торфяная плита	-	0,52	0,81	-	-	284648

Для расчета глубины оттаивания намороженной торфяной плиты предварительно вычисляют по формулам (15) значения S^* , μ , K_T :

$$S = 1,72 \left(\frac{1}{23,2} + \frac{0,14}{2,04} + \frac{0,20}{1,98} \right) = 0,36 \text{ м,}$$

$$\mu = \frac{1}{S} = \frac{1}{0,36} = 2,80 \text{ м}^{-1},$$

$$K_{\Gamma} = \frac{14,4 \cdot 1,72 \cdot 4324(14,1 + 0,6)}{68650 + 0,5 \cdot 2595 \cdot 14,1} = 17,7.$$

По номограмме рис.3 настоящего приложения при $\mu = 2,80 \text{ м}^{-1}$ и $K_{\Gamma} = 17,7$ находят глубину оттаивания однородного массива легкой супеси $h = 2,75 \text{ м}$. При $h'_{\Gamma P} = 1,1 \text{ м}$ глубина оттаивания торфяной плиты сверху по формуле (16) настоящего приложения составит

$$h_{\text{от.п}}^{\text{св}} = \frac{2,75 - 1,1}{4,0} = 0,41 \text{ м,}$$

что превышает допустимую глубину из условия обеспечения требуемой прочности конструкции (см. п.1 настоящего приложения). Поэтому следует увеличить толщину слоя минерального грунта, определив его при условии

$$h'_{\Gamma P} = 2,75 - 4 \cdot 0,35 = 1,35 \text{ м.}$$

Для проверки условия (5) настоящего приложения необходимо произвести расчет глубины промерзания конструкции, предварительно вычислив значения S , μ , K_{Γ} :

$$S = 1,86 \left(\frac{1}{23,2} + \frac{0,14}{2,26} + \frac{0,20}{2,44} \right) = 0,33 \text{ м,}$$

$$\mu = \frac{1}{0,33} = 3 \text{ м}^{-1},$$

$$K_{\Gamma} = \frac{14,4 \cdot 1,86 \cdot 4526(14 - 0,6)}{68650 + 0,5 \cdot 2009 \cdot 14} = 20,6.$$

По номограмме рис.3 настоящего приложения при $\mu = 3 \text{ м}^{-1}$ и $K_{\Gamma} = 20,6$ находят глубину промерзания однородного массива из супеси $h = 3,1 \text{ м}$ и вычисляют толщину промерзания торфяной плиты под слоем грунта $h'_{\Gamma P} = 1,35$:

$$h'_{\Gamma P} = \frac{3,10 - 1,35}{4} = 0,44 \text{ м.}$$

$$h'_{\Gamma P} = h_{\text{от.п}}^{\text{св}} + h_{\text{от.п}}^{\text{сн}} = 0,35 + 0,10 = 0,45 \text{ м, поэтому условие (5) будет удовлетворено.}$$

В связи с тем, что толщина слоя минерального грунта по теплотехническому расчету $h'_{\Gamma P} = 1,35 \text{ м}$ больше, чем была принята предварительно ($h'_{\Gamma P} = 1,1 \text{ м}$), необходимо уточнить параметры дороги:

$$\text{ширина насыпи по низу } B_{\text{Н}}^{\text{ГР}} = 12,0 + 2 \cdot 1,5(1,35 + 0,34) = 17,1 \text{ м;}$$

ширина намораживаемой плиты

$$B_{\text{П}} = B_{\text{Н}}^{\text{ГР}} + 2B_{\text{Б}} + 2m_1H_{\text{Н.П}} = 17,1 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 \cdot 1,56 = 24 \text{ м.}$$

Уточнение осадки S_o :

$$\text{при } \varepsilon_T = \frac{4 - 0,4}{0,5 \cdot 24} = 0,3 \text{ по графику рис.1 } n_T = 0,17;$$

$$p = [9,8(6 \cdot 0,14 \cdot 2,5 + 6 \cdot 0,2 \cdot 2) + 0,5(12 + 17,1) \cdot 9,8 \cdot 1,35 \cdot 2,5 + 24 \cdot 9,8 \cdot 1 \cdot (0,3 + 0,82)] / 24 = 30,1 \text{ кПа};$$

$$S_o = \frac{0,17 \cdot 30,1 \cdot 24}{143} = 0,86 \text{ м.}$$

Толщина намораживаемой плиты согласно условию (1) составит

$$H_{н.п} = 0,86 + 0,16 + 0,3 + 0 = 1,32 \text{ м.}$$

Окончательно конструктивные параметры дороги (см. рис.20) приняты: $H_{н.п} = 1,32$ м; $B_E^{гп} = 12,0$ м; $B_K^{гп} = 17,1$ м; $H_{пр} = 0,4$; $B_{п} = 24$ м; $h'_{гп} = 1,35$ м; $S_o = 0,86$ м; $S_T = 0,16$ м; $h_{от.п}^{сб} = 0,35$ м; $h_{от.п}^{ск} = 0,1$ м. При этих параметрах условия (1)-(6) выполнены, и расчет считается законченным.

Приложение 7
Обязательное

Расчет строительной осадки грунтов основания и тела насыпей

1. В расчетах строительной осадки грунтов основания при сооружении насыпей следует учитывать время производства работ (лето, зима) и технологию возведения земляного полотна (на полную высоту или послойно).

2. На участках, где земляное полотно запроектировано по первому принципу, насыпь возводят на полную высоту в зимний период на промерзших грунтах деятельного слоя, которые в летний период не оттаивают. Строительная осадка в таких случаях протекает в результате обжатия мерзлого мохорастительного покрова под весом насыпи. Величина обжатия (строительная осадка) $S_c = 0,5h_{м.п}$, где $h_{м.п}$ - мощность (толщина) мохорастительного покрова, см.

3. На участках, где земляное полотно запроектировано по второму принципу, насыпь возводят на полную высоту как в зимний, так и в летний период.

При зимней отсыпке строительную осадку S_c определяют по следующим схемам:

насыпь возводят на полную высоту из сыпучемерзлого песчаного или крупнообломочного грунта на промерзших грунтах деятельного слоя:

$$S_c = S_{г.о}, \quad (1)$$

где $S_{г.о}$ - осадка грунтов основания в результате их оттаивания на расчетную глубину и уплотнения в пределах этой глубины под действием собственного веса, веса насыпи и подвижной

нагрузки, см;

насыпь возводят на полную высоту из сухо- и твердомерзлых грунтов, а также из талых песчаных или глинистых с комьями мерзлых грунтов на промерзших грунтах деятельного слоя:

$$S_c = S_{ТН} + S_{Г.О}, \quad (2)$$

где $S_{ТН}$ - осадка в результате оттаивания и уплотнения грунта в теле насыпи, см.

При летней отсыпке строительную осадку определяют по схеме послойного возведения насыпи на оттаивающих грунтах деятельного слоя. Общая осадка складывается из суммы осадок, протекающих при отсыпке каждого слоя и доведении насыпи до проектной отметки:

$$S_c = S_{Г.О_1} + S_{Г.О_2} + S_{Г.О_3} + \dots + S_{Г.О_i}, \quad (3)$$

где $S_{Г.О_1}, S_{Г.О_2}, S_{Г.О_3}, \dots, S_{Г.О_i}$ - осадка грунтов основания соответственно при отсыпке первого, второго, третьего и i -го слоев насыпи

4. Строительную осадку грунтов в теле насыпи на стадии проектирования определяют по формуле

$$S_{ТН} = H_{Г} \left(1 - \frac{K_y}{K_{от}} \right), \quad (4)$$

где $H_{Г}$ - прогнозируемая глубина сезонного оттаивания грунта насыпи, см;

K_y - прогнозируемый минимальный коэффициент уплотнения сухо- или твердомерзлого грунта, принимаемый по табл.10 настоящих норм;

$K_{от}$ - прогнозируемый минимальный коэффициент уплотнения после оттаивания сухо- или твердомерзлого грунта, принимаемый по табл.10 настоящих норм.

Строительную осадку тела насыпи на стадии строительства уточняют по формуле (5) настоящих норм (см. п.3.67).

5. Строительную осадку грунтов основания при высоте насыпей до 2 м можно ориентировочно определять (на стадии рекогносцировочных изысканий) по формуле

$$S_{Г.О} = a_M e^{E_M W_{отн}}, \quad (5)$$

где e - основание натурального логарифма; $e = 2,72$;

a_M, E_M - коэффициенты, учитывающие наличие или отсутствие мохорастительного покрова толщиной до 20 см на поверхности основания; для участков трассы с ненарушенным мохорастительным покровом $a_M = 3,31, E_M = 1,95$, без мохорастительного покрова или с сильно нарушенным - $a_M = 1,05, E_M = 3,55$;

$W_{отн}$ - естественная влажность грунта основания, доли влажности на границе текучести

6. Строительную осадку глинистых грунтов основания на стадии составления рабочих чертежей следует определять в зависимости от типа местности по формулам:

для 1-го типа

$$S_{г.о} = a_0 h_{г.о} \left(p_0 + \frac{\gamma h_{г.о}}{2} \right); \quad (6)$$

для 2-го типа

$$S_{г.о} = A_0 h_{г.о} + a_0 h_{г.о} \left(p_0 + \frac{\gamma h_{г.о}}{2} \right); \quad (7)$$

где a_0 - коэффициент уплотнения грунтов основания (см. обязательное приложение 4);

A_0 - коэффициент оттаивания грунтов основания (см. обязательное приложение 4);

$h_{г.о}$ - расчетная глубина оттаивания грунтов основания, см;

p_0 - удельное давление на поверхность грунта основания (от подвижной нагрузки и веса насыпи); для автомобильных дорог $p_0 = 0,0735$ МПа, при использовании геотекстиля в нижней части насыпи - $p_0 = 0,049$ МПа;

γ - плотность грунта основания, кг/см

3.

7. Строительную осадку торфяного грунта основания следует определять по формуле

$$S_{г.о} = \frac{h_{г.о}}{1 - e} e, \quad (8)$$

где e - относительная осадка торфяного грунта основания при оттаивании под нагрузкой; устанавливают при инженерных изысканиях по ГОСТ 23908-79* и ГОСТ 23253-78. Допускается принимать e по табл.1 настоящего приложения.

Таблица 1

Суммарная влажность грунта, доли единицы	Плотность, т/м ³		Значение e при давлении, МПа				
	грунта	сухого грунта	0,01	0,025	0,05	0,075	0,1
2	1,02	0,34	0,13	0,19	0,27	0,31	0,33

4	0,98	0,20	0,20	0,27	0,37	0,41	0,44
6	0,95	0,13	0,24	0,32	0,43	0,48	0,52
8	0,92	0,10	0,28	0,37	0,48	0,54	0,58
12	0,89	0,07	0,31	0,41	0,53	0,60	0,65
16	0,86	0,05	0,33	0,43	0,57	0,64	0,69

8. Строительную осадку оттаивающих грунтов основания при послойной отсыпке насыпи в летний период определяют по следующим формулам:

$$S_{Г.О_1} = A_{м.п} h_{м.п} + a_{м.п} h_{м.п} p_0; \quad (9)$$

$$S_{Г.О_2} = A_{м.п} h_{м.п} + A_{Г.О} h_{Г.О_1} + a_{Г.О} h_{Г.О_1} p_0; \quad (10)$$

$$S_{Г.О_3} = a_{м.п} h_{м.п} p_0 + a_{Г.О} h_{Г.О_2} p_0, \quad (11)$$

где $A_{м.п}$, $A_{Г.О}$ - коэффициент оттаивания соответственно мохорастительного покрова и грунта основания;

$a_{м.п}$, $a_{Г.О}$ - коэффициент уплотнения соответственно мохорастительного покрова и грунта основания;

p_0 - нагрузка на основание от веса уплотняющих средств и веса насыпи, МПа;

$h_{Г.О_1}$, $h_{Г.О_2}$ - толщина слоя грунта основания, оттаивающего соответственно при отсыпке второго и третьего слоев насыпи, см.

