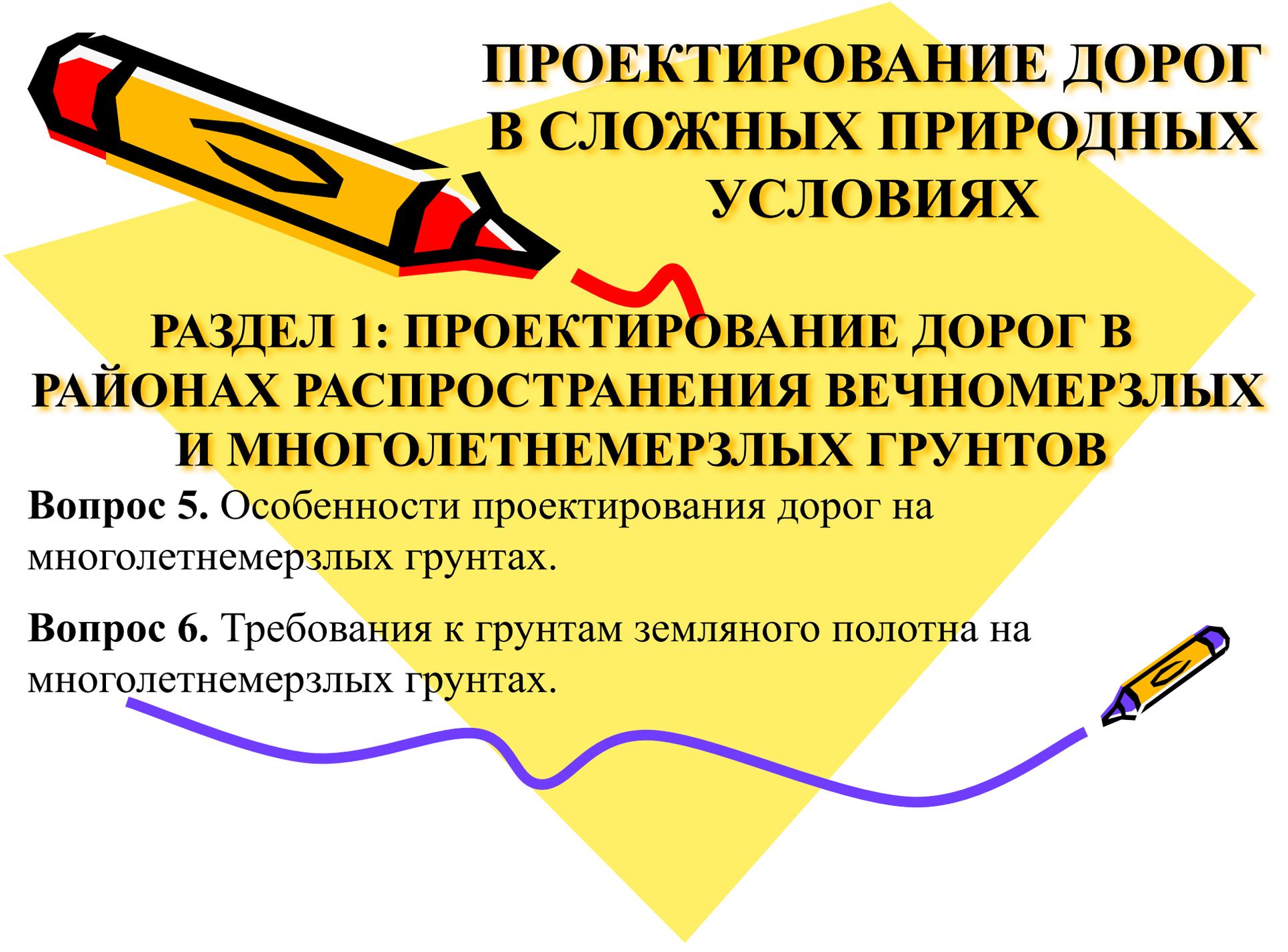


ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ



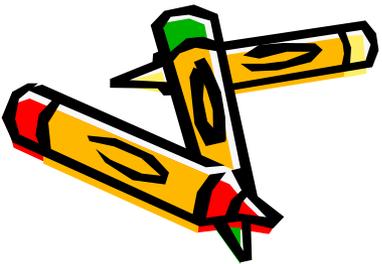
РАЗДЕЛ 1: ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ И МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Вопрос 5. Особенности проектирования дорог на многолетнемерзлых грунтах.

