

VI международная научно-практическая
конференция «МОСТЫ И ДОРОГИ: СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА
И РЕКОНСТРУКЦИИ» 9–11 апреля 2025, Москва

Определение деформационных характеристик оттаивающих грунтов оснований дорог с учетом динамических нагрузок

ЦАРАПОВ МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ

С.Н.С., К.Г.-М.Н.

КАФЕДРА ГЕОКРИОЛОГИИ, ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ, МГУ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

Объект исследования

участок опоры №1 моста на 603 км железнодорожной линии Коротчаево-Новый Уренгой (Северный широтный ход)

Проблема

по данным геотехнического мониторинга наблюдаются деформации опоры моста, предположительно связанные с оттаиванием грунтов основания, усугубляющим уменьшением значений деформационных характеристик воздействием динамической нагрузки от проходящих железнодорожных составов



★ Инженерно-геологическая скважина

Особенности грунтов при оттаивании:

- Лавинное разрушение криогенных связей
- Возникновение деформаций при оттаивании
- Увеличение деформаций в процессе оттаивания при динамических нагрузках

Неустойчивость структуры ↓

Сжимаемость ↑

Водопроницаемость ↑

Деформация (осадка)

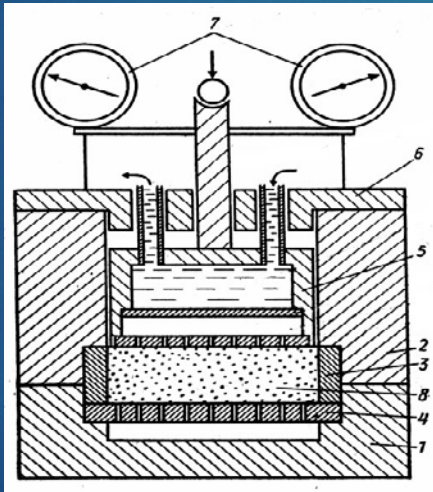
Коэффициент оттаивания
 A_{th} , д.е.

Коэффициент сжимаемости m_{th} , МПа⁻¹

Метод компрессионного сжатия оттаивающего грунта

Схема одометра

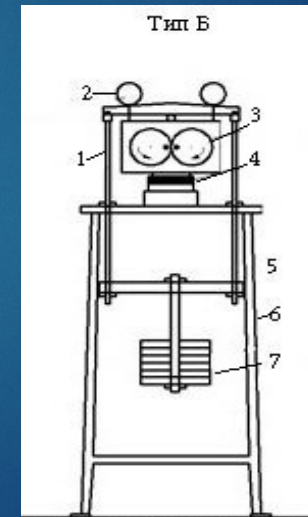
1- основание; 2 – направляющий цилиндр; 3 – рабочее нетеплопроводное кольцо; 4 – перфорированный диск; 5 – штамп; 6 – крышка; 7 – индикаторы; 8 – грунт.



Установка для статико-
динамических
исследований грунтов



Принципиальная схема статико-
динамических компрессионных приборов
1 — тяги; 2 — индикатор часового типа; 3 —
динамометр; 4 — винтовой пресс; 5 —
вибратор; 6 — штатив; 7 — груз