Значения $A_{м.п}$, $a_{м.п}$, $A_{Г.О}$ и $a_{Г.О}$ принимают согласно приложению 4. Учитывая, что влажность грунтов основания после уплотнения уменьшается, в расчетах по формулам (10) и (11) настоящего приложения следует принимать $A_{м.п}^y = 0,7$; $A_{Г.О}^y = 0,8$.

Давление на оттаивающие грунты основания определяют по формулам:

а) от веса отсыпанного слоя насыпи и собственного веса оттаивающего грунта основания:

$$p_1 = \gamma_n h_n + \gamma_{м.п} h_{м.п} + \frac{\gamma(h_{Г.О} - h_{м.п})}{2}, \quad (12)$$

где γ_n - плотность грунта насыпи, кг/см³;

h_n - толщина (в уплотненном состоянии) отсыпанного слоя насыпи, см;

$\gamma_{м.п}$ - плотность мохорастительного покрова (торфа), кг/м³;

$h_{м.п}$ - толщина мохорастительного покрова, см;

б) от уплотняющих средств:

$$p_2 = \sigma P_{п} \xi, \quad (13)$$

где σ - напряжения, возникающие в слое грунта от уплотняющих средств на расчетной глубине (принимают по табл.2 настоящего приложения), Па;

$P_{п}$ - давление в пневматических шинах уплотняющих средств, Па;

ξ - коэффициент динамичности; $\xi = 1,5$.

Глубину оттаивания $h_{г.о}$ грунтов основания, увеличивающуюся по мере производства земляных работ, определяют непосредственными измерениями или ориентировочно рассчитывают по формуле

$$h_{г.о} = V_{г} T_{отг}, \quad (14)$$

где $V_{г}$ - скорость оттаивания грунта, см/сут; принимают по табл.3 настоящего приложения;

$T_{отг}$ - время оттаивания слоя грунта, сут; принимают в зависимости от сроков отсыпки слоев земляного полотна.

Таблица 2

Относительная глубина* Ψ	Напряжение σ , 10^4 Па
* Относительная глубина Ψ равна отношению расстояния от поверхности насыпи до расчетного сечения r_1 к радиусу круга, равновеликого площади отпечатка спаренного колеса R .	
0	9,80
0,25	9,80
0,50	10,39
0,75	10,49
1,00	9,51

1,50	6,66
2,00	4,61
2,5	3,230
3,0	2,450
4,0	1,470
5,0	0,980
7,0	0,490
10,0	0,345
20,0	0,098

Таблица 3

Грунт	Скорость оттаивания, см/сут, в дорожно-климатической подзоне		
	I ₁	I ₂	I ₃
Супесь	3,0-4,3	3,5-4,8	5,7-7,2
Суглинок	2,3-3,4	2,9-4,3	4,4-6,8
Глина	1,4-3,0	2,4-4,0	2,8-5,2

Пример 1. На местности 2-го типа проектируют насыпь высотой 2 м с возведением на полную высоту в зимний период из крупнообломочного грунта. Естественное основание представлено

глинистым грунтом влажностью $0,9 W_T$. Толщина слоя мохорастительного покрова 15 см.

Требуется определить ориентировочную строительную осадку грунтов основания.

Расчет ведут по формуле (5) настоящего приложения:

$$S_{г.о} = 3,31e^{1,95W_{охк}}$$

При логарифмировании получаем

$$\lg S_{г.о} = \lg 3,31 + 1,95 \cdot 0,9 \cdot 0,43429.$$

По таблицам десятичных логарифмов мантисса $\lg 3,31=0,5197$, тогда $\lg S_{г.о}=0,5197+0,7627=1,2823$.

По таблицам десятичных антилогарифмов находим $S_{г.о}=19,2$ см.

Пример 2. При тех же исходных данных, но при отсутствии мохорастительного покрова требуется определить строительную осадку грунтов основания.

Расчет ведут по формуле (5) настоящего приложения:

$$S_{г.о} = 1,05e^{3,55W_{охк}};$$

$$\lg S_{г.о} = \lg 1,05 + 3,55 \cdot 0,9 \cdot 0,43429;$$

$$\lg S_{г.о} = 0,02 + 1,3885 = 1,4085.$$

По таблицам десятичных антилогарифмов $S_{г.о}=25,62$ см.

Пример 3. На 1-м типе местности проектируют насыпь высотой 1 м с возведением в зимний период из сыпучемерзлого песка. Естественное основание представлено легкой супесью влажностью $0,65 W_T$.

Характеристики грунта основания, полученные по материалам изысканий: $W_{ест} = 15,8\%$; $\gamma = 1,68$ т/м³; $W_T = 24,6\%$.

Согласно теплотехническому расчету глубина оттаивания грунта основания $h_{г.о}$ составит 2 м.

Требуется определить строительную осадку грунта основания.

Расчет ведут по формуле (6) настоящего приложения.

По приложению 4 $a_0 = 0,408$ МПа⁻¹.

$$\text{Тогда } S_{г.о} = 0,408 \cdot 200 \left(0,073 + \frac{0,00168 \cdot 200}{2} \right) = 7,4 \text{ см.}$$

Пример 4. На местности 2-го типа проектируют насыпь высотой 2 м с возведением в зимний период на полную высоту из сыпучемерзлого песчаного грунта. Естественное основание представлено глиной пылеватой с влажностью $0,88 W_T$. Характеристики грунта основания, полученные по материалам изысканий:

$$W_{\text{ест}} = 28,2\%; \quad \gamma = 1,91 \text{ т/м}^3.$$

Согласно теплотехническому расчету глубина оттаивания грунта основания $h_{\text{г.о}}$ составит 1 м.

Требуется определить строительную осадку грунта основания, если в нижней части насыпи предусмотрен слой из геотекстиля.

Расчет ведут по формуле (7) настоящего приложения.

По приложению 4 $A_0 = 0,06$, $a_0 = 1,02 \text{ МПа}^{-1}$.

Тогда

$$S_{\text{г.о}} = 0,06 \cdot 100 + 1,02 \cdot 100 \left(0,049 + \frac{0,00191 \cdot 100}{2} \right) = 6 + 5,9 = 11,9 \text{ см.}$$

Пример 5. На вечномерзлых торфяниках проектируют насыпь высотой 1,5 м с возведением на полную высоту в зимний период. Характеристики торфяника, полученные при изысканиях: $W_c = 6\%$; $\gamma = 0,13 \text{ т/м}^3$.

Согласно теплотехническому расчету глубина оттаивания $h_{\text{г.о}}$ торфа составит 1 м.

Требуется определить строительную осадку торфяного грунта.

Расчет ведут по формуле (8) настоящего приложения.

Из табл.1 при $W_c = 6\%$ и $\gamma = 0,13 \text{ т/м}^3$ получаем при давлении насыпи 0,01 МПа $e = 0,24$:

$$S_{\text{г.о}} = \frac{1}{1 - 0,24} 0,24 = 31 \text{ см.}$$

Приложение 9
Обязательное

Проектирование и строительство водопропускных труб

1. При проектировании и строительстве водопропускных труб в зоне вечной мерзлоты необходимо руководствоваться СНиП 2.05.03-84, СНиП III-43-75, "Инструкцией по проектированию и постройке металлических гофрированных водопропускных труб" ВСН 176-78 (ЦНИИС. М., 1979) и Дополнением N 1 к ней, а также настоящими нормами.

2. На дорогах I-V категорий предусматривают трубы капитального типа: бетонные, железобетонные и металлические гофрированные. Материалы бетонных и железобетонных труб должны соответствовать требованиям "Указаний по проектированию и строительству железобетонных и бетонных конструкций автодорожных и городских мостов и труб, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур (северное исполнение)" ВСН 155-69 (М., 1969), а металлических гофрированных труб - ВСН 176-78.

3. Применение труб предусматривают преимущественно на периодически действующих

водотоках. Металлические гофрированные трубы допускается использовать также на постоянных водотоках при отсутствии наледообразования на дорогах III-V категорий.

4. Отверстия труб рассчитывают по безнапорному режиму. Минимальное отверстие и высоту труб в свету назначают не менее 1,5 м.

Многоочковые трубы допускается проектировать с расположением очков в разных уровнях, размещая часть из них (как правило, одно) в уровне русла водотока, а остальные - на отметке выше уровня меженных вод. Количество рядом уложенных труб не ограничено.

5. При проектировании водопропускных труб предусматривают использование грунтов в основаниях по следующим принципам:

первый - обеспечить поднятие верхнего горизонта вечной мерзлоты до подошвы фундамента и сохранять его на этом уровне в течение всего периода эксплуатации сооружения;

второй - допускается образование талой прослойки между подошвой фундамента и верхним горизонтом вечной мерзлоты;

третий - использовать грунты основания в естественном талом состоянии.

6. Трубы следует проектировать, как правило, исходя из условия наименьшего нарушения естественного состояния мерзлых грунтов.

Во всех случаях, когда это возможно, необходимо избегать устройства котлованов, приемных колодцев, глубоких бетонных, железобетонных и других экранов, различных врезов в мерзлых грунтах и предусматривать подготовку основания подсыпкой с ее планировкой.

7. На водотоках, основание которых в пределах двойной мощности сезоннооттаивающего слоя представлено непросадочными грунтами, проектируют бесфундаментные трубы.

8. На водотоках, характеризующихся наличием слоя просадочных при оттаивании грунтов мощностью не более 2 м, предпочтение отдают бесфундаментным трубам или трубам с фундаментами мелкого заложения при условии, что суммарная величина осадки грунтов основания может быть компенсирована величиной строительного подъема. При невыполнении этого условия предусматривают полную или частичную замену слабого грунта грунтовой подушкой из щебеночных, гравийных или гравийно-песчаных материалов, имеющих оптимальную или близкую к ней влажность.

Размеры грунтовых подушек для бетонных и железобетонных труб принимают следующие:

а) длина на 1-1,5 м больше общей длины трубы с оголовками;

б) ширина не менее $(2\sqrt{H_p d_{тр}}/2 + 1)$ для одноочковой трубы и не менее $(2\sqrt{H_p d_{тр}}/2 + d(n-1) + E_{тр}(n-1) + 1)$ для n - очковой трубы (где H_p - расчетная глубина оттаивания (промерзания) грунта под трубой, м; $d_{тр}$ - диаметр трубы, м; $E_{тр}$ - расстояние между трубами, м).

Размеры подушек для металлических гофрированных труб принимают по ВСН 176-78.

9. На водотоках, характеризующихся наличием слоя сильнопросадочных и просадочных грунтов

мощностью более 2 м, предусматривают свайные фундаменты. Массивные бетонные фундаменты допускают только при соответствующем обосновании при отсутствии подруслового стока.

10. Минимальную глубину заложения фундаментов устанавливают в зависимости от расчетной глубины сезонного оттаивания грунтов основания H_p , их свойств (по СНиП 2.05.03-84) и типа фундамента:

свайного $H_p + 2$ м, но не менее 3 м;

массивного бетонного - H_p , но не менее 1,5 м:

$$H_p = H_T^H m_t K_w,$$

где H_T^H - нормативная глубина сезонного оттаивания грунта, м; устанавливается по обязательному приложению 4;

m_t - коэффициент теплового влияния конструкций на грунт основания, принимаемый для фундамента: массивного бетонного - 0,8, свайного, с плитой на поверхности грунта - 1,0;

K_w - поправочный коэффициент к нормативной глубине оттаивания грунта при его естественной влажности, устанавливаемой по обязательному приложению 4.

11. При проектировании труб в I_1 дорожно-климатической подзоне применяют преимущественно первый принцип использования грунтов в основании, в I_2 - второй, на всей территории зоны вечной мерзлоты - третий с учетом п.7 настоящего приложения.

12. При использовании первого и второго принципов для уменьшения толщины грунтовой подушки предусматривают в основании теплоизолирующие слои по расчету.

13. Трубы следует проектировать с входными и выходными оголовками. При низких насыпях могут быть предусмотрены многоочковые безнапорные трубы без выходных оголовков. Металлические гофрированные трубы допускается проектировать без устройства оголовков при соблюдении требований п.1.15 СНиП 2.05.03-84.

