

« ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ »



А.Ф. Колос

ТЕМА:

«Проектирование земляного полотна железных дорог на вечномёрзлых грунтах»
(часть 1)

ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА
АЛЕКСАНДРА I

Кафедра «Строительство дорог транспортного комплекса»

Рассматриваемые вопросы:

1. Основные проблемы эксплуатации железных дорог в условиях вечной мерзлоты.
2. Принципы строительства зданий и сооружений на вечномёрзлых грунтах.
3. Методы обеспечения прочности и устойчивости земляного полотна
4. Требования к грунтам земляного полотна и основные требования проектирования.
5. Основные сведения о конструкциях земляного полотна.

1. Основные проблемы эксплуатации железных дорог в условиях вечной мерзлоты.

Проблемы, связанные с эксплуатацией земляного полотна в районах вечной мерзлоты связаны с:

недостаточной изученностью проблемы

отступлениями от проектных решений

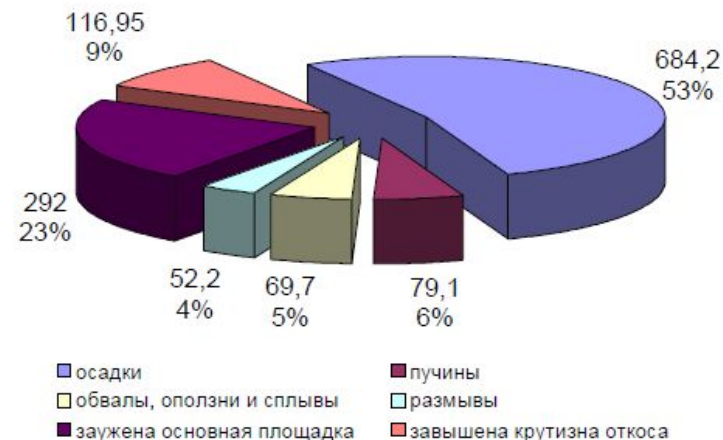
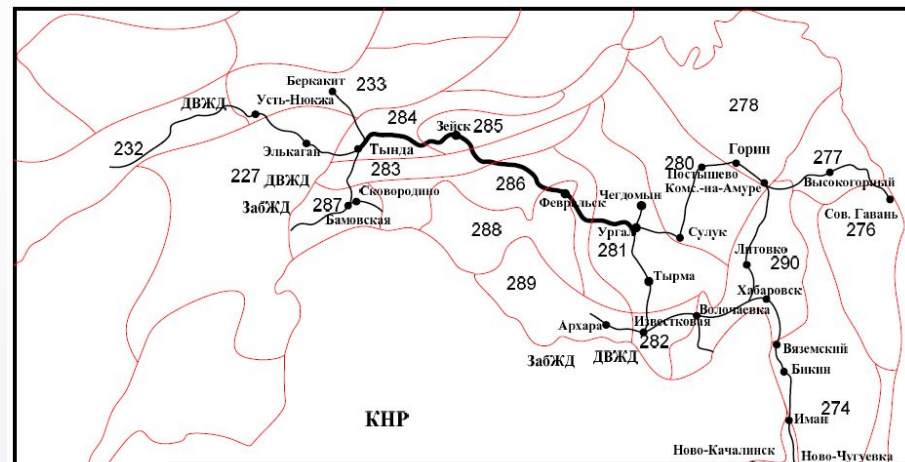
использованием материалов, неудовлетворяющих стандартам

низким качеством усиления земляного полотна

издержками при текущей эксплуатации

ИЗБЫТОЧНОЕ УВЛАЖЕНИЕ ГРУНТОВ ТЕЛА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА И ЕГО ОСНОВАНИЯ

Северный широтный ход



Протяженность деформаций и дефектов Северного широтного хода

2. Принципы строительства зданий и сооружений на вечномёрзлых грунтах.

I принцип:

Многолетнемерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения

II принцип:

Многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии:

- с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения;
- с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения.

I принцип:

Применяется, если
грунты основания
можно сохранить в

течение всего периода
эксплуатации
сооружения.

II принцип:

Предполагается, что грунты
основания находятся в оттаивающем
или оттаявшем состоянии.

- многолетнемерзлых грунтов,
- когда по техническим и конструктивным особенностям сооружения и инженерно-геокриологическим условиям участка при сохранении мерзлого состояния грунтов основания не обеспечивается требуемый уровень надежности строительства

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ:

ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ПО *I ПРИНЦИПУ* СТРОИТЕЛЬСТВА

3. Методы обеспечения прочности и устойчивости земляного полотна

Размещением трассы на участках:

- с прочным и недостаточно прочным основанием;
- выемок в устойчивых грунтах при оттаивании.

