

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПО ДАННЫМ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ ВЕТВЕЙ НАГРУЖЕНИЯ ПРИ КОМПРЕССИОННОМ И ШТАМПОВОМ ИСПЫТАНИЯХ**

**Н.А. Зарипова**

Научный руководитель профессор Л.А. Строкова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

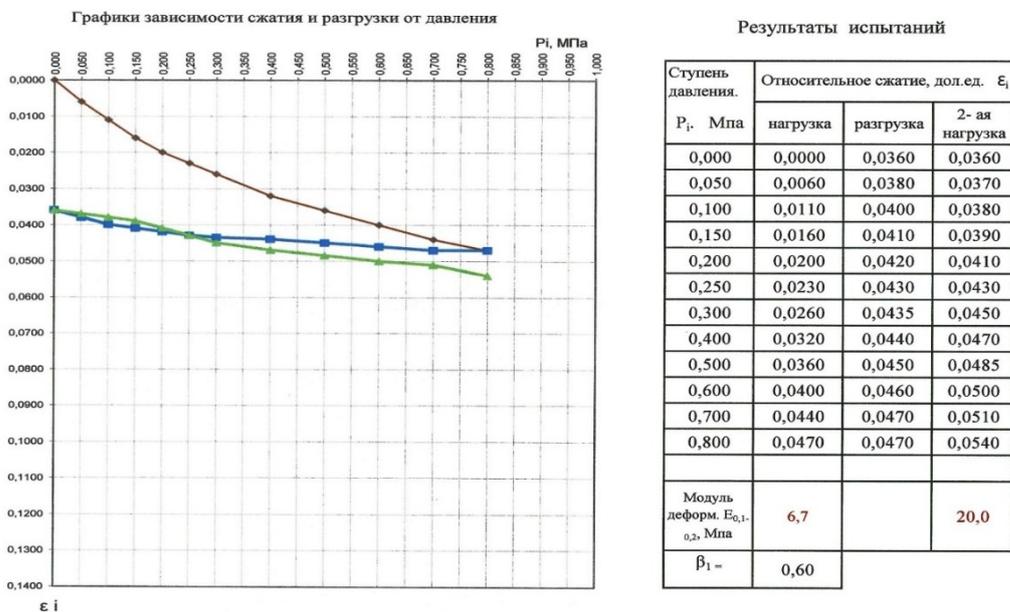
Современные тенденции развития и усложнения разработки уникальных проектов зданий и сооружений для промышленного и гражданского строительства, приводят к необходимости выполнения расширенного комплекса инженерно-геологических исследований. Уникальные здания и сооружения, а также сооружения с высокими нагрузками на фундамент и, соответственно, с большей сжимаемой толщей грунтов основания – как известно, именуются и классифицируются согласно нормативной литературе, как здания и сооружения повышенного (первого) уровня ответственности. Часто, для проектирования требуются дополнительные исследования грунта, проведение расширенного комплекса лабораторных и полевых работ (некоторые из них: трехосное сжатие, испытания грунтов на вибростабилометрах, шариковым штампом, повторная консолидация грунтов, исследования свойств в переуплотненном состоянии для оценки и прогнозирования несущей способности грунтов и др.)

В данной статье автор освещает результаты анализа модулей деформации грунта, полученных по следующей схеме: первичное нагружение – разгрузка - вторичное нагружение (компрессионные и штамповые испытания), а также сравнивает полученные модули деформации, расчетные коэффициенты сжимаемости  $m_0$  и повышающие коэффициенты  $m_{0ed}$ . Анализ данных проведен благодаря материалам компаний ООО «Сибгипротранс» и ООО «ГЕОСТРУКТУРА».

Испытания выполнены для следующих грунтов:

1. Суглинки мягкопластичные и полутвердые (ргII-III, J2-3)
2. Супеси твердые и пластичные (P)
3. Глины твердые (J2-3)
4. Насыпной песок мелкий с вкл. щебня 30-40% (уплотненная, слежавшаяся насыпь), tIV
5. Насыпной грунт: песчано-щебенитое основание (уплотненная неслежавшаяся насыпь), tIV.