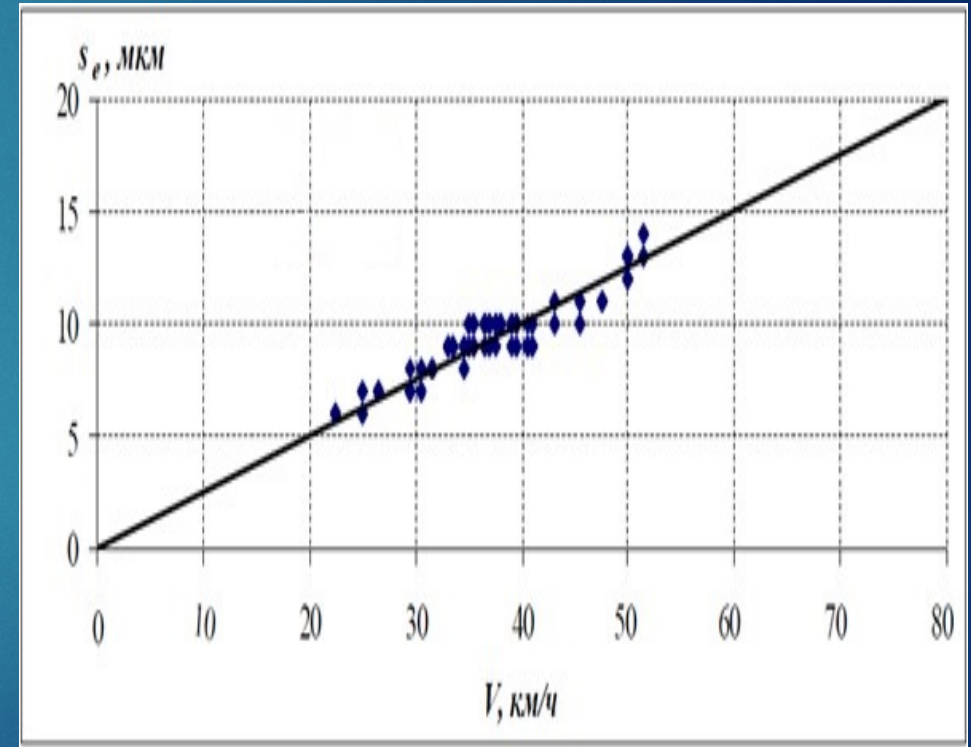
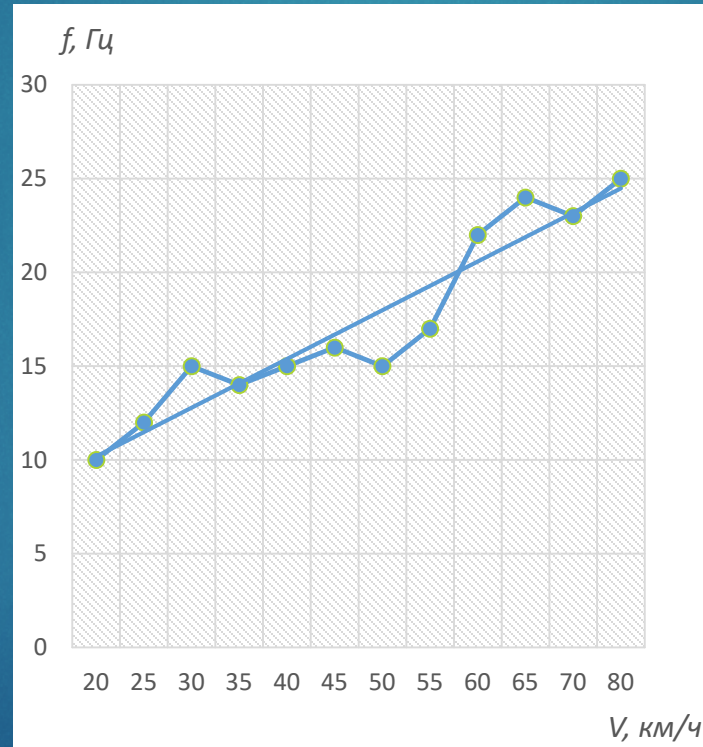
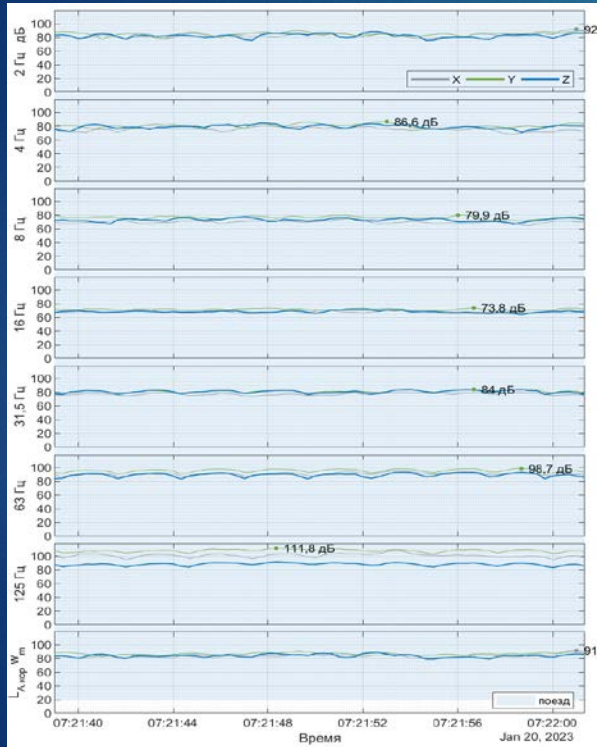
Зависимость
максимального уровня
виброускорений, дБ, от
частоты колебаний, Гц:
2.1 – 16 Гц; 2.2 - 125 Гц



