

Определение прочностных свойств грунтов с использованием измерителя динамического модуля упругости грунтов ДПГ-1.2

Бабаскин Ю.Г., Козловская Л.В.

Белорусский национальный технический университет

При определении осадки грунта в основании дорожной конструкции, в практике расчетов применяют модуль деформации, являющийся коэффициентом пропорциональности между возникающим напряжением и относительной деформацией, который подтверждается законом Гука. Следует учитывать, что длительная статическая деформация является полной и включает в себя как остаточную, так и упругую. При действии кратковременной динамической нагрузки от колеса автомобиля в дорожной конструкции возникают упругие деформации, которые после снятия нагрузки должны полностью исчезнуть. Следовательно, упругая деформация является только частью полной. На основании графика зависимости деформации от напряжения (рис. 1), можно установить, что общая деформация включает, как упругую, так и остаточную, следовательно, величина модуля упругости всегда больше модуля деформации.

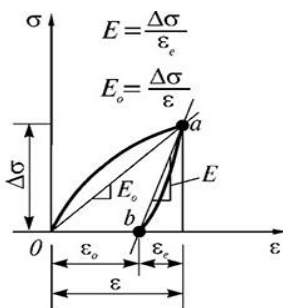


Рис. 1. Выражение зависимости деформации от напряжения через закон Гука

В нормативных документах (ДМД 02191.5.008-2009) приведены значения модулей упругости грунтов, которые применяются при сооружении земляного полотна. Значения этого показателя находятся в интервале 150...20 МПа, в зависимости от связности, гранулометрии и содержания глинистых частиц (табл. 1)

В зависимости от предъявляемых требований различают модули упругости: длительный или статический – E_{st} (относительно большое время действия нагрузки), динамический – E_D (действие нагрузки менее 0,1 с), требуемый (для расчетного периода, обеспечивающего заданный уровень надежности) и эквивалентный (модуль упругости однородного полупространства, эквивалентного модулю упругости слоистой дорожной конструкции).

Между статическим и динамическим модулями упругости существует корреляционная зависимость, на основании которой можно представить значения этих показателей при различных коэффициентах уплотнения (табл. 2).

Таблица 1. Значения модуля упругости грунтов

| Степень связности | Вид грунта | Разновидность | Число пластичности | E_y , МПа |
|-------------------|------------|--|--------------------|-------------|
| Несвязные | Песок | Крупный | Менее 1 | 130 |
| | | Средний | | 120 |
| | | Мелкий | | 100 |
| | | Пылеватый | | 96-43 |
| Слабо связные | Супесь | Легкая крупная | 1...7 | 65 |
| | | Легкая | | 70-40 |
| | | Пылеватая | | 108-25 |
| | | Тяжелая пылеватая | | 108-25 |
| Связные | Суглинок | Легкий, легкий пылеватый, тяжелый, тяжелый пылеватый | 7...17 | 108-23 |
| Сильно связные | Глина | Песчанистая | 17...27 | 50 |
| | | Пылеватая | | 40 |
| | | Жирная | | 30 |

Таблица 2. Зависимость модуля упругости от коэффициента уплотнения

| Виды грунта | Коэффициент уплотнения K_y | Модуль упругости, МПа | |
|---|------------------------------|-----------------------|-----------|
| | | E_{st} | E_D |
| Песчаные грунты с крупнообломочными включениями | $\geq 1,03$ | ≥ 120 | ≥ 60 |
| | $\geq 1,00$ | ≥ 100 | ≥ 50 |
| | $\geq 0,98$ | ≥ 80 | ≥ 40 |
| | $\geq 0,97$ | ≥ 70 | ≥ 35 |
| Песчаные грунты | $\geq 1,00$ | ≥ 80 | ≥ 40 |
| | $\geq 0,98$ | ≥ 70 | ≥ 35 |
| | $\geq 0,97$ | ≥ 60 | ≥ 32 |
| Грунты мелкой фракции | $\geq 1,00$ | ≥ 45 | ≥ 25 |
| | $\geq 0,97$ | ≥ 30 | ≥ 15 |

Динамический модуль упругости определяем с помощью Измерителя ДПГ-1,2, имитирующего проезд автомобиля по дорожному покрытию. ДПГ-1,2 применим для песчано-гравийных смесей с крупностью зерен до 40 мм. Принцип работы измерителя заключается в определении амплитуды полной осадки грунта под круглым штампом, при воздействии на него ударной нагрузки. Зная осадку грунта под штампом, диаметр штампа, коэффициент Пуассона и контактное напряжение определяют динамический модуль упругости грунта.

При строительстве земляного полотна основным контролируемым показателем является коэффициент уплотнения, а для определения величины осадки грунта при уплотнении необходимо знать деформационные характеристики. Лабораторные исследования проводились на кафедре «Автомобильные дороги» Белорусского национального технического университета (БНТУ). В качестве контролируемых параметров были приняты коэффициент уплотнения и влажность грунта. Объектом исследований являлся песок (крупный – модуль крупности – 2,7, средний – 2,3, мелкий – 1,8), супесь (легкая крупная, легкая), суглинок (легкий). Оптимальные значения влажности для грунтов составляли: песка 8...10 %, супеси – 8...14 %, суглинка 12...16 %. Максимальная плотность грунтов: песка 1,72...1,78 г/см³, супеси 1,75...1,8 г/см³; суглинка 1,8 г/см³. На основании опытных данных установлены зависимости динамического модуля упругости от коэффициента уплотнения для различных грунтов, имеющих различную консистенцию.

На основании проведенных исследований был применен экспресс-метод для определения прочностных свойств грунта. Исследования проводились на измерителе динамического модуля упругости ДПГ-1,2 с диапазоном измерения от 10 до 250 МПа. Установлена зависимость между динамическим и статическим модулями упругости. Определены модули, соответствующие заданным коэффициентам уплотнения. Получены значения динамического модуля упругости для различных грунтов, характеризующихся различной консистенцией.

Литература

1. Леонович, И.И. Механика земляного полотна / И.И. Леонович, Н.П. Вырко, – Минск: Наука и техника. 1975. – 232 с.
2. Гольдштейн, М.Н. Механические свойства грунтов (напряженно-деформационные и прочностные характеристики). – М: Стройиздат, 1979. – 304 с.