

ОЦЕНКА УПРУГО - ВЯЗКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ

к.т.н. В.Ф. Греков, к.т.н. М.В. Грехнев
(представил проф. В.А. Прокопов)

Предложен метод оценки параметров упруго - вязких грунтовых оснований с помощью аппарата наследственных сред.

Спецификой работы некоторых агрегатов подъемно-установочного оборудования на грунте являются кратковременные режимы их нагружения продолжительностью от секунд до нескольких суток. Удельное давление на грунт под опорами при этом может изменяться со скоростью нескольких МПа за секунду. Одним из путей предотвращения нежелательного изменения положения агрегата в пространстве во время работы является применение систем стабилизации. Их настройка требует знания параметров грунта под опорами. Грунт в общем случае является упруго-вязкой средой и может рассматриваться как частный случай наследственной среды. С помощью аппарата теории наследственных сред возможно решить задачи определения упругих и вязких свойств различных моделей грунтового основания.

Деформирование грунта, как наследственной среды, при воздействии изменяющегося во времени давления $p(t)$ можно описать уравнением [1,2]:

$$y(t) = \int_0^t p(\tau) K_b(t - \tau) d\tau, \quad (1)$$

где K_b - наследственная функция влияния (ядро интегрального уравнения) - изменение скорости деформирования грунта во времени при воздействии единичного и постоянного во времени давления. Функция влияния является мерой ползучести грунта во времени; τ - переменная интегрирования времени, позволяющая учесть влияние давлений в момент τ на деформации в момент t ; t - время действия давления.

Функция влияния грунта, в состав реологической модели которого входят упругие, вязкие и пластические элементы находится как сумма функций последовательно соединенных элементов модели. При заданном во времени деформировании грунта реактивное давление отпора грунта $p(t)$ определяется из решения уравнения (1):

$$p(t) = \int_0^t R(t - \tau) y(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где $\mathbf{R}(t)$ - функция релаксаций напряжений (резольвента интегрального уравнения) - скорость убывания давлений на грунт при постоянно фиксированной единичной деформации; τ - переменная интегрирования, учитывающая влияние деформаций в момент τ на давление в момент t .

Связь между функциями влияния и релаксации напряжений устанавливается путем решения интегральных уравнений методом преобразования Лапласа [3]. Упомянутые функции известны не для всех грунтов и требуется дальнейшая работа по их определению.

Примем в качестве реологической модели упруго – вязкого основания «грунтовую массу», предложенную Н.М. Герсевановым [4]. Вычисление функции влияния для этой среды дает выражение

$$\mathbf{K}_b(t - \tau) = \frac{e^{-\frac{C(t-\tau)}{K}}}{K}, \quad (3)$$

где C - коэффициент жесткости упругих элементов модели (показатель сопротивления грунта деформированию); K - коэффициент вязкости вязких элементов модели.

Ход деформаций во времени при $\mathbf{p}(\tau) = \mathbf{p}$ будет описываться соотношением, полученным интегрированием уравнения (1) с учетом (3) по переменной τ :

$$\mathbf{y}(t) = \frac{\mathbf{P}}{C} \left(1 - e^{-\frac{C}{K}t} \right), \quad (4)$$

где \mathbf{P} – равнодействующая реакций отпора грунта (суммарная нагрузка, принимающая участие в деформировании грунтового основания).

Перед началом нагружения при $t = (0)$ деформация $\mathbf{y}(0) = 0$. Деформация грунтового основания по окончании нагружения в момент времени t достигнет величины $\mathbf{y}(t) = \mathbf{P}/C = \mathbf{H}$.

Выражение для определения величины коэффициента K вязкости грунтового основания находится из уравнения (4):

$$\mathbf{K} = Ct / \ln\left(\frac{\mathbf{P} - \mathbf{H}C}{\mathbf{P}}\right). \quad (5)$$

Значение коэффициента жесткости определяется соотношением

$$C = \frac{\mathbf{P}}{\mathbf{H}}. \quad (6)$$

Необходимые данные для оценки величин коэффициентов K и C предлагается определять путем вдавливания в грунтовое основание штампа диаметром D с известной скоростью перемещения V . По результатам нагружения штампа искомые коэффициенты вычисляются в соответствии с выражениями (5) и (6).

Штамп для проведения замеров устанавливается на плите опоры (рис.1) и нагружает грунт в процессе вывешивания агрегата. Одновременно производятся соответствующие расчеты и вводятся данные в систему стабилиза-

ции. Для повышения достоверности получаемых данных, штампы можно устанавливать на всех опорах, усредняя полученные замеры деформаций.

Используя данные, полученные в результате нагружения грунтового основания, можно оценить модуль деформации из соотношения

$$E = \frac{4PH}{\pi D^3} \quad (7)$$

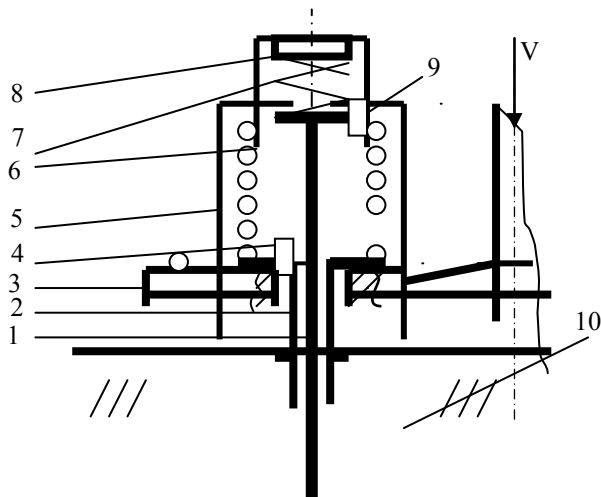


Рис. 1. Схема штампа для замера параметров грунта

(1 - штамп, 2 - щуп, 3 - плита опоры, 4 - датчик перемещения штампа, 5 - корпус штампа, 6 - пружина щупа, 7 - пружина штампа, 8 - механизм предварительного поджатия пружины штампа, 9 - датчик окончания замера, 10 - грунт)

Штамп можно использовать в качестве сигнализатора пригодности грунтового основания для работы на нем агрегата. Несрабатывание датчика 9 в процессе вывешивания агрегата при поджатии пружины, отвечающем допустимой жесткости грунта, запрещает работу на нем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ржаницын А.Р. Теория ползучести. – М. : Изд. лит. по строит., 1968. – 416 с.
2. Денисов О.Г. Основания и фундаменты. – М. : Высшая школа, 1968. – 375 с.
3. Солодов А.В. Линейные системы автоматического управления с переменными параметрами. – М. : Физматгиз, 1962. – 324 с.

4. Герсеванов Н.М., Польшин Д.Е. Теоретические основы механики грунтов и их практическое применение. – М. : Стройиздат, 1961. – 419 с.

Поступила в редколлегию 16.10.2000