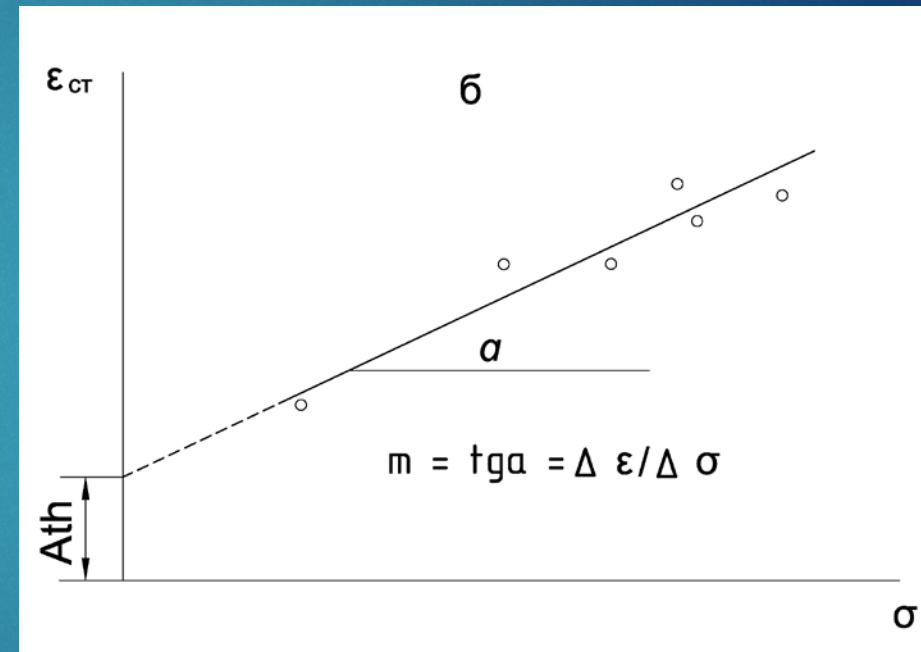
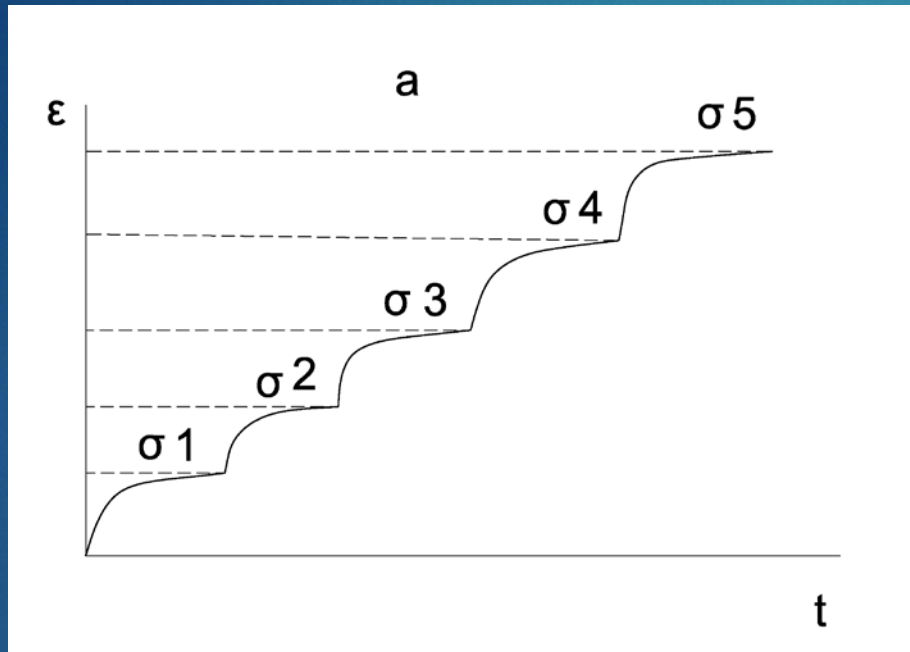
График зависимости
частот колебаний от
скорости движения
ЛОКОМОТИВА



Зависимость среднеквадратического
значения виброперемещения
оттаивающего грунта от скорости
движения подвижного состава