В остальных случаях предпочтительнее применять воротниковые оголовки, а при необходимости - порталные и раструбные с небольшим заглублением (до 0,4-0,5 м) в грунты основания.

14. На водотоках, основание которых в пределах двойной мощности сезоннооттаивающего слоя сложено непросадочными грунтами, конструкции укреплений подводящих и отводящих русел принимают в соответствии с типовыми решениями для обычных условий, исходя из гидравлических расчетов.

15. На всех водотоках отводящее русло, как правило, должно быть устроено с уклоном не менее 2‰.

Тип укрепления подводящих и отводящих русел, сложенных просадочными грунтами, принимают в зависимости от их уклона:

а) до 1% - бутовую кладку по слою теплоизоляции из мха, торфа толщиной по 20 см в плотном состоянии;

б) от 1 до 5% - цементобетон (сборный или монолитный) по слою теплоизоляции из мха, торфа толщиной до 30 см в плотном состоянии;

в) более 5% - быстротоки по слою теплоизоляции в соответствии с требованиями поз. "б".

16. На водотоках, основание которых сложено сильнопросадочными грунтами, тип укрепления принимают в зависимости от уклона русел:

до 1% - в соответствии с поз. "б" п.15;

от 1 до 5% - в соответствии с поз. "в" п.15;

более 5% - бетонные, металлические или деревянные лотки на сваях, заглубляемых в вечномёрзлый грунт по расчету на выпучивание.

На местности с уклоном более 1% отводящие русла целесообразно укреплять по всей длине косогора, устраивая у его подножия гасители энергии водного потока.

17. Дополнительными мероприятиями, обеспечивающими устойчивость труб, являются:

максимальное сохранение мохорастительного покрова на расстоянии не менее 20 м от концевых звеньев трубы и не менее 20 м в каждую сторону от нее;

засыпка пазух в котлованах, подсыпка под фундаменты, устройство подготовок под крепления русел водонепроницаемыми глинистыми грунтами;

устройство насыпей с уположенными откосами или бермами на расстоянии, равном четырехкратной высоте насыпи в каждую сторону от трубы;

устройство на откосах насыпи каменной наброски толщиной 1-1,5 м выше уровня верха трубы на 1 м или торфяной изоляции толщиной не менее 1 м до уровня верха трубы, протяженность которых вдоль дороги равна четырем диаметрам трубы в каждую сторону от ее оси или оси крайних звеньев для многоочковых труб;

засыпка понижений в районе трубы глинистым грунтом в виде бермы высотой 0,2-0,3 м с уклоном ее верха 2-4% в сторону русла водотока с целью предотвратить застой воды и увеличить скорость ее протекания вдоль подошвы насыпи;

обеспечение в условиях большой снегозаносимости (в случаях, когда отверстие трубы полностью заносится снегом) проветривания труб в зимний период с помощью вентиляционных труб, концы которых выводят за пределы снежных отложений, или других устройств согласно Дополнению N 1 к ВСН 176-78.

18. Строительство железобетонных труб осуществляют, руководствуясь указаниями СНиП III-43-75, "Инструкции на изготовление, строительство и засыпку сборных бетонных и железобетонных водопропускных труб" ВСН 81-80 (ЦНИИС. М., 1981), а металлических гофрированных труб -

указаниями ВСН 176-78 и Дополнения N 1 к ВСН 176-78.

19. На водотоках, где предусмотрено сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии, все виды строительного-монтажных работ выполняют в холодный период года. Кроме того, необходимо:

строительную площадку организовывать с низовой стороны искусственного сооружения на расстоянии не менее 70 м от него;

не допускать пересечения трассы построечными дорогами на расстоянии менее 50 м от оси сооружения;

подъезды к местам строительства сооружения и стоянок механизмов устраивать на грунтовых подсыпках толщиной не менее 0,5 м.

20. На водотоках, где допускается оттаивание грунтов основания, строительные-монтажные работы выполняют в любой период года.

При производстве работ в летнее время необходимо:

располагать строительную площадку в соответствии с требованиями п. 19 настоящего приложения;

отсыпать грунтовые площадки толщиной не менее 0,5 м под места стоянок механизмов и располагать их на расстоянии не менее 50 м от оси трубы;

строить временные искусственные сооружения (деревянные, из металлических труб) для пропуска поверхностных вод.

21. При производстве работ в летний период интервал между устройством котлована и закладкой фундамента или грунтовой подушки не должен превышать 24 ч.

22. При бурении скважин и установке свай в мерзлых грунтах не допускается применение воды, пропаривание и любые другие способы предварительного оттаивания грунтов.

Подготовленную скважину закрывают щитом для предотвращения попадания в нее атмосферных осадков, грунта и случайных предметов.

Сваи устанавливают в скважины не позднее чем через 3 сут после окончания бурения.

23. Сборные фундамента устраивают так же, как и в обычных условиях. Швы между блоками заполняют цементопесчаным раствором с водоцементным отношением не более 0,5.

В зимнее время поверхность блоков перед заполнением швов прогревают горячим воздухом.

24. Монолитные фундамента и плиты свайных ростверков устраивают из жесткой смеси, приготовляемой на быстротвердеющем цементе с пластифицирующими добавками.

В зимний период укладываемую смесь защищают от охлаждения и замерзания тепляками, обогреваемыми горячим воздухом, электричеством или паром.

25. Пазухи между боковыми поверхностями котлована и фундамента засыпают суглинком или глиной оптимальной влажности слоями 20 см каждый и уплотняют до значений не менее 0,95

максимальной плотности. Категорически запрещается засыпать обводненные пазухи.

26. При устройстве бесфундаментных труб на грунтовых подушках котлованы (траншеи) заполняют дренирующим грунтом слоями по 20-30 см и уплотняют механизмами виброударного и вибротрамбующего действия или катками.

27. При монтаже железобетонных труб запрещается укладка звеньев труб "насухо". Во всех случаях должна быть предусмотрена подготовка из цементного раствора марки 150 с водоцементным отношением не выше 0,65 при глубине погружения конуса 6-8 см.

Монтаж металлических гофрированных труб и устройство дополнительного защитного покрытия должны быть выполнены в соответствии с требованиями ВСН 176-78 и Дополнения N 1 к ВСН 176-78.

28. Построенные и принятые (с составлением акта) железобетонные трубы засыпают грунтом одновременно с обеих сторон слоями толщиной 15-20 см с уплотнением до требуемых значений. Толщина грунтового слоя над трубой должна быть не менее 1 м.

Засыпку металлических гофрированных труб следует выполнять в соответствии с требованиями ВСН 176-78.

Чтобы повысить несущую способность гофрированной трубы и надежность ее работы, рекомендуется до засыпки придать ее поперечному сечению овальность с большей осью по вертикали, увеличив вертикальный диаметр до 3% номинального, путем закрепления сечения стойками или путем устройства жесткого слоя засыпки согласно указаниям п.5 Дополнения N 1 к ВСН 176-78.

29. На автомобильных дорогах III-V категорий в качестве водопропускных труб допускается применять некондиционные толстостенные металлические трубы с учетом положений Дополнения N 1 к ВСН 176-78.

30. Материал для укрепления подводящих и отводящих русел (дерн, мох, торф, бутовый камень и бетонные плиты) заготавливают и завозят к месту строительства заблаговременно, а укрепительные работы проводят в весенний период до начала таяния грунта основания.

Приложение 9
Рекомендуемое

Методика оценки наледной опасности и расчет параметров наледей

Оценка наледной опасности при изысканиях

1. При трассировании автомобильных дорог природные наледи следует выявлять по индикационным признакам, представляющим собой комплекс характерных внешних черт ландшафта.

Индикационные признаки могут быть прямыми и косвенными.

2. Косвенными признаками наледей подземных вод считают:

долины рек и межгорные впадины у подножья речных террас, места контакта горных пород различного состава, линии тектонических разломов и сейсмических швов ниже ригелей и морен, тектонические и ледниковые озера, самоизливающиеся скважины;

русла горных ручьев и рек, мелководные озера и лагуны;

берега рек, озер, морей и их ледяной припай;

склоны гор и холмов в местах выклинивания вечной мерзлоты или толщи рыхлых водоносных отложений, основания солифлюкционных и структурно-денудационных террас, сейсмогенные обвалы, оползневые цирки;

цепочки бугров пучения (гидролакколитов);

линейные инженерные сооружения, перегораживающие водоносные горизонты или способствующие глубокому промерзанию грунтов.

3. Развитие наледей подземных вод можно определять по фитоиндикационным признакам, к которым относятся:

наличие зарослей низкорослых кустарников и разнотравья среди леса; в высокогорных условиях - лужаек среди мохово-лишайниковой тундры; в засушливых районах - участков развития пышной луговой растительности;

сухие отбеленные (ошкуренные) стволы лиственниц или других деревьев с чередующимися кольцами накипных лишайников рыжеватого-коричневого цвета;

расщепление или расплющивание пней деревьев или стволов кустарников;

наличие усохших и усыхающих стволов лиственниц, елей, тополей и пр., общая угнетенность, искривленность и массовая фаутиность взрослых деревьев;

многоствольность и кущение верхней части подроста деревьев до высоты 1-2 м;

отсутствие ветвей на стволах деревьев до уровня, определяемого наледью (1,5-3,0 м);

наличие песка и ила на стволах деревьев и кустарников, в том числе между корой и под ней;

обрыв корневой системы и стеблей кустарников, кустарничков и трав в результате движения ледяных глыб при их подтаивании или в процессе формирования пластов инъекционного льда.

4. Прямыми признаками наледей подземных вод являются: образование наледных полей; налет соли на камнях, деревьях и кустарнике; наличие сезонных и постоянно действующих источников. Последние обычно находятся в хорошо разработанных цирках (родниковых воронках) или у массивов елового леса.

5. Наледные поляны представляют собой: безлесную, относительно ровную поверхность, сложенную хорошо отмытым гравийно-галечниковым материалом; "развалы" коренных горных пород, рвы проседания и ложбины удара; термокарстовые трещины и просадки; ниши и террасы на уровне, превышающем высоту стояния высоких вод; бугры пучения и кратеры гидроэффузивов; земляные пирамиды и каменные мостовые; ровные площадки в разных уровнях, уплотненные льдом.

Размеры наледной поляны устанавливаются при обследовании. Ее контуры отмечают на схематическом плане, а характеристику заносят в полевой журнал.

6. Наиболее вероятными участками развития наледей поверхностных вод следует считать перемерзающие перекааты, пороги и водопады, устьевые участки боковых притоков, ветвящиеся и мелководные русла рек, русла водотоков ниже поймы, зарегулированные участки рек (ниже плотин, шлюзов и пр.), русла рек, пересекаемые линейными инженерными сооружениями - мостами, трубопроводами и др., берега долго незамерзающих пресных и соленых водоемов, участки постоянных (становых) термических трещин в ледяном покрове крупных озер и морей, места складирования на льду грузов, штабелей леса и пр., участки ледяного покрова со снежными надувами и навалами льда.

Наледи на реке или водоеме легко выявляются благодаря темному цвету обнаженного льда и парению наледиобразующей воды.

7. Косвенными индикационными признаками наледей поверхностных вод являются: следы механического и термического воздействия льда на растительный покров; каменные мостовые, тянущиеся вдоль русел рек на уровне низкой и средней поймы; микротеррасы и ниши в береговых отложениях, сформировавшиеся в результате бронирования льдом аллювиальных отложений; остатки льда слоистой или зернистой структуры, нависающего над водотоками и водоемами или лежащего на их берегах; отсутствие снега или небольшая мощность снежного покрова на поверхности речного, озерного и морского льда по сравнению со смежными участками акватории; бугры пучения и трещины в ледяном покрове.

Расчет параметров наледей

8. Основными параметрами наледей, используемыми при проектировании и расчете противоналедных устройств и дорожных сооружений, являются их средняя по участку ($H_{ср}$) и наибольшая (H_{max}) мощность, объем W_H и площадь F_H с обеспеченностью (повторяемостью), соответствующей капитальности сооружений.