Вопрос 6. Требования к грунтам земляного полотна на многолетнемерзлых грунтах.



Вопрос 4. Особенности проектирования дорог на многолетнемерзлых грунтах



**ФЗ №384-ФЗ
«Технический
регламент о
безопасности
зданий и
сооружений» от
30.12.2009 г.**

План

Продольный профиль
дороги

Основные параметры
поперечного профиля
проезжей части и
земляного полотна

Пересечения и
примыкания

Элементы обустройства
дороги, дорожной и
автотранспортной служб

проектируют

Постановление правительство
Российской Федерации от 26
декабря 2014 г. № 1521 **Об
утверждении перечня
национальных стандартов и
сводов правил (частей таких
стандартов и сводов правил), в
результате применения которых
на обязательной основе
обеспечивается соблюдение
требований Федерального закона
«Технический регламент о
безопасности зданий и
сооружений»**

СП 34.13330.2012.
(СНиП 2.05.02-85*
«Автомобильные
дороги»)

СП 37.13330.2010
(СНиП 2.05.07-91*
«Промышленный
транспорт»)

ГОСТ Р52398-2005
«Классификация
автомобильных
дорог» Основные
параметры и
требования

ГОСТ Р52399-2005
«Геометрические
элементы
автомобильных
дорог»

76 документов

ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЛАНА ЦЕЛЕСООБРАЗНО:

- обходить пониженные места (ложбины, котловины) или пересекать их по кратчайшему направлению;
- проходить через лесные массивы;
- обходить глубокие балки и овраги, а также жилые и производственные постройки с подветренной стороны.

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 мерзлотную съемку;
- поисково-оценочные работы по выявлению грунтовых карьеров и резервов.

В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕРЗЛОТНОЙ СЪЕМКИ В ПОЛОСЕ ВАРЬИРОВАНИЯ ПЛАНА ТРАССЫ ОПРЕДЕЛЯЮТ:

- 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 сезонно оттаивающего слоя;
- просадочность мерзлых грунтов при оттаивании;
- уровень поверхностных и подземных вод, их агрессивность и коррозионная активность;
- тип местности по увлажнению и мерзлотно-грунтовыми условиям;
- карьеры месторождений грунтов, применяемых при сооружении земляного полотна;
- данные для общего геокриологического прогноза.

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ДОРОГИ ПРОЕКТИРУЮТ С УЧЕТОМ:

возможных изменений водно-теплового режима грунтов сезонно оттаивающего слоя и многолетнемерзлых грунтов

режима и высоты снегоотложений

ледотермического режима водотоков, учитывая изменений, которые произойдут в результате освоения территории застройки

эксплуатации возведенных на соседних участках зданий и сооружений

устройства водоотводных канав, подземных и наземных коммуникаций и т.д.

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО, ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ,
ВОДООТВОДНЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ
СООРУЖЕНИЯ ПРОЕКТИРУЮТ С УЧЕТОМ:

→ ТЕПЛОВОГО И МЕХАНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТА С ГРУНТАМИ
ЕСТЕСТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ

→ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ, НАЗНАЧЕНИЯ И КАТЕГОРИИ
АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

→ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТНОСТИ

→ МЕРЗЛОТНО-ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ МЕСТНОСТИ

ВЫСОТА НАСЫПИ В РАЙОНЕ ВМГ НАЗНАЧАЕТСЯ ПО ТРЕМ КРИТЕРИЯМ:

- 1) по наличию многолетней мерзлоты в основании насыпи на определенной глубине с определением по температурному режиму грунтов и по их физическому состоянию — мерзлое или талое основание, принципов проектирования и строительства дорог;
- 2) по снегонезаносимости дорожной конструкции согласно СП 34.13330.2012;
- 3) по условиям увлажнения местности для трех ее типов — сухие, сырые и мокрые места (СП 34.13330.2012, табл. 7.2).