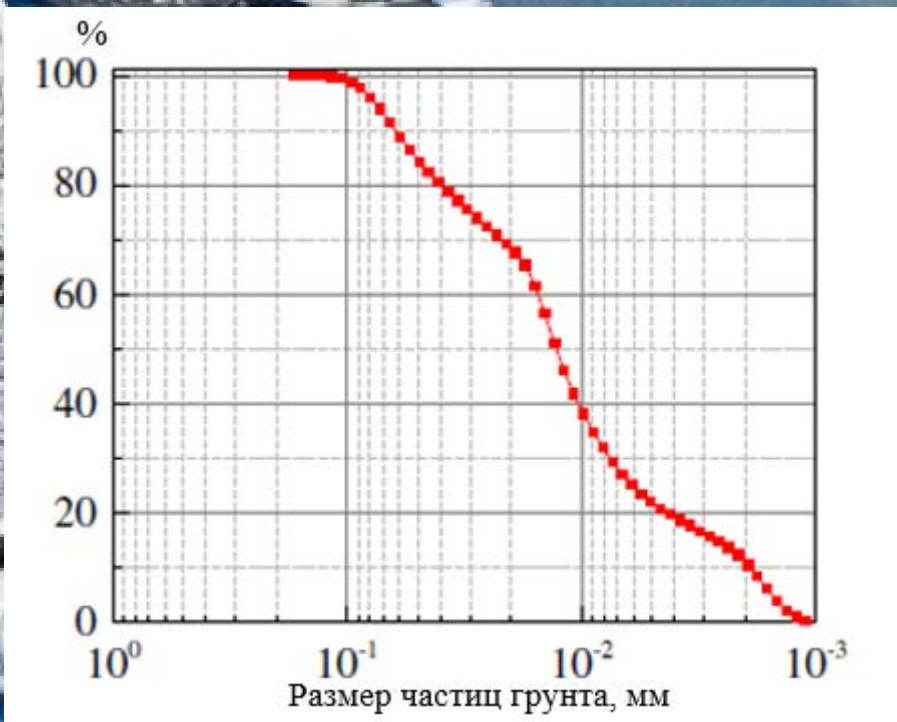
Зависимости развития относительной осадки от времени при каждой ступени нагружения (а), относительной условно-стабилизированной осадки от напряжения (б)



Определяются деформационные характеристики оттаивающего грунта: коэффициент оттаивания (A), равный относительной стабилизированной осадке оттаивания без нагрузки, и коэффициент сжимаемости (m), равный тангенсу угла наклона прямой к оси абсцисс.

Основные физические свойства суглинки

Плотность частиц грунта, ρ_s , г/см ³	Предел текучести WL %	Предел пластичности и W_p %	Число пластичности Ip	Плотность грунта, ρ , г/см ³	Влажность, W %
2,74	36,98	25,19	11,8	1,74	32



Гранулометрический состав суглинки

Результаты испытаний оттаивающего суглинистого грунта при статическом и динамическом режимах

Статический режим (ГОСТ 12248.10—2020)			Динамический режим (частота 16 Гц)			Коэффициент виброползучести, K_{vpth}	ΣA , %	Σm , %
A_{th} , д.е.	m_{th} , МПа-1	E_{th} , МПа	A_{vpth} , д.е.	m_{vpth} , МПа-1	E_{vpth} , МПа			
0,082	0,093	8,7	0,097	0,148	5,46	0,630	16	37

ВЫВОДЫ

1. ИСПЫТАНИЯ В КОМПРЕССИОННОМ ПРИБОРЕ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ЗАДАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАГРУЗКИ ПОКАЗАЛИ, ЧТО ИССЛЕДУЕМЫЕ ГРУНТЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРОЯВЛЯЮТ СВОЙСТВА ВИБРОПОЛЗУЧЕСТИ.
2. ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРИРОСТА ДЕФОРМАЦИЙ В ОТТАИВАЮЩИХ ГРУНТАХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ВЫШЕ, ЧЕМ В ОТТАИВАЮЩИХ ГРУНТАХ БЕЗ ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ.
3. ВОЗНИКАЮЩЕЕ ОТ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НАПРЯЖЕНИЕ В ОТТАИВАЮЩИХ ГРУНТАХ ИМЕЕТ СЛОЖНОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ.
4. ИССЛЕДУЕМЫЕ ГРУНТЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ АМПЛИТУДЕ 5 МКМ И ЧАСТОТЕ 16 ГЦ ИМЕЮТ В СРЕДНЕМ КОЭФФИЦИЕНТ ВИБРОПОЛЗУЧЕСТИ $K_{вртн}=0,63$ (РЕКОМЕНДУЕМЫЙ).
5. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЗВОЛЯЮТ СДЕЛАТЬ ВЫВОД О ТОМ, ЧТО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ОТТАИВАЮЩИХ ОСНОВАНИЙ НАСЫПЕЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ ТРЕБУЕТСЯ ВНЕСЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В РАСЧЕТНУЮ СХЕМУ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.
6. СЛЕДУЕТ ОТМЕТИТЬ НЕОБХОДИМОСТЬ ДАЛЬНЕЙШИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ВИБРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЕЗДОВ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИХ ДВИЖЕНИЯ, НА ОТТАИВАЮЩИЕ ОСНОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.



Спасибо за внимание!