9. Параметры природных наледей определяют по многолетним данным натурных измерений или рассчитывают, если известен хотя бы один из параметров наледи, а также имеются данные разовых измерений параметров наледи в момент наибольшего развития.

10. Параметры наледей, формирующихся в результате нарушения естественных условий при строительстве автомобильной дороги, определяют расчетом. Результаты расчета являются прогнозными и в дальнейшем подлежат уточнению путем сравнения с данным стационарных наблюдений.

11. Основой для расчета параметров наледей подземных вод при наличии достаточно продолжительного ряда наблюдений являются кривые обеспеченности, которые строят на клетчатках вероятности. Вероятность превышения $P_{пр}$ процента эмпирических точек параметров наледей в момент их наибольшего развития определяют по формуле

$$P_{пр} = \frac{m}{n + 1} 100\%, \quad (1)$$

где m - порядковый номер члена ряда рассчитываемых величин, расположенных в убывающем порядке;

n - общее число членов ряда.

12. Параметры кривых обеспеченности определяют согласно СНиП 2.01.14-83. Среднюю мощность наледи заданной обеспеченности находят как частное от деления равнообеспеченных объема и площади.

13. Если продолжительность ряда наблюдений не позволяет определить параметры кривой обеспеченности с заданной точностью, эти параметры приводят к многолетнему периоду согласно СНиП 2.01.14-83 с помощью наледи-аналога. При выборе аналогов должны быть удовлетворены следующие условия:

одинаковые генезис наледей и механизм их образования;

сходство климатических условий;

синхронность колебаний параметров наледей во времени;

однородность условий формирования наледей, которая выражается в однотипности мерзлотно-гидрогеологических, мерзлотно-геоморфологических и гидрологических особенностей участка; в примерно одинаковой глубине залегания водоупора; в равных дебитах наледееобразующих источников и расходах воды водотоков; в покрытости местности растительностью в равной степени и однородности ее видового состава;

различие площади наледей не более чем в 2 раза, а коэффициентов их формы (отношение длины к средней ширине) - не более чем в 1,4 раза.

14. При наличии только результатов многолетних измерений площади наледи подземных вод (например, данных аэрофотосъемки) параметры кривой обеспеченности этой характеристики определяют в соответствии с п. 11 настоящего приложения. Рассчитывают значение заданной вероятности превышения F_p , затем по данным геодезической съемки ложа наледи строят график зависимости объема наледного тела от его площади. При этом допускается, что поверхность наледи горизонтальна в каждом ее поперечном сечении, а продольный уклон назначается по результатам измерений в момент изысканий. С графика снимают значения W_0 и W_p , соответствующие рассчитанным F_0 и F_p . Аналогичным образом определяют и другие параметры наледи.

15. При отсутствии данных многолетних наблюдений основные расчетные характеристики наледей подземных вод находят в такой последовательности.

По ряду индикационных признаков, фиксируемых по периферии наледных полей, или на основе стереофотограмметрической обработки аэрофотоснимков определяют максимальную мощность наледи за многолетний период в отдельных точках. Эти точки наносят на план ложа наледи и соответствующие профили, проводят контуры наледи, после чего находят ее объем и площадь.

16. Если для проектирования требуются морфометрические характеристики наледи более редкой повторяемости или их средние многолетние значения, по данным топографической съемки строят график зависимости

$$W_H = f(F_H). \quad (2)$$

Затем подбирают региональное уравнение связи между средними многолетними объемами наледей \overline{W}_H и их площади \overline{F}_H :

$$\overline{W}_H = a\overline{F}_H^n. \quad (3)$$

Если для района изысканий региональные связи типа (2) не определены, то используют уравнение (3):

$$\overline{W}_H = 0,75\overline{F}_H^{1,12}, \quad (4)$$

где \overline{W}_H и \overline{F}_H - соответственно в тыс. м³ и тыс. м².

Затем графическим способом совместно решают систему уравнений (2) и (3), в результате получают средние многолетние значения площади (F_0) и объема (W_0) данной наледи.

17. Параметры кривых обеспеченности C_v и C_s рассчитывают по формулам:

$$\left. \begin{aligned} C_{vW} &= \frac{3,03}{W_0^{0,388}}; & C_{vF} &= \frac{2,67}{F_0^{0,371}}; \\ C_{sW} &= 2,27C_{vW} - 0,27; & C_{sF} &= 2,57C_{vF} - 0,35, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где W_0 и F_0 - соответственно в тыс.м³ и тыс.м².

Морфометрические характеристики наледи заданной обеспеченности рассчитывают по этим кривым распределения в соответствии с п. 11 настоящего приложения.

18. Параметры наледей речных вод при отсутствии материалов многолетних наблюдений определяют по данным о стоке ближайшего к участку наледообразования гидрометрического поста на исследуемой реке или реке-аналоге. При этом средние многолетние значения и значения заданной обеспеченности рассчитывают только для средней и максимальной мощности наледи. Площадь наледи на участке находят как произведение его длины и средней ширины реки, а объем - площади и средней мощности.

19. Среднюю многолетнюю мощность наледи речных вод рассчитывают, используя модульные коэффициенты K_{Q_1} среднего за зимний период расхода воды Q_1 :

$$K_{Q_1} = \frac{Q_1}{Q_0}, \quad (6)$$

где Q_0 - средний многолетний расход воды за зимний период.

Модульный коэффициент K_{H_1} , равный отношению измеренной мощности наледи к средней многолетней, зависит от числа членов ряда n (лет наблюдений), коэффициента α и определяется по формуле

$$K_{H_i} = \frac{n}{K_{Q_i}^\alpha \sum_{i=1}^n 1/K_{Q_i}^\alpha}; \quad (7)$$

где

$$\alpha = 1,5 - 1,5 \frac{h_{c.p}}{h_{c.p} + h_{л}}; \quad (8)$$

$h_{c.p}$ - средняя глубина водного сечения реки в створе изысканий, м;

$h_{л}$ - средняя общая толщина льда в этом же створе, м.

Используя полученный ряд модульных коэффициентов K_{H_i} , рассчитывают параметры кривой обеспеченности C_V и C_S по формулам:

$$C_{VH} = \sqrt{\frac{\sum (K_{H_i} - 1)^2}{n - 1}}; C_{SH} = \frac{\sum (K_{H_i} - 1)^3}{n C_{VH}^3}. \quad (9)$$

По ординатам этой кривой определяют среднюю на участке мощность наледи заданной обеспеченности. Таким же образом проводят расчет и максимальной на участке мощности наледного тела.

20. Параметры наледей, которые могут возникнуть в результате нарушения естественных условий при строительстве и эксплуатации автомобильной дороги, рассчитывают по формулам, учитывающим основные факторы, определяющие процесс наледообразования. Количественную информацию об условиях, при которых возможно появление наледи, получают в результате изыскательских работ.

21. При обнажении водоносного горизонта образуется наледь, объем которой в большинстве случаев определяется дебитом истечения, а размеры и форма - особенностями процесса замерзания и рельефом поверхности растекания. Объем наледи W_{A_1} рассчитывают по формуле

$$W_{A_1} = 1,25 Q \tau_{нт}, \quad (10)$$

где Q - дебит истечения, м³/с;

$\tau_{нт}$ - продолжительность периода наледообразования, с.

Значение $\tau_{нт}$ исчисляется с момента перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С осенью и весной.

Полный дебит истечения оценивают по формулам:

для напорных подземных вод

$$Q = \frac{\pi K m_{Б.Г} S}{\ln R_{Б}/r_{обн}}; \quad (11)$$

для безнапорного горизонта

$$Q = \pi K \frac{h_e^2 - h_{обн}^2}{2 \ln R_E / r_{обн}}, \quad (12)$$

где K - коэффициент фильтрации, м/сут;

$m_{в.г}$ - мощность водоносного горизонта, м;

S - понижение пьезометрического уровня подземных вод, м; принимают равным напору водоносного горизонта в естественных условиях;

R_E - радиус влияния возмущения при вскрытии горизонта и неустановившегося режима фильтрации, м;

$$R_E = 2\sqrt{\alpha_n r_{нл}}; \quad (13)$$

α_n - коэффициент уровня пьезопроводности;

$r_{обн}$ - условный радиус обнажения, м, равный 0,25 ширины обнажения;

h_e - первоначальная мощность водоносного горизонта при безнапорной фильтрации, м;

$h_{обн}$ - мощность водоносного горизонта на линии обнажения при его осушении, м.

Оценку дебита истечения проводят в расчетные моменты времени, определяя радиус влияния по формуле (12) настоящего приложения, после чего вычисляют средний дебит за период наледобразования.

22. Объем наледи грунтовых вод, образующихся при глубоком промерзании водонасыщенных грунтов, рассчитывают в зависимости от соотношения глубин залегания уровня подземных вод $h_{п.в}$ (м), нижней границы промерзания грунтов $h_{н.г}$ (м) и водоупорного горизонта z (м) по следующим формулам:

при $z > h_{н.г}$ и $h_{п.в} < h_{н.г}$

$$W_{A_2} = \frac{\beta K J}{\alpha'} \left(\frac{h_{н.г}^3}{3} - \frac{h_{н.г}^2 h_{п.в}}{2} + \frac{h_{п.в}^3}{6} \right); \quad (14)$$

при $z > h_{н.г}$ и $h_{п.в} = 0$

$$W_{A_2} = \frac{\beta K J h_{н.г}^3}{3\alpha'}; \quad (15)$$

при $z < h_{н.г}$ и $h_{п.в} < h_{н.г}$

$$W_{A_2} = \frac{\beta K J}{\alpha'} \left(\frac{z^3}{3} - \frac{z^2 h_{п.в}}{2} + \frac{h_{п.в}^3}{6} \right), \quad (16)$$

при $z < h_{н.г}$ и $h_{п.в} = 0$

$$W_{A_2} = \frac{\beta K J z^3}{3\alpha'}; \quad (17)$$

где β - коэффициент объемного расширения воды при переходе ее в лед, равный 1,1;
 J - гидравлический уклон зеркала грунтовых вод;

α' - теплофизический параметр;

$$\alpha' = \frac{\lambda_m \theta}{Q_T}; \quad (18)$$

λ_m - коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, Вт/(м·°С);

θ - разность средней температуры воздуха и температуры слоя промерзшего грунта за период наледеобразования, °С;

Q_T - количество скрытой теплоты плавления льда в единице объема грунта, кДж/м³.

23. Среднюю мощность наледи $H_{ср}$ (м) определяют по формуле

$$H_{ср} = J^{\varphi_{г.в}} (z - h_{п.в}) \left[0,88(\delta_{п} + 1) + \frac{3(h_{н.г} - h_{ест})}{z - h_{ест}} + 1,1h_{ат} \right], \quad (19)$$

где $\varphi_{г.в}$ - показатель, учитывающий характер движения потока грунтовых вод: при ламинарной фильтрации $\varphi_{г.в} = 1$, при турбулентной $\varphi_{г.в} = 0,5$;

$h_{ест}$ - глубина промерзания грунта в естественных условиях, м;

$h_{ат}$ - сумма атмосферных осадков за период наледеобразования, м;

$\delta_{п}$ - коэффициент, рассчитываемый исходя из следующих условий:

$$\left. \begin{array}{l} \text{при } \frac{h_{н.г} - h_{ест}}{z - h_{ест}} \geq 0,17 \quad \delta_{п} = 1; \\ \text{при } \frac{h_{н.г} - h_{ест}}{z - h_{ест}} \leq 0,17 \quad \delta_{п} = \sin \frac{3(h_{н.г} - h_{ест})}{z - h_{ест}} 180^\circ \end{array} \right\} \quad (20)$$

24. При сужении руслового потока, например, опорами моста расчет проводят отдельно для

каждого пролета между опорами. Порядок расчета следующий.