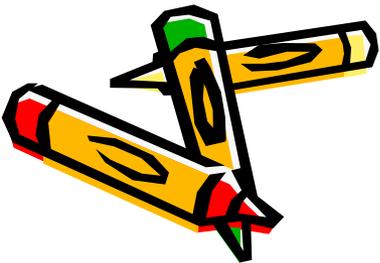
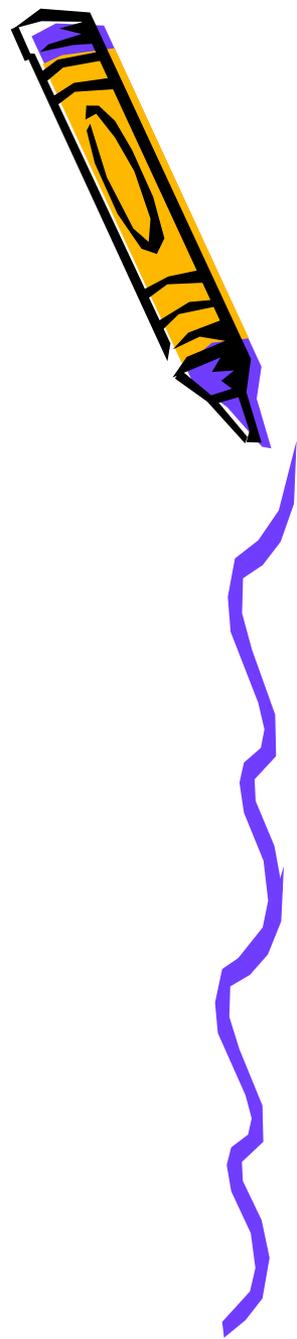
ОСНОВНЫМИ ПРАВИЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ВМГ:

- проектирование земляного полотна, как правило, в невысоких насыпях.
 - устройство выемок допускается в редких случаях на участках с благоприятными грунтово-гидрогеологическими условиями при отсутствии в грунте ледяных линз и прослоек;
- возведение земляного полотна из скальных, крупнообломочных и песчаных грунтов, а при их дефиците — из местных глинистых;
- применение естественных и искусственных теплоизолирующих прослоек;
- применение синтетических материалов в основании, в теле земляного полотна и в основании дорожной одежды;
- замена переувлажненных грунтов деятельного слоя крупнообломочными и песчаными.

ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОГ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВМГ:

- 1) назначают принцип проектирования земляного полотна с учетом дорожно-климатической подзоны, типа местности, мощности сезонно оттаивающего слоя и температурного режима вечной мерзлоты;
- 2) конструируют земляное полотно и дорожную одежду;
- 3) для каждого характерного участка трассы определяют высоту насыпи (глубину выемки) на основе комплекса требований (на устойчивость по инженерно-геологическим условиям с учетом наличия многолетнемерзлых грунтов, по увлажнению местности и на снегонезаносимость);
- 4) назначают и рассчитывают водоотводные и искусственные сооружения;
- 5) разрабатывают варианты индивидуального проектирования для участков с особо сложными мерзлотно-грунтовыми условиями и на основе их технико-экономических показателей принимают наиболее рациональные решения.

**Вопрос 5. Требования к грунтам
земляного полотна на
многолетнемерзлых грунтах**





Крупнообломочные и песчаные грунты (кроме пылеватых песков), а также водостойкие местные материалы (отходы дробильно-сортировочных фабрик, хорошо обожженные горелые породы и т.д.)

допускают для возведения насыпей без ограничений

требование

максимальный размер ребер отдельных камней в грунтовом массиве, укладываемых в нижнюю часть земляного полотна, должен быть не более $\frac{2}{3}$ толщины уплотняемого слоя, а в верхнюю часть (в пределах слоя толщиной 1 м) – не более 30 см.