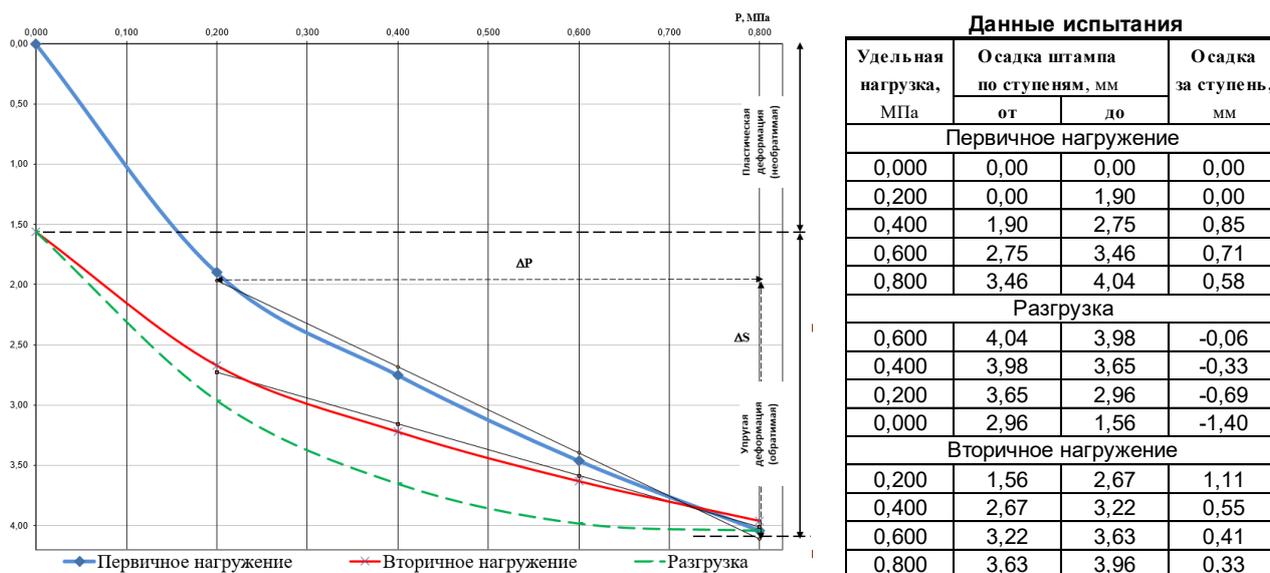
Для глинистых грунтов, по специальному заданию, для определения модуля деформации по ветви повторного нагружения проведена первичная нагрузка, далее разгрузка образца грунта, а затем повторное нагружение. Последняя ступень разгрузки и начало повторного нагружения составляли 0,025 МПа и 0,80 МПа. Повторное нагружение проведено в последовательности, аналогичной последовательности первого нагружения (рис.1,2). Лабораторный комплекс выполнен для 355 монолитов.



**Рис.1,2. Пример паспорта по определению сжимаемости грунта с нагрузкой на приборе КПП**

По аналогичному принципу проведены испытания грунтов вертикальной вдавливающей нагрузкой (штампами) для насыпных песчаных и крупнообломочных грунтов (площадь штампов 1000 и 5000 см<sup>2</sup> нагрузки (от 0,1 МПа до 0,80 МПа). Модуль деформации также рассмотрен при нагрузке 0,2-0,1 МПа (Рис.3,4).

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОЭКОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**



**Рис. 3,4 Пример паспорта испытания грунтов плоским штампом  $F=5000 \text{ см}^2$**

Массив данных, полученный по результатам обработки материалов, сведен в итоговую таблицу.

*Таблица*

**Модули деформаций  $E_{v1}$ ,  $E_{v2}$ , расчетные коэффициенты сжимаемости  $m_0$  и повышающие коэффициенты  $E1/E2$  (тоед)**

Название грунта	$E1$ , МПа	$E2$ , МПа	$m_{10}$ , д.ед	$m_{20}$ , д.ед	$m_{10}/m_{20}$ , д.ед	$E2/E1$ , тоед
Суглинки магнепластичные, ргII-III	4,0	10,4	0,031	0,010	3,1	2,6
Суглинки полутвердые, $J_{2-3}$	10,8	19,4	0,010	0,005	2,0	1,8
Супеси твердые, с включениями дресвы до Р	11,3	37,1	0,010	0,003	3,3	3,3
Супеси пластичные, Р	9,8	23,6	0,012	0,005	2,4	2,4
Глины твердые, $J_{2-3}$	11,4	22,8	0,005	0,002	2,5	2,0
Насыпной песок мелкий с вкл. щебня 30-40% (уплотненная, слежавшаяся насыпь), tIV	182,6	266,0	-	-	-	1,5
Насыпной грунт: песчано-щебенитое основание (уплотненная несслежавшаяся насыпь), tIV	61,8	130,2	-	-	-	2,1

В результате проведенного анализа, установлена разница между модулями деформации по ветвям первичного и вторичного нагружения, а также разница коэффициентов сжимаемости.

Разница превышений  $E_{v1}$  и  $E_{v2}$  составили от 1,5 до 3,3 д.е, тогда как коэффициенты сжимаемости при увеличении нагрузок уменьшаются от 2,0 до 3,3 раз.

Из вышеприведенных данных можно сделать следующие выводы:

- 1) Модули деформаций по вторичной ветви нагружения увеличиваются в среднем на величину от 15% до 33%, в зависимости от вида грунта и степени уплотнения;
- 2) Коэффициенты сжимаемости уменьшаются на величину от 24% до 33%, что подтверждает обратно пропорциональную зависимость модуля деформации и сжимаемости грунта;
- 3) Возможно, повышающие коэффициенты, уместно применять для единых видов грунтов, при наличии полевых и лабораторных испытаний, и условия вывода переходных коэффициентов для интерпретации вторичных нагрузок по результатам, штампоопытов и лабораторных испытаний, для полного анализа характеристик, при отсутствии какого-либо одного из 4-х этапов испытаний. Данный вывод нуждается в доработке и дальнейшем анализе, сборе данных по различным видам грунтов, но не исключает дальнейшее его применение в конкретных случаях.

**Литература**

1. ГОСТ 12248-2010 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. 2010 г.
2. Гост 20276-2012 Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. 2012 г.
3. Технический отчет по инженерно-геологическим и геотехническим изысканиям Участок км 573 – км 630 (республика Чувашия), ОАО «Сибгипротранс», 2015-2018г.г
4. «Контейнерная площадка для переработки 40-футовых контейнеров АКП Клещиха ПАО «ТрансКонтейнер» на Западно-Сибирской железной дороге», ООО «ГЕОСТРУКТУРА», 2019 г.