Через заданные интервалы времени с момента замерзания реки определяют толщину ледяного покрова $h_{\text{л}}$ в течение всей зимы:

$$h_{\text{л}} = -\frac{\lambda_{\text{л}}}{\lambda_{\text{сн}}} h_{\text{сн}} - 16 + \sqrt{\left(h_0 + \frac{\lambda_{\text{л}}}{\lambda_{\text{сн}}} + 16\right)^2 + 12\tau_{\text{лп}}(6-t)}, \quad (21)$$

где $\lambda_{\text{л}}$ и $\lambda_{\text{сн}}$ - коэффициенты теплопроводности льда и снега, Вт/(м·°С);

$$\lambda_{\text{сн}} = 8 + 590\rho_{\text{сн}}^2; \quad (22)$$

$\rho_{\text{сн}}$ - плотность снега на поверхности льда по данным изысканий, г/см³;

$h_{\text{сн}}$ - высота снежного покрова, м;

t - средняя за период температура воздуха, °С;

h_0 - толщина льда в начале расчетного интервала, м.

По характерному гидрографу реки определяют расходы воды в начале и конце расчетных интервалов времени и их приращения в каждом пролете расчетного створа.

По неравенству (23) исследуют гидрометеорологические и гидродинамические характеристики системы поток-ледяной покров в критических условиях, при которых происходит разрушение льда и образование наледей. Расчет проводят для каждого интервала времени по всем пролетам мостового перехода:

$$\Phi = \frac{h\Delta\mu_{\text{л}}}{2\sigma_{\text{лв}}^2} \left(83h_{\text{р}}\Delta Q + \frac{144\lambda_{\text{л}}\alpha'' \cdot 10^4}{\rho_{\text{л}}L'h_{\text{экв}}} \right) \geq 1, \quad (23)$$

где $h_{\text{р}}$ - глубина реки, м;

α'' - отношение температуры поверхности снежноледяного покрова к температуре воздуха;

$\rho_{\text{л}}$ - плотность льда, кг/м³;

L' - скрытая теплота плавления льда, кДж/м³;

$\sigma_{\text{лв}}$ - временное сопротивление льда на изгиб, равное $1,25 \cdot 10^6$ Н/м²;

v - ширина потока по нижней поверхности льда, м;

$h_{\text{экв}}$ - эквивалентная толщина льда, равная

$$h_{\text{экв}} = h_{\text{л}} + \frac{\lambda_{\text{л}}}{\lambda_{\text{сн}}} h_{\text{сн}}; \quad (24)$$

$\mu_{\text{л}}$ - коэффициент вязкости льда, вычисляемый по формуле

$$\mu_{\text{л}} = \left(14 - 0,6 \frac{h_{\text{л}}}{h_{\text{зкв}}} t + 0,1 \frac{h_{\text{л}}^2}{h_{\text{зкв}}^2} t^2 \right) \cdot 10^6. \quad (25)$$

Если $\Phi < 1$, то вычисления по формуле (23) продолжают до тех пор, пока не наступит момент, когда $\Phi \geq 1$. Это указывает на начало наледеобразования. Для этого интервала времени определяют среднюю мощность наледи:

$$H_{\text{ср}} = Z_{h_{\text{л}}} + Z_{\Delta Q}, \quad (26)$$

где $Z_{h_{\text{л}}}$, $Z_{\Delta Q}$ - избыточный напор в результате роста соответственно ледяного покрова и водности потока;

$$Z_{h_{\text{л}}} = \frac{144 \lambda_{\text{л}} \alpha'' h_{\text{л}}^3 \mu_{\text{л}} \cdot 10^{-4}}{\rho_{\text{в}} \rho_{\text{л}} g L_{\text{в}}^4 h_{\text{зкв}}}; \quad (27)$$

$$Z_{\Delta Q} = \frac{83 h_{\text{л}} h_{\text{л}}^3 \mu_{\text{л}} \Delta Q}{\rho_{\text{в}} g B^4}, \quad (28)$$

$\rho_{\text{в}}$ - плотность воды, кг/м³;

g - ускорение свободного падения, м/с².

Полученную мощность наледи суммируют с $h_{\text{о}}$ в формуле (20) настоящего приложения на момент расчета и продолжают вычисления по изложенной схеме.

25. Объем наледи талых снеговых вод рассчитывают в следующем порядке.

Определяют площадь водосборного бассейна, с которого поступают талые воды к проектируемому участку дороги. По крупномасштабным картам находят площадь водосбора $F_{\text{в}}$, а по данным многомерной съемки - запас воды в снежном покрове.

Для периода с внутрисуточными переходами температуры воздуха через 0 °С по данным изысканий или ближайшей метеостанции рассчитывают толщину слоя таяния за светлое и темное время каждых суток с положительной температурой. Расчет проводят отдельно для дневных и ночных часов по формулам:

$$h_{\text{тд}} = 7,1[(1 - A_{\text{сн}})(t_{\text{max}} - t_{\text{ср}} - 0,2) - 0,2t_{\text{ср}} + 0,1V_{\text{д}}(t_{\text{ср.д}} - 0,5)]; \quad (29)$$

$$h_{\text{тн}} = 7,1[0,1V_{\text{н}}(t_{\text{ср.д}} - 0,5) - 0,2t_{\text{ср}}], \quad (30)$$

где $h_{т.д}$, $h_{т.н}$ - толщина слоя таяния соответственно за светлое и темное время суток, мм;

$t_{ср}$ - средняя суточная температура воздуха, °С;

t_{max} - максимальная суточная температура воздуха, °С;

$t_{ср.д}$, $t_{ср.н}$ - средняя положительная температура воздуха соответственно за светлое и темное время суток, °С;

$A_{сн}$ - альбеде снежного покрова, доли единицы;

$V_{д}$, $V_{н}$ - средняя скорость ветра соответственно за светлое и темное время суток с положительной температурой воздуха, м/с.

Суммарную толщину слоя таяния $h_{т.л}$ за сутки определяют по формуле

$$h_{т.л} = h_{т.д} + h_{т.н}. \quad (31)$$

Каждые сутки рассчитывают толщину слоя водоотдачи $h_{в}$ из снежного покрова по формуле

$$h_{в} = (1,15h_{т.л} + h_{ос})S_{в}, \quad (32)$$

где $S_{в}$ - доля площади водосборного бассейна, покрытая снегом, от общей площади;

$h_{ос}$ - количество осадков, выпавших на водосборный бассейн, мм.

Расчет проводят до тех пор, пока температура воздуха устойчиво не перейдет через 0 °С в сторону повышения.

Определяют суммарную толщину слоя стаявшего снега $H_{в}$ за период с циклическими суточными переходами температуры воздуха через 0 °С по формуле

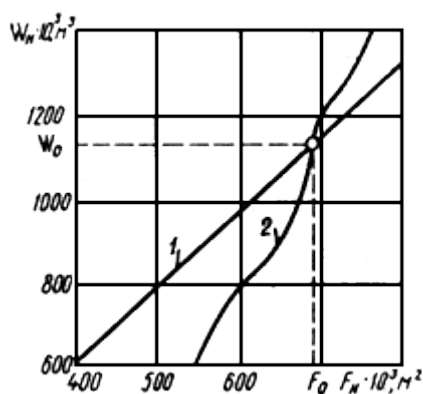
$$H_{в} = \sum_{i=1}^n (h_{в_i}) - 0,13h_{о}, \quad (33)$$

где n - количество принятых в расчет суток.

Объем наледи талых снеговых вод $W_{Е2}$ (м³) находят из выражения

$$W_{Е2} = H_{в}F_{в} \cdot 10^{-3}. \quad (34)$$

Пример 1. Требуется определить объем и площадь наледи средние многолетние и 1%-ной обеспеченности с известной связью между этими характеристиками (кривая 2 на рисунке настоящего приложения).



Графическое решение системы уравнений для определения средних многолетних значений площади F_0

и объема W_0 наледи подземных вод: 1 - $W_H = a\bar{F}_H^n$; 2 - $W_H = f(F_H)$

По формуле (4) настоящего приложения в единой системе координат с графиком зависимости $W_H = f(F_H)$ строят кривую $W_H = a\bar{F}_H^n$ (см. рисунок). Координаты точки пересечения кривых 1 и 2 дают значения соответственно: $F_0 = 691 \cdot 10^3 \text{ м}^2$ и $W_0 = 113 \cdot 10^4 \text{ м}^3$.

Определяют параметры кривой обеспеченности по формуле (5) настоящего приложения:

$$C_{VW} = \frac{3,03}{1130^{0,38}}; C_{VW} = 0,20; C_{SW} = 2,27 \cdot 0,20; C_{SW} = 0,18;$$

$$C_{VF} = \frac{2,67}{691^{0,371}}; C_{VF} = 0,24; C_{SF} = 2,57 \cdot 0,24; C_{SF} = 0,27.$$

По таблицам ординат биномиальной асимметричной кривой обеспеченности определяют модульные коэффициенты $K_W = 1,49$ и $K_F = 1,60$ с вероятностью превышения 1%. С учетом этих коэффициентов определяют:

$$W_{1\%} = 1,49 \cdot 113 \cdot 10^4; W_{1\%} = 168 \cdot 10^4 \text{ м}^3;$$

$$F_{1\%} = 1,60 \cdot 691 \cdot 10^3; F_{1\%} = 1110 \cdot 10^3 \text{ м}^2.$$

Пример 2. Требуется рассчитать среднюю на участке ($H_{o.cp}$) и максимальную ($H_{o.max}$) мощности наледи за многолетний период и их значения 1%-ной обеспеченности. Имеется ряд наблюдений за стоком на гидрометрическом посту продолжительностью 15 лет (см. таблицу, гр.2). По данным ледомерной съемки, выполненной при изысканиях, установлены:

средняя глубина водного сечения реки в створе изысканий $h_p = 0,17 \text{ м}$;

средняя общая толщина льда на этом же створе $h_{л} = 2,17 \text{ м}$;

средняя мощность наледи составляет 0,61 м, а наибольшая - 1,23 м.

Порядок расчета.

По формуле (6) настоящего приложения определяют модульные коэффициенты стока K_{Q_i} (см. таблицу, гр.3).

Определяют коэффициент α по формуле (8) настоящего приложения:

$$\alpha = 1,5 - 1,5 \frac{0,17}{0,17 + 2,17} = 1,43.$$

Находят значение $K_{Q_i}^\alpha$ (см. таблицу, гр.4), его обратное значение $1/K_{Q_i}^\alpha$ и сумму $\sum_{i=1}^n 1/K_{Q_i}^\alpha$ (см.таблицу, гр.5). По формуле (7) вычисляют

$$K_{H_1} = \frac{n}{20,461 \cdot K_{Q_i}^{1,43}}.$$

По этому выражению определяют модульные коэффициенты мощности наледи K_{H_1} (см. таблицу, гр. 6).