не следует применять

илистые грунты, жирные глины, трепелы, торфяные и заторфованные; сапропели, лессы, аргиллиты и алевролиты, мергели, глинистые мергели и мергелистые глины; трепел, черноземы, пески барханные и др. (п.7.7 СП34.13330.2012)

ТРЕБОВАНИЯ К ГЛИНИСТЫМ ГРУНТАМ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Часть насыпи	Глубина расположения слоя от низа дорожной одежды, м	Дорожные одежды капитального типа			Дорожные одежды облегченного типа		
		Тип местности по характеру поверхностного стока, степени увлажнения и мерзлотно-грунтовым условиям					
		1 - сухие места	2 - сырые места	3 - мокрые места	1 - сухие места	2 - сырые места	3 - мокрые места
Верхняя	До 1,5	Супеси легкие, суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц менее 35 % и глинистых менее 15 %	Супеси легкие с содержанием пылеватых частиц менее 35 % и глинистых менее 5 %	Супеси легкие и суглинки легкие, суглинки и глины с содержанием пылеватых частиц менее 50 % и глинистых менее 20 %	Супеси и суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц менее 35 % и глинистых менее 15 %		
Нижняя неподтапливаемая	1,5-6	Супеси легкие, суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц менее 35 % и глинистых менее 15 %	Супеси и суглинки легкие, суглинки и глины с содержанием пылеватых частиц менее 55 % и глинистых менее 25 %	Супеси и суглинки легкие с содержанием пылеватых частиц менее 35 % и глинистых менее 15 %	Супеси и суглинки легкие, суглинки и глины с содержанием пылеватых частиц менее 60 % и глинистых менее 20 %		

Пригодность глинистых
грунтов для сооружения
земляного полотна

испытание грунтовых проб и
образцов, отобранных в
карьерах и резервах

ОПРЕДЕЛЯЮТ

зерновой состав

влажность на границах раскатывания и текучести

объемный и удельный вес

оптимальную влажность и максимальную плотность

засоленность грунта

набухание

коэффициент пучения

НАИМЕНЬШИЙ КОЭФФИЦИЕНТ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА В НАСЫПЯХ НАЗНАЧАЮТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ:

- расположения слоя грунта в насыпи по высоте;
- типа покрытия;
- дорожно-климатической зоны.

Наименьшие значения коэффициента уплотнения грунта K_u

Часть насыпи	Глубина расположения от низа дорожной одежды, м	Подзоны I дорожно-климатической зоны								
		I ₁ - северная подзона			I ₂ - центральная подзона			I ₃ - южная подзона		
		Тип дорожной одежды								
		Капитальный	Облегченный	Переходный и низший	Капитальный	Облегченный	Переходный и низший	Капитальный	Облегченный	Переходный и низший
Верхняя	0,0-0,4	0,97-0,96	0,96	0,94	0,98-0,97	0,97	0,95	0,98-1,00	0,98	0,96
	0,1-1,0	0,96-0,94	0,93	0,93	0,97-0,96	0,95	0,94	0,98-0,97	0,96	0,95
	1,0-1,5	0,95-0,93	0,91	0,90	0,96-0,95	0,94	0,92	0,97-0,96	0,95	0,93
Нижняя неподтапливаемая	1,5-6,0	0,93-0,90	0,90	0,90	0,94-0,92	0,91	0,91	0,95-0,93	0,92	0,92
Нижняя подтапливаемая	1,5-6,0	0,96-0,93	0,93	0,92	0,97-0,94	0,94	0,93	0,98-0,95	0,95	0,95

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ЗП



КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ЗП

1. Суммарная влажность (льдистость), %;
2. Степень водонасыщения (льдонасыщения);
3. Коэффициент просадочности при оттаивании (термопросадочность);
4. Тип льда - цемента (криогенная структура);
5. Тип криогенной текстуры;
6. Прочность на раздавливание, Мпа;
7. Прочность по ударнику СоюздорНИИ (при температуре -5°C)

группы

сыпучемерзлые

сухомерзлые

тврдомерзлые

льдонасыщенные

**льдогрунтовые
массы**

сыпучемерзлые

мерзлые (морозные) песчаные грунты, не сцементированные льдом из-за малой влажности (с суммарной влажностью до 3%), а также пески пылеватые с влажностью не более 8%

сухомерзлые

мерзлые песчаные грунты с суммарной влажностью до 6%, гравийно-песчаные грунты с влажностью заполнителей до 6%. Прочность на сдвиг при температуре минус 0,8°C до 0,5 МПа и не превышает усилий резания серийными землеройными транспортными машинами. Прочность их на раздавливание не более 1,0 МПа