С использованием для возведения насыпей грунтов, имеющих лучшие строительные свойства и в меньшей мере подверженных изменению состояния под воздействием природных факторов

Использование конструктивных и организационно-технологических мер, направленных на ограничение величины, интенсивности и неравномерности осадок и морозного пучения грунтов земляного полотна и его основания

Текущее содержание пути

создание запасов по ширине и высоте насыпей в соответствии с расчетной величиной деформации грунтов основания

подготовка искусственного основания и применение противодеформационных конструкций

минимальное нарушение естественного растительно-мохового покрова в пределах участков земляного полотна со слабым и просадочным основанием

минимальное нарушения режима поверхностной и грунтовой воды в пределах участков земляного полотна со слабым и просадочным основанием

производство земляных работ по возведению насыпей в зимнее время

4. Требования к грунтам земляного полотна и основные требования проектирования

Основные требования проектирования:



- Минимальное использование выемок;
- По условию снеготранспорта;
- Обеспечение естественного водоотвода и сохранение мохорастительного покрова;
- Не допускать сооружения насыпей из резервов;
- Максимальное использование разведанных запасов талых и сыпучемерзлых песчаных грунтов;
- Прогнозирование положения мерзлоты в теле и в основании насыпей под основной площадкой;
- Применение способов управления температурным режимом грунтовых массивов;
- Применение армирующих и дренирующих прослоек на участках использования переувлажненных и пылеватых грунтов;

Требования к грунтам земляного полотна

Грунты, используемые для сооружения земляного полотна должны обладать физико-механическими свойствами, обеспечивающими достаточную прочность (несущую способность) основной площадки при самом неблагоприятном режиме увлажнения

По степени пригодности вечномерзлые грунты

↓

Сыпучемерзлые

↓

Сухомерзлые

↓

Твердомерзлые

↓

Льдонасыщенные

↓

Льдогрунтовая
масса

↓

Используемые
без
ограничений

↓

Пригодны при
условии
обеспечения
расчетной
осадки
доуплотнения
при оттаивании

↓

При содержании в
массе талого
грунта не более 30
% по объему в слое
сезонного
оттаивания и 50 %
в пределах
прогнозируемого
вечномерзлого
ядра насыпи

↓

НЕ
ДОПУСКАЕТСЯ

↓

НЕ
ДОПУСКАЕТСЯ

5. Основные сведения о конструкциях земляного полотна.

Конструкции земляного полотна на вечномёрзлых грунтах

Типовые решения

- на участках трассы с наличием прочных и недостаточно прочных оснований;
- с наличием устойчивых в откосах грунтов.

Индивидуальные проекты

- в случаях предусмотренных СТНЦ-01-95 (СП 119.13330.2012);
- на участках марей;
- на участках с активным развитием или возможным возникновением термокарстового процесса;
- на участках с наличием сезонных и многолетних бугров пучения;
- на косогорах, сложенных сильнольдистыми нескальными грунтами, имеющими при оттаивании относительную осадку более 0,10;
- на участках наледей;
- при использовании твердомерзлых песчаных грунтов.

5. Основные сведения о конструкциях земляного полотна.

Основные конструктивные требования:

1. *Ширина земляного полотна*, крутизна откосов и очертание верха земляного полотна типовой конструкции назначается по нормам СП 119.13330.2012 (СТН Ц -01-95) в зависимости от вида, состояния и строительных свойств используемого грунта с учетом возможного изменения его прочностных и деформативных характеристик при воздействии поездных нагрузок и процесса промерзания-протаивания.
2. *Минимальную высоту насыпей* на всех видах оснований назначают:
 - по условиям проектирования продольного профиля;
 - с учетом предохранения пути от снежных заносов;
 - с учетом перелива и подпора воды водотоков и водоемов;
 - на участках со слабыми и просадочными основаниями по результатам теплотехнических расчетов, выполняемых по условию сохранения поверхности вечномерзлого грунта на заданном уровне;
 - по условию предохранения пути от неравномерного пучения грунтов;
 - по условию упругих деформаций недопустимой величины.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ

На участках в пределах которых возникают осадки земляного полотна за счет деформирования грунтов деятельного слоя и оттаивающих вечномерзлых грунтов, необходимо предусматривать противодеформационные мероприятия с учетом местных мерзлотно-грунтовых, гидрометеорологических, геоморфологических и других условий:

рациональное использование скальных, галечно-гравийных, щебенистых и глинистых грунтов

рациональное использование специальных конструкций земляного полотна с использованием теплоизоляционных материалов и геотекстиля, устройства дренажей и т. д.