Модульный коэффициент мощности наледи в год проведения изысканий равен 0,586. Определяют средние многолетние значения средней и максимальной мощностей наледи на участке ($H_{o,ср} = H_1/K_{H_1}$):

$$H_{o,ср} = \frac{0,61}{0,586} = 1,04 \text{ м}, H_{o,max} = \frac{1,21}{0,586} = 2,06 \text{ м}.$$

Вычисляют коэффициенты вариации и асимметрии (см. таблицу, гр.7-9)

$$C_{вн} = \frac{6,0708}{14} = 0,66; C_{сн} = \frac{4,7753}{15 \cdot 0,29} = 1,10.$$

По таблице ординат биномиальной асимметричной кривой обеспеченности определяют среднюю и максимальную мощностей наледи с вероятностью превышения $P_{пр}$. Они оказались разными: $H_{ср1\%} = 2,12 \text{ м}; H_{max1\%} = 4,20 \text{ м}.$

Годы наблюдений	$Q_i, \text{ м}^3 / \text{с}$	$K_{Q_i} = \frac{Q_i}{Q_o}$	$K_{Q_i}^\alpha$	$\frac{1}{K_{Q_i}^\alpha}$	K_{H_1}	$K_{H_1} - 1$		$(K_{H_1} - 1)^2$	$(K_{H_1} - 1)^3$	
						+	-		+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1970/71	3,03	0,693	0,592	1,689	1,238	0,238	-	0,0566	0,0235	-

1971/72	5,24	1,200	1,298	0,770	0,565	-	0,435	0,1892	-	0,0823
1972/73	6,27	1,435	1,676	0,597	0,438	-	0,562	0,3158	-	0,1775
1973/74	3,24	0,741	0,651	1,536	1,126	0,126	-	0,0159	0,0020	-
1974/75	1,76	0,403	0,273	3,663	2,685	1,685	-	2,8392	4,7841	-
1975/76	2,19	0,501	0,372	2,688	1,970	0,970	-	0,9409	0,9127	-
1976/77	7,16	1,638	2,025	0,494	0,362	-	0,638	0,4070	-	0,2597
1977/78	8,21	1,879	2,464	0,406	0,298	-	0,702	0,4928	-	0,3459
1978/79	4,16	0,952	0,932	1,073	0,788	-	0,212	0,0449	-	0,0095
1979/80	5,19	1,188	1,279	0,782	0,573	-	0,427	0,1823	-	0,0778
1980/81	3,24	0,741	0,651	1,536	1,126	0,126	-	0,0159	0,0020	-
1981/82	3,29	0,753	0,667	1,499	1,099	0,099	-	0,0098	0,0010	-
1982/83	4,82	1,103	1,150	0,870	0,638	-	0,362	0,1310	-	0,0474
1983/84	2,64	0,604	0,486	2,058	1,508	0,508	-	0,2581	0,1311	-
1984/85	5,11	1,169	1,250	0,800	0,586	-	0,414	0,1714	-	0,0710
Всего	65,55	15,000		20,461	15,000	3,752	3,752	6,0708	5,8464	1,0711
В среднем	4,37								4,7753	

Приложение 10
Рекомендуемое

Расчетные характеристики белитового шлама и укрепленных им материалов

Таблица 1

Шлам	Предел прочности при сжатии образцов из шлама, МПа	Расчетные характеристики, МПа	
		Модуль	Прочность на

		упругости	растяжение при изгибе
Высокоактивный	>5	1000	1,2
Активный	>2,5 до 5	1000	1,0
Малоактивный	>1 до 2,5	300	0,3

Примечание. Активность белитового шлама характеризуется пределом прочности при сжатии образцов, изготовленных из шлама оптимальной влажности при нагрузке уплотнения 15 МПа и испытанных после 90 сут нормального твердения.

Таблица 2

Укрепленный материал	Расчетные характеристики, МПа, укрепленного материала при расходе шлама, % массы сухой смеси			Условия, при которых расчетные характеристики соответствуют меньшим дозировкам шлама
	15-20	20-25	25-30	
Песок очень мелкий	-	175 ----- 0,06	350 ----- 0,24	При использовании дробленых песков с содержанием пылеватых, глинистых и илестых частиц не более 3% и глины в комках не более 0,5% массы
Песок мелкий	-	235 ----- 0,19	440 ----- 0,33	
Песок средний	-	290 ----- 0,27	530 ----- 0,48	
Песок крупный	-	350 ----- 0,35	620 ----- 0,82	
Гравийно-песчаная смесь	325 ----- 0,33	560 ----- 0,61	735 ----- 0,87	При содержании частиц крупнее 5 мм более 50% и частиц мельче 0,05 мм менее 7%
Гравийно-щебеночно-песчаная смесь (с содержанием гравия в крупной составляющей более 50% массы)	350 ----- 0,38	590 ----- 0,66	765 ----- 0,90	
Щебеночно-гравийно-песчаная смесь (с содержанием щебня в крупной)	380 -----	620 -----	790 -----	

составляющей более 50% массы)	0,44	0,72	0,98	
Щебеночно-песчаная смесь и рядовой шлаковый щебень	410 ----- 0,48	650 ----- 0,76	825 ----- 1,03	При содержании в смеси частиц крупнее 5 мм более 50% и частиц мельче 0,05 мм менее 7%, при использовании высокоактивного и активного шлака по ВСН 184-75
Шлаковый щебень 1-4-го классов прочности с подобранным зерновым составом	590 ----- 0,7	765 ----- 0,9	880 ----- 1,09	

Примечания: 1. Над чертой даны значения модуля упругости, под чертой - прочность на растяжение при изгибе.

2. Расчетные характеристики даны при использовании высокоактивного белитового шлака. В случае применения активного шлака табличные данные уменьшают на 15%.

Таблица 3

Материал слоя, обработанного не на полную глубину	Модуль упругости материала, МПа, обработанного на глубину, доли общей толщины слоя		
	0,25	0,50	0,75
Щебень	350-400	450-500	550-600
Гравий	260	340	410

Примечание. Большие значения модуля упругости принимают при обработке щебня карбонатных пород 1-3-го классов прочности, меньшие - щебня карбонатных пород 4-го класса прочности и прочих пород 1-3-го классов прочности.

Приложение 11
Рекомендуемое

Расчет сроков производства земляных работ

Работы по возведению земляного полотна из крупнообломочных и песчаных грунтов выполняют круглогодично. Расчетное количество рабочих смен в году T_p определяют по формуле (8) настоящих норм. Необходимые расчетные данные принимают по климатическим справочникам.

Календарную продолжительность сезона по возведению земляного полотна из глинистых грунтов рассчитывают по формуле (9) настоящих норм.

Длительность безморозного периода $T_{\text{бм}}$ устанавливают по климатическому справочнику как период между датами устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C .

Время, необходимое для оттаивания грунта на глубину 15-20 см, принимают по табл.22 настоящих норм.

Количество дней с осадками 5 и 8 мм/сут определяют по климатическому справочнику, а потребное время на просыхание грунта в слое 0,15-0,2 м - по таблице настоящего приложения.

Ниже приведен пример расчета количества рабочих смен при возведении земляного полотна из глинистых грунтов.

Исходные данные: район строительства - Якутск, грунт - суглинок легкий. Коэффициент сменности $K_{\text{см}} = 2$. Мохорастительный слой толщиной 20 см удален заблаговременно.

Грунт	Влажность до осушения, доли оптимальной	Средняя величина просыхания за сутки, доли оптимальной	Время, необходимое для просыхания до допустимой влажности, сут
Суглинок	1,3-1,5	0,10	1
легкий	1,5-2,0	0,12	2-6
Суглинок	1,4-1,8	0,03	7-9
тяжелый, глина	1,8-2,0	0,09	9-10

Расчет

1. По справочнику определяем $T_{\text{бм}} = 150$ сут.

2. Время оттаивания грунта на глубину 20 см $T_{\text{от}} = \frac{20}{4} = 5$ сут (скорость оттаивания определена по табл.22 настоящих норм).

3. Количество праздничных и выходных дней за безморозный период с 13 мая по 11 октября $T_{\text{п}} = 42$ дн.

4. Количество дней с осадками 5 мм/сут составляет $n_d = 9$ сут.

5. Время, необходимое для просыхания грунта после дождя, $T_{пр} = 2$ сут (по таблице приложения).

По имеющимся данным находим:

$$T_{р} = (150 - 5 - 42 - 9 - 9 \cdot 2) \cdot 2 = 148 \text{ смен.}$$

Таким образом, при заблаговременном удалении мохорастительного слоя из резервов можно выполнять земляные работы в течение 148 смен. Если резервы не подготовлены, то на ожидание оттаивания мохорастительного слоя будет затрачено около 20 сут (при скорости оттаивания примерно 1 см/сут). С учетом сменности работы машин $K_{см} = 2$ длительность строительного сезона сократится на 40 рабочих смен.

Приложение 12
Обязательное

Прогноз просыхания грунтов в расчищенных резервах

1. Просыхание грунтов оценивается за летний период в резервах, расчищенных от мохорастительного покрова весной сразу после его оттаивания. Чтобы не допустить притока воды в резервы с прилегающей площади водосбора, устраивают нагорные каналы.

Изменение влажности в летнее время оценивают для слоя толщиной 100 см.

Необходимые исходные данные выявляют:

начальную (весеннюю) влажность - по результатам изысканий или контрольного обследования;

плотность скелета грунта - по данным изысканий;

сумму осадков за каждый месяц безморозного периода - по климатическому справочнику.

2. Конечную влажность грунта W_K для любого месяца летнего периода определяют по формуле

$$W_K = W_H^{сп} + X - E_p - Y_p, \quad (1)$$

где $W_H^{сп}$ - начальная влажность грунта (до просыхания);

X - сумма осадков, выпавших за период просыхания;

E_p - количество испаряемой влаги в расчищенном резерве;

Y_p - величина стока дождевых осадков с поверхности расчищенного резерва.

Все составляющие уравнения (1) даны в сантиметрах слоя.

Пересчет влажности из 1 см слоя в % по весу ($W_H^{вес}$) ведут по формуле

$$W_H^{вес} = \frac{W_H^{сгп}}{0,01h_w\delta_{ск}}, \quad (2)$$

где h_w - толщина слоя грунта, в котором определяется влажность, см (для нашего случая 100 см);
 $\delta_{ск}$ - плотность скелета грунта, г/см³.

3. Усредненные для трех видов грунта (супесь, суглинок, глина) значения месячных величин испарения с расчищенных резервов определяют по картам (рис.1-4 настоящего приложения), составленным на основе расчетов для 180 метеопунктов зоны вечной мерзлоты. Значения испарения в сентябре принимают: для территории севернее 60° с.ш. - 2 см, южнее - 3 см.

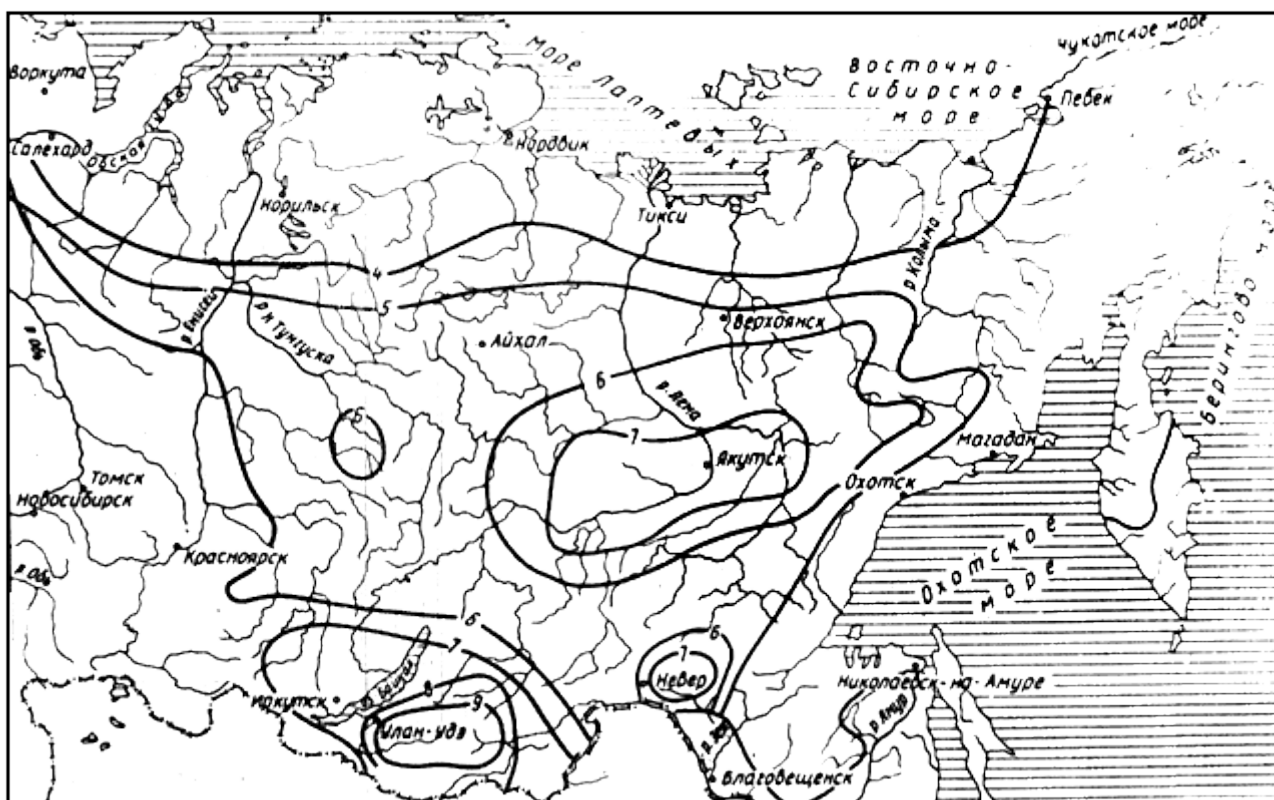


Рис.1. Величина испарения с поверхности резервов в мае. Значения приведены в см слоя

