

УДК 625.731.2:624.131.2

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ГРУНТОВ

Архипенко М.Ю., студент гр. СДб-121, IV курс  
Научный руководитель: Красильников А.И., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Деформационные характеристики – одни из наиболее важных показателей свойств грунтов, используемых при проектировании и строительстве земляного полотна автомобильных дорог и инженерных сооружений. Традиционные виды испытаний длительны и трудоемки, поэтому надежное и быстрое определение показателей деформационных свойств глинистых грунтов является актуальным направлением исследований. Переход расчетов дорожных одежд на динамические модули упругости делает актуальной задачу определения динамических характеристик грунтов. Нормы проектирования автомобильных дорог недостаточно учитывают особенности формирования свойств глинистых грунтов в природно-климатических условиях, например, Западной Сибири (II, III, IV дорожно-климатические зоны), что не позволяет обеспечить качество проектирования при применении ранее установленных (в европейской части России) значений характеристик грунтов для проектирования дорожных одежд, в частности, по динамическим модулям упругости. Анализ результатов является актуальным направлением науки и практики.

Переход от статических к динамическим модулям упругости (деформации) создаст предпосылки для более точного учета особенностей работы дороги при кратковременных приложениях нагрузки. Внедрение динамических модулей деформации в качестве критериев качества уплотнения позволит обеспечить единство требований проектировщиков и строителей к возведению дороги в целом и отдельных её слоёв, а заказчик сможет объективно оценить полноту выполнения проектных решений.

Для определения динамического модуля упругости грунтов в геологии используется импульсный метод, использующий непосредственное измерение времени прохождения звукового импульса через образец от излучателя к приемнику (прямое прозвучивание). Однако материалы дорожных конструкций отличаются гранулометрическим составом, плотностью и упругими свойствами, что ведет к различию модулей

упругости. Кроме того, модуль упругости зависит от скорости приложения нагрузки [1].

Стремление создать оперативную технологию оценки прочности дорожного полотна, используя динамические методы, требует решений основанных на применении моделей распространения волн деформаций, способов создания нагрузки, соответствующей реальным условиям эксплуатации и осуществление измерений динамических параметров для целей принятия решений.

Анализ результатов различных авторов показывает, что динамический модуль упругости грунтов в большинстве случаев считается выше статического в 2-4 раза. Между значениями наблюдается линейная зависимость, которая может быть аппроксимирована уравнением

$$E_d = kE_{ст} + b,$$

где:  $k$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты, имеющие различные значения для разных типов грунтов.

Изучение данных исследований многих авторов показало значительную неоднородность соотношений статических и динамических модулей упругости. Так для суглинков по данным исследований Д.Д. Баркан статический модуль упругости изменяется от 31 МПа до 295 МПа, динамический модуль от 16,5 МПа до 51 МПа, Р. З. Ляндрес [2]. По В. Н. Никитину соотношение модулей упругости изменяется для различных видов грунтов от 1,4 до 11[3].

Определение фактических значений модулей упругости грунтов имеет большое практическое значение в связи с переходом расчетов прочности дорожных одежд при проектировании автомобильных дорог на динамические модули упругости.

Применение для определения динамических модулей упругости импульсных звуковых методов, продольных колебаний образцов, ультразвуковых приборов не отражает реальной работы грунта транспортных сооружений под дорожной одеждой.

Для исследований динамических модулей упругости была выбрана установку ПДУ-МГ4 «Удар» производства СКБ «Стройприбор». Установка выполняет измерение модуля упругости при помощи падающего груза с замером силы удара и прогиба грунта. Прибор позволяет с достаточной для практических целей определять модуль упругости материала.

Выполненные исследования показали средние значения динамического модуля упругости для суглинков 50 – 90 МПа, крупнообломочного грунта 180 МПа, таблицы 1, 2.

Значения модуля упругости значительно зависят от его состава и плотности.

Увеличение динамического модуля упругости можно достичь применением в первую очередь грунтов с максимальным содержанием зернистых частиц, введением в грунт отходов горнорудной промышленности, золошлаковых смесей, горелых пород

Таблица 1

№ п/п	Место отбора	Конструктивный элемент	Коэффициент уплотнения (коэффициент запаса на уплотнение)	Измере нный модуль упругос ти, МПа
1	ПК 0+70, лево	Рабочий слой насыпи земляного полотна из суглинки тяжелого с максимальной плотностью скелета 1,73 г/см <sup>3</sup> и оптимальной влажностью - 17,37 %.	0,97	54
2	ПК 0+20, ось		1,00	91
3	ПК 1+20, ось		0,96	53
4	ПК 1+20, право		0,95	52

Таблица 2

Место (ПК+)	Отметка, м	Модуль упругости на поверхности слоя, на местах контроля по ширине земполотна, МПа,					Осадка поверхности слоя при проходе катка, мм. Коэффициент уплотнения	Характеристика грунта
		лево 2 м от бровки	ось левой полосы	ось земполотна	ось правой полосы	право, 2 м от бровки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Авт. дорога «ул. Терешковой – город спутник Лесная Поляна»</b>								
ПК 4+00	162,00	189	184	189	189	184	2,8	Крупнооблом очный грунт, W – 10,8%
ПК 4+50	162,30	185	186	185	185	185	3,2	
ПК 5+00	161,40	182	189	182	189	189	2,9	
ПК 5+50	160,52	182	187	186	184	185	2,8	
ПК 6+00	160,00	180	186	189	185	184	3,0	
ПК 6+50	160,00	181	185	182	179	185	2,8	
<b>Среднее значение</b>		<b>183,2</b>	<b>186,2</b>	<b>185,0</b>	<b>185,2</b>	<b>185,3</b>	<b>2,9</b>	

**Список литературы:**

1. Свойства горных пород и методы их определения/ Е. И. Ильицкая и др.-М.: Недра, 1969.- 39 с.

2. Методические рекомендации по определению динамических свойств грунтов, скальных пород и местных строительных материалов. П 01-72.-Ленинград, 1972.- 34 с.
3. Грунтоведение/ В.Т. Трофимов и др.-М.: Наука, 2005.-1024 с.