назначение высоты насыпей по условиям сохранения поверхности вечномерзлых грунтов основания на расчетном уровне

увеличение ширины основной площадки земляного полотна с учетом расчетных величин осадки грунтов основания

создание запаса по высоте насыпей

устройство основания из дренирующих грунтов

устройство тепловой изоляции или берм

организационно-технологические мероприятия, определяющие способы и время производства работ и меры по минимальному нарушению естественного растительно-мохового покрова

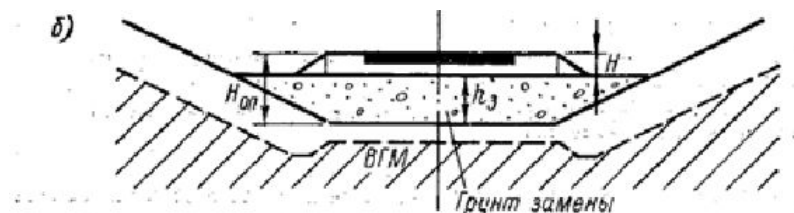
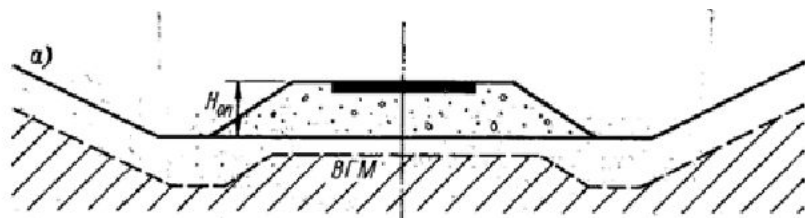
рациональное размещение водопропускных сооружений и устройств, обеспечивающее минимальное нарушение естественного режима поверхностной и грунтовой воды

Назначение высоты насыпей по условиям сохранения поверхности вечномерзлых грунтов основания на расчетном уровне

Устойчивость насыпи обеспечивается определенной высотой, при которой верхняя граница вечномерзлой толщи грунтов сохраняется на определенном уровне и осадка земляного полотна не будет превосходить допустимой величины.

Оптимальной называется высота насыпи, при которой ее осадка от оттаивания грунтов основания не будет превосходить расчетной величины.

ВЫЕМКИ:



Определение оптимальной высоты насыпи:

$$H_{\text{оп}} = H_{\text{н}} - \frac{H_{\text{н}} \cdot S}{H_{\text{т}}} \left(\frac{1}{\delta} - 1 \right) - S$$

$H_{\text{н}}$ - глубина сезонного оттаивания конструкции насыпи, м;

$H_{\text{т}}$ - глубина сезонного оттаивания грунтов основания насыпи до ее сооружения;

δ - относительное сжатие грунтов основания при оттаивании под нагрузкой;

S – расчетная осадка насыпи

В горных районах:
учитывается экспозиция склона

$$H_{\text{оп}} = k_{\text{э}} H_{\text{н}} - \frac{H_{\text{н}} \cdot S}{H_{\text{т}}} \left(\frac{1}{\delta} - 1 \right) - S$$

Расчет оттаивания насыпей и их оснований, состоящих из нескольких разнородных слоев ведется по методу эквивалентных слоев

Определение осадки насыпи и основной площадки выемки:

Осадка
насыпи, S

В результате
деформирования грунтов
деятельного слоя,

В результате оттаивания
вечномерзлых грунтов
основания,

$$S = S_o + S_D$$

Определение осадки насыпи и основной площадки выемки:

Осадку деятельного слоя:

$$S_{\text{д}} = \sum_{i=1}^n e_i \cdot h_{\text{д}-i}$$

где:

e_i - модуль осадки отдельной разновидности деятельного слоя;
 $h_{\text{д}-i}$ - мощность отдельной разновидности деятельного слоя.

Осадку за счет оттаивания вечномерзлых грунтов:

$$S_o = \delta \cdot h_o = (A + a \cdot p_{\text{н}}) \cdot h_o$$

где

δ - относительная осадка оттаивающих вечномерзлых грунтов основания, определяемая согласно требованиям **СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах»** по данным инженерно-геологических изысканий;
 h_o - расчетная величина понижения поверхности вечномерзлых грунтов основания относительно ее положения в естественных условиях, см;
 a - коэффициент сжимаемости оттаивающего грунта, см²/кгс;
 A - коэффициент, учитывающий величину осадки за счет оттаивания вечномерзлого грунта;
 $p_{\text{н}}$ - удельное давление насыпи (по ее оси) на оттаивающий грунт основания, кПа (кгс/см²).

Увеличение ширины основной площадки земляного полотна с учетом расчетных величин осадки грунтов основания

$$S_c = S_э = \frac{1}{2} S$$

S_c – осадка в период строительства, $S_э$ – осадка в период эксплуатации