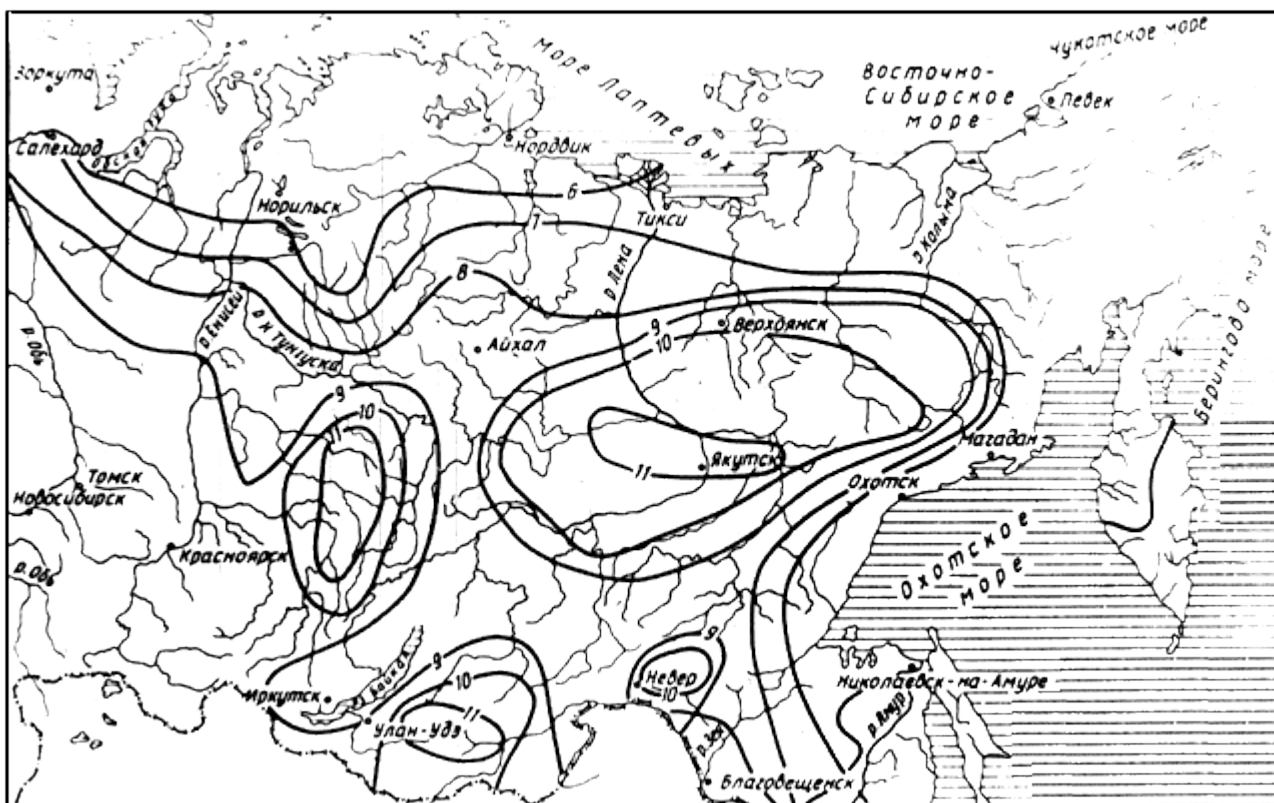


Рис.2. Величина испарения с поверхности резервов в июне. Значения приведены в см слоя

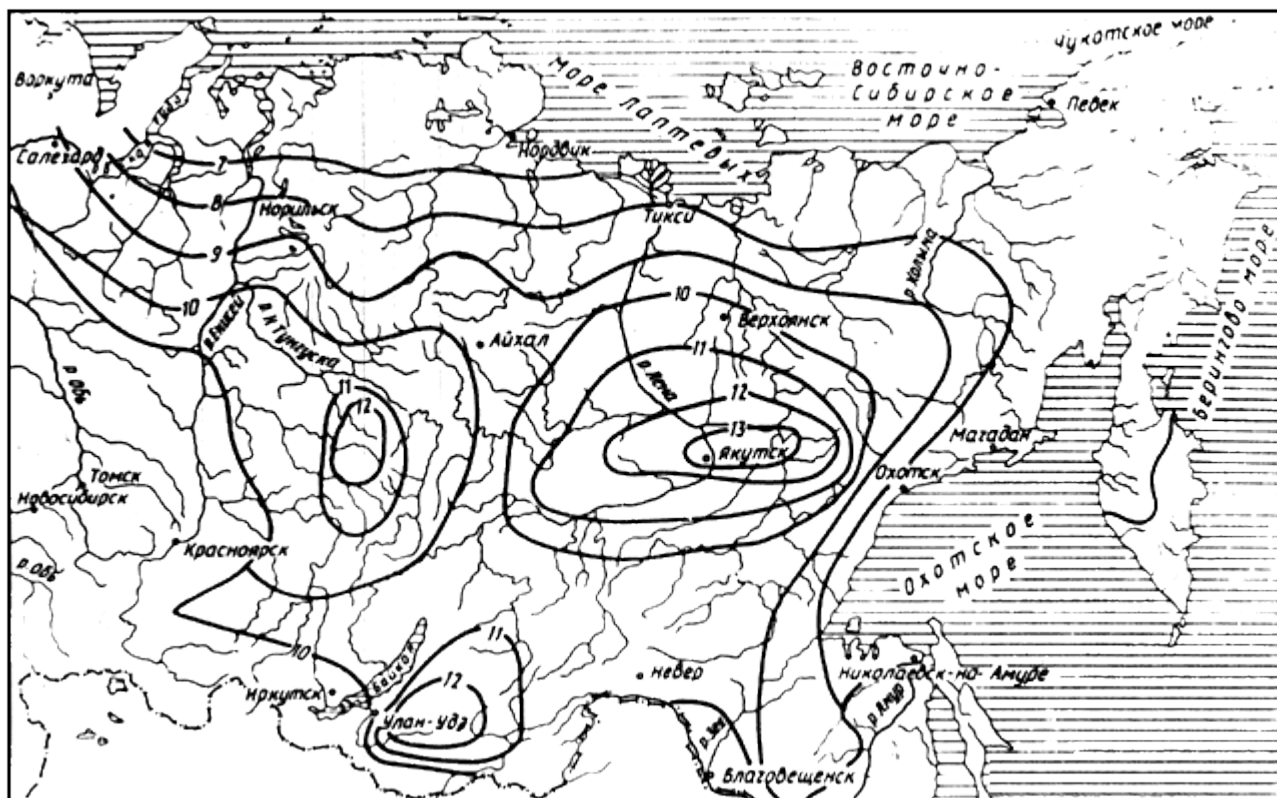


Рис.3. Величина испарения с поверхности резервов в июле. Значения приведены в см слоя

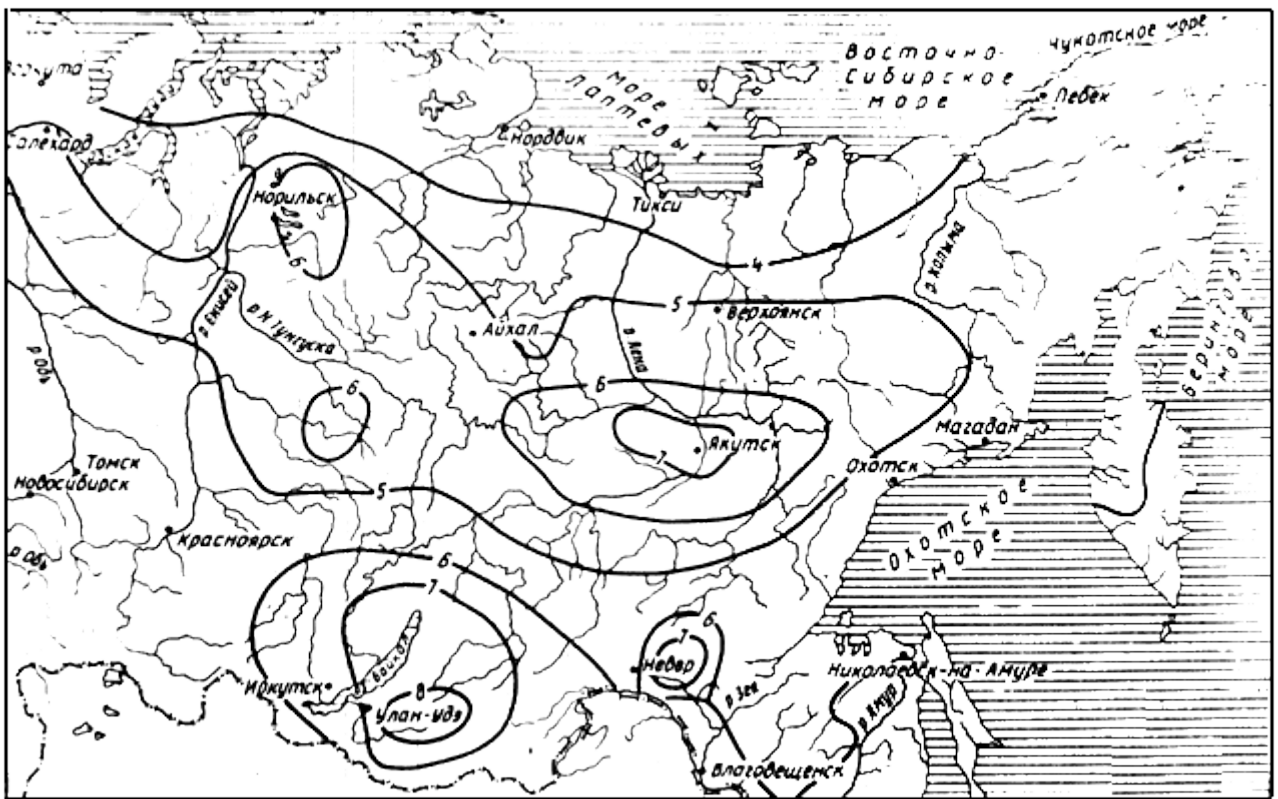


Рис.4. Величина испарения с поверхности резервов в августе. Значения приведены в см слоя

4. Сток атмосферных осадков устанавливают по влажности грунта в предшествующем месяце и уклону резервов. При уклоне 150 γ коэффициент стока (отношение количества сбегавшей воды к выпавшим осадкам $\eta = Y_p / X$) определяют по графикам (рис.5 настоящего приложения).

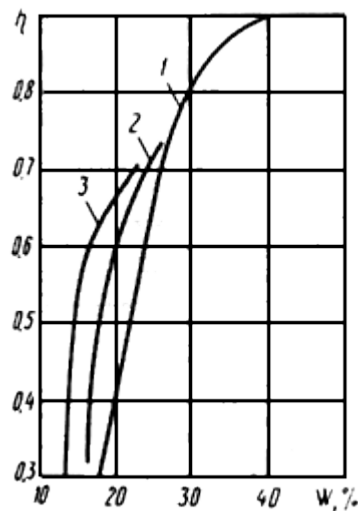


Рис.5. Зависимость коэффициента стока η от влажности грунта:
1 - суглинок тяжелый, глина, 2 - суглинок легкий; 3 - супесь пылеватая

Поправку на фактический уклон определяют по формуле

$$-\Delta\eta = (150 - J_c) \cdot 0,002, \quad (3)$$

где $-\Delta\eta$ - поправка, на которую необходимо уменьшить коэффициент стока, полученный по

рис.5;

J_c - фактический уклон, γ .

Величину стока находят как $Y_p = X\eta$ (см слоя).