тврдомерзлые

мерзлые песчаные грунты прочно сцементированные льдом, с хрупким разрушением и практически не сжимаемые. При дроблении и уплотнении пористость грунтов возрастает, а при вытаивании льда начинается деформация за счет уплотнения структуры - скелета. Мерзлые мелкие пылеватые пески относятся к твердомерзлым при суммарной влажности от 6% до полной влажности 7-17 (20%)

льдонасыщенные

мерзлые грунты прочно сцементированные льдом с суммарной влажностью до полной влагоемкости 21-38%, при степени водонасыщенности (льдонасыщения) 0,8-0,9. Под нагрузкой эти грунты проявляют свойства ползучести, т.е. течения, при оттаивании скелета грунта деформируются под гидростатическом напором избыточной воды, поступающей из пор. На откосах из таких грунтов образуются сплывы, оползни

льдогрунтовые массы



частицы и агрегаты грунта находятся во взвешенном состоянии и не образуют скелета.

Пригодность льдогрунтовой массы оценивается по показателю уплотняемости и мгновенной сдвиговой прочности при суммарной влажности образцов грунта в пределах: 0 , 3, 3-6, 6-14, 14-20, 20-28 и 28-38%.

Показатель уплотняемости грунтов определяется на приборах СОЮЗДОРНИИ. Прочностные характеристики определяют по соответствующим ГОСТам, а прочность - гидростатическим взвешиванием.

ПРИГОДНОСТЬ ГРУНТОВ ДЛЯ ЗП:

- ❑ 1. **Сыпучемерзлые грунты** пригодны и могут применяться для возведения земляного полотна **без ограничений**.
- ❑ 2. **Сухомерзлые грунты** пригодны для сооружения земляного полотна **при послойном их уплотнении** решетчатыми и вибрационными катками и **с учетом осадки до уплотнения при оттаивании**.
- ❑ 3. **Твердомерзлые песчаные грунты** допускается укладывать в насыпи, при условии содержания в массе талого грунта **не выше 30% по объему** в сезонноталом слое и **50% в пределах прогнозируемого вечномерзлого ядра насыпи**, с тщательным послойным уплотнением.
- ❑ 4. **Льдонасыщенные мерзлые грунты без предварительной подготовки** укладывать в земляное полотно **не допускается**.
- ❑ 5. **Льдонасыщенные песчаные грунты** можно использовать для **заготовки талого грунта** в карьерах методом послойного радиационного оттаивания с бульдозерной срезкой оттаивающего грунта.
- ❑ 6. Талые и заблаговременно оттаянные грунты разрешается укладывать в земляное полотно с соблюдением требований СП 34.13330.2012.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЕЧНОМЕРЗЛЫМ ГРУНТАМ ДЛЯ СООРУЖЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Характеристики мерзлых грунтов	Грунты				Льдогрунтовая масса
	сыпуче-мерзлые	сухо-мерзлые	твёрдо-мерзлые	льдонасыщенные	
<u>1</u>	2	3	4	5	6
Суммарная влажность (льдистость), %	0-3	3-6	7-17(20)	21-38	38-99
Степень водонасыщения (льдонасыщения)	0-0,01	0,01-0,1	0,1-0,8	0,8-0,9	0,9
Коэффициент пористости	0,48-0,63	0,5-0,66	0,56-0,71	0,71-0,9	0,9
Коэффициент просадочности при оттаивании (термопросадочность)	0	0-0,01	0,01-0,04	0,05-0,2	0,2
Тип льда - цемента (криогенная структура)	Контактный	Контактный и пленочный	Пленочный и поровый	Поровый и базальный	Базальный
Тип криогенной текстуры	-	Массивная	Массивная	Массивная, редко-слоистая и сетчатая	Сетчатая (блоковая)
Прочность на раздавливание, МПа		0-1	1-30	9-20	9-15
Прочность по ударнику СоюздорНИИ (при температуре -5°С)		10'	10-200	100-200	100-150
Наименование по СНиП 2.04.05-89 ГОСТ 25100	Сыпучемерзлые	Твёрдомерзлые		Пластичномерзлые	