Далее при известных трех составляющих уравнения баланса (1) настоящего приложения определяют влажность в каждом месяце безморозного периода. Расчет итерационный, т.е. конечная влажность предшествующего месяца считается начальной для последующего.

Пример расчета

Исходные данные: район строительства - Алдан; грунт - суглинок тяжелый; начальная влажность $W_H^{Бес} = 35\%$; плотность скелета $\delta_{ск} = 1,4 \text{ г/см}^3$; уклон резервов $J_c = 20\gamma$; сумма осадков по месяцам (см. таблицу настоящего приложения).

Расчет

1. По картам (см. рис.1-4) находим величину испарения по месяцам.

2. При начальной влажности 35% по графику (см. рис.5) находим коэффициент стока $\eta = 0,86$. Вводим поправку на фактический уклон по формуле (3) - $\Delta\eta = (150-20) \cdot 0,002 = 0,26$. При уклоне 20γ коэффициент стока $\eta = 0,86 - 0,26 = 0,60$. Величина стока $Y_p = X\eta = 6,1 \cdot 0,6 = 3,66 \text{ см}$.

3. По формуле (2) переведем начальную влажность, выраженную в % по весу, в см слоя:

$$W_H^{СП} = 35 \cdot 0,01 \cdot 100 \cdot 1,4 = 49 \text{ см.}$$

4. Из формулы (1) настоящего приложения находим конечную влажность для мая:

$$W_K = 49,0 + 6,1 - 6,0 - 3,66 = 45,44 \text{ см.}$$

или $W_K = 45,44 : 1,4 = 32,5 \%$ по весу.

5. Находим коэффициент стока при $W_K = 32,5\%$ с учетом поправки $\eta = 0,83 - 0,26 = 0,57$.

Отсюда $Y_p = 0,57 \cdot 8,2 = 4,67 \text{ см}$.

Влажность для июня $W_K = 45,44 + 8,2 - 10,0 - 4,67 = 38,97 \text{ см}$, или $W_K = 38,97 : 1,4 = 27,8\%$ по весу.

Аналогичным порядком рассчитывают влажность для остальных месяцев.

Результаты расчета влажности приведены в таблице настоящего приложения.

Месяц	Количество осадков X, см	Величина испарения E _о , см	Сток У _р , см	Влажность грунта	
				W _н ^{сп} , см слоя	W _н ^{вес} , % по весу
-	-	-	-	49,00	35,00
Май	6,1	6	3,66	45,44	32,50
Июнь	8,2	10	4,67	38,97	27,80
Июль	9,5	10	4,80	33,67	24,05
Август	11,4	6	3,88	35,20	25,10
Сентябрь	7,9	3	3,08	37,02	26,44

Из расчета видно, что к концу июля влажность грунта достигает значений, близких к оптимальным, что позволяет приступить к его разработке.

Приложение 13
Рекомендуемое

Определение времени промерзания грунтов при послойной укладке в насыпь

Время промерзания грунтов при послойной укладке в насыпь определяют с учетом толщины отсыпаемого слоя, влажности грунта и средней за период промерзания температуры воздуха.

Учитывается влияние на грунт замороженного предшествующего слоя и ветра при его скорости до 5 м/с. Время промерзания $\tau_{пр}$ (ч) для суглинка тяжелого и глины вычисляют по формуле

$$\tau_{пр} = h_{сп} e^{(-0,0029W+0,16)t+5,7},$$

где $h_{сп}$ - толщина отсыпаемого слоя, м;

e - основание натурального логарифма; $e = 2,72$;

W - влажность грунта, %;

t - температура воздуха, °С.

Для торфа средней степени разложения время промерзания определяют по формуле

$$\tau_{\text{пр}} = h_{\text{сл}} e^{(-0,00012W+0,12)t+6,0}$$

Для практического пользования результаты расчета времени промерзания приведены в таблице данного приложения.

W, %	h _{сл} , м	Время промерзания, ч, при температуре воздуха, °С				
		-5	-10	-15	-20	-25
Суглинки и глины						
18	0,2	34,0	20,0	11,0	7,0	4,0
	0,3	52,0	30,0	18,0	10,0	6,0
	0,4	69,0	41,0	23,0	13,0	8,0
	0,5	87,0	51,0	30,0	17,0	10,0
20	0,2	35,0	21,0	13,0	8,0	4,5
	0,3	54,0	32,0	19,0	11,5	7,0
	0,4	72,0	43,0	26,0	15,5	9,0
	0,5	90,0	54,0	32,0	19,0	11,5
	0,2	36,0	22,0	13,0	8,0	5,0

	0,3	54,0	33,0	20,0	12,0	7,0
22	0,4	72,0	44,0	26,0	16,0	10,0
	0,5	90,0	54,5	33,0	20,0	12,0
	0,2	38,0	24,0	15,0	10,0	6,0
	0,3	57,0	36,0	23,0	14,5	9,0
24	0,4	76,0	48,0	31,0	19,5	12,0
	0,5	95,0	60,5	38,0	24,5	15,5
	0,2	39,0	25,5	17,0	11,0	7,0
	0,3	58,0	38,0	25,0	16,5	11,0
26	0,4	78,0	51,0	33,5	22,0	14,0
	0,5	99,0	64,0	42,0	27,5	18,0
	0,2	40,0	26,0	17,5	12,0	8,0
	0,3	60,0	40,0	26,5	17,5	12,0
28	0,4	79,5	53,0	35,0	23,0	15,5
	0,5	100,0	66,0	44,0	29,0	19,5
	0,2	40,0	27,0	18,0	12,0	8,0

	0,3	60,5	41,0	27,5	18,5	12,5
30	0,4	80,5	54,0	36,5	29,5	16,5
	0,5	101,0	68,0	45,5	31,0	21,0
	0,2	41,0	28,0	19,0	13,0	9,0
	0,3	61,0	41,5	28,0	19,0	13,0
32	0,4	81,5	55,5	38,0	25,5	17,5
	0,5	102,0	69,0	47,0	32,0	22,0

Торф

	0,2	94,0	60,0	38,0	24,0	15,5
	0,3	141,0	90,0	57,0	36,5	23,0
250	0,4	187,5	119,5	76,0	49,0	31,0
	0,5	235,0	149,5	95,0	61,0	39,0
	0,2	97,0	63,5	42,0	27,0	18,0
300	0,3	145,0	95,0	62,5	41,0	27,0
	0,4	193,0	127,0	83,0	55,0	36,0
	0,5	241,5	158,5	104,0	68,0	45,0

	0,2	99,5	67,0	45,5	31,0	21,0
	0,3	149,0	101,0	68,0	46,0	31,0
350	0,4	199,0	134,5	91,0	62,0	42,0
	0,5	249,0	168,0	114,0	77,0	52,0
	0,2	102,5	71,5	50,0	35,0	24,0
	0,3	154,0,	107,0	75,0	52,0	36,0
400	0,4	205,0	143,0	100,0	69,5	48,5
	0,5	256,0	179,0	125,0	87,0	61,0
	0,2	106,0	76,0	54,5	39,0	28,0
	0,3	158,5	114,0	82,0	59,0	42,0
450	0,4	211,0	152,0	109,0	78,5	56,5
	0,5	264,0	190,0	136,5	98,0	70,5
	0,2	109,0	80,5	60,0	44,0	33,0
	0,3	163,0	121,0	90,0	66,0	49,0
500	0,4	218,0	161,0	119,5	88,5	65,5

	0,5	272,0	202,0	149,0	111,0	82,0
	0,2	112,0	85,5	65,0	50,0	38,0
	0,3	168,0	128,5	98,0	75,0	57,0
550	0,4	224,5	171,0	131,0	100,0	76,0
	0,5	280,5	214,0	163,5	125,0	96,5
	0,2	115,5	91,0	71,5	56,0	44,0
	0,3	173,5	136,5	107,0	84,0	66,0
600	0,4	231,0	182,0	143,0	112,5	88,5
	0,5	289,0	227,0	179,0	141,0	111,0

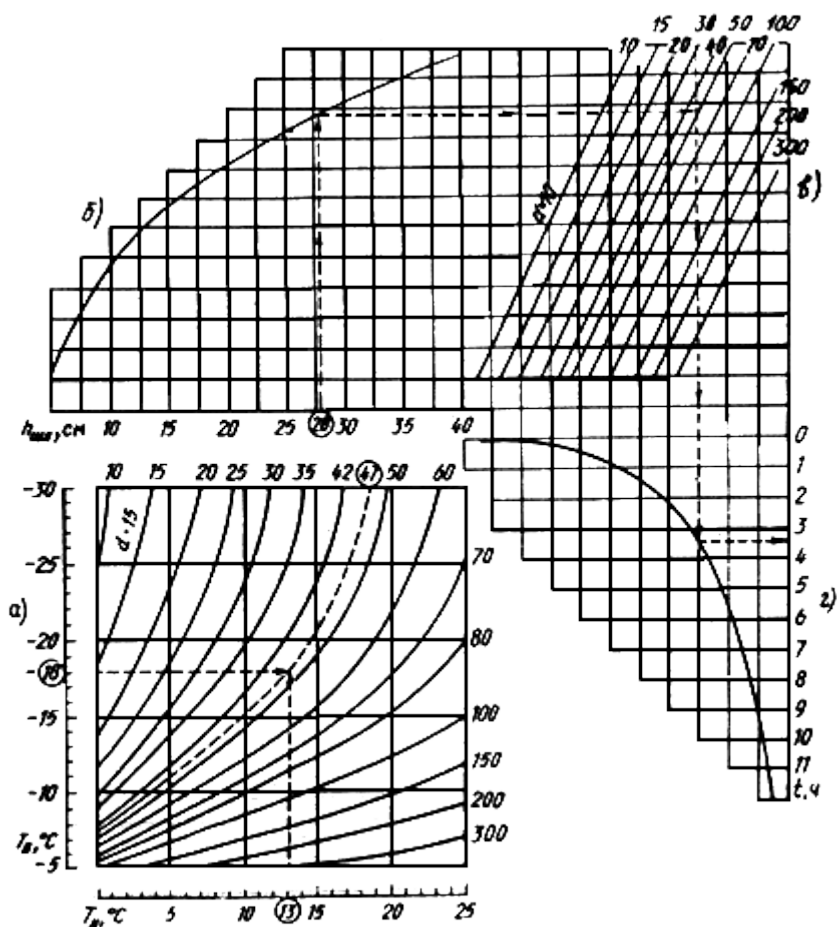
Приложение 14
Рекомендуемое

**Номограмма для определения допустимого интервала времени
на проведение технологических операций по устройству слоя дорожной одежды
из белитового шлама при отрицательных температурах воздуха**

Требуется определить интервал допустимого времени на проведение технологических операций по устройству слоя дорожной одежды из белитового шлама при следующих исходных данных: начальная температура шлама $T_H = 13$ °С, температура воздуха $T_B = -18$ °С, толщина шламового слоя $h_{\text{шп}} = 28$ см.

По графику (см. рисунок, а) определяют значение параметра d . Для этого на вертикальной оси (T_B) отмечают соответствующую температуру - минус 18 °С, а на горизонтальной оси (T_H) -13 °С и восстанавливают из этих точек перпендикуляры до их пересечения. Из точки пересечения перпендикуляров проводят среднюю линию до ее пересечения с верхней шкалой и получают $d = 47$. Затем на шкале графика (см. рисунок, б) из точки $h_{\text{шп}} = 28$ см восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой и из этой точки проводят горизонталь до пересечения с линией, соответствующей $d = 47$ на графике (см. рисунок, в). Из точки пересечения опускают вертикаль до пересечения с кривой

на графике (см. рисунок, г) и находят по вертикальной шкале допустимое время $t = 3$ ч 20 мин.



Номограмма для определения допустимого интервала времени t на проведение технологических операций по устройству слоя дорожной одежды из белитового шлама при отрицательных температурах T_B воздуха:

T_H - начальная температура шлама, °C;

$h_{шп}$ - толщина шламового слоя в плотном теле, см; d - безразмерный параметр

Текст документа сверен по:
официальное издание
Минтрансстрой РСФСР -
М: Союздорнии, 1990