

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ГРУНТОВ И ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Грунты в динамике [1] рассматривают как сплошные среды, которые непрерывно заполняют пространство. Для описания механических свойств грунтов и теоретических исследований волновых процессов, возникающих в грунтах при действии динамических нагрузок, принимают различные модели грунтов и грунтовых оснований. Наибольшее применение, при рассмотрении волновых процессов в грунтах, находят следующие модели грунтов и грунтовых оснований: модель идеально упругой линейной среды (модель, отвечающая гипотезе местных упругих деформаций, и модель, отвечающая гипотезе общих упругих деформаций), модель нелинейной упругой среды. При интенсивных динамических нагрузках (взрыв, сильное землетрясение и т.п.) применяются иные модели грунтов и грунтовых оснований.

Модель идеально упругой линейной среды является наиболее простой моделью для исследования волновых процессов в грунтах. Данная модель применяется при относительно небольших динамических воздействиях, возникающих при работе машин и механизмов, имеющих неуравновешенные массы. Основой этой модели является линейная связь между напряжениями и деформациями грунта, то есть затухание, считаются пропорциональными первой степени скорости перемещений.

Моделью идеально упругой линейной среды является модель грунтового основания, отвечающая гипотезе местных упругих деформаций (модель Винклера). Согласно этой модели упругая осадка любой точки основания прямопропорциональна давлению в данной точке и не зависит от давления соседних точек:

$$Z = \frac{\sigma_z}{C_z} \quad (1)$$

где Z — местная упругая осадка;

σ_z — удельное давление в данной точке;

C_z — коэффициент упругости основания или коэффициент постели.

В данной модели основание рассматривается как ряд вертикальных упругих пружин, не связанных между собой. Каждая из пружин деформируется независимо от других и строго пропорционально приходящемуся на нее давлению. Пружины, находящиеся вне площади загрузки, давления не испытывают, и их деформации равны нулю, то есть в том месте, где $\sigma_z = 0$, упругая осадка $Z = 0$.

Полевые испытания показывают, что коэффициент упругости основания для природных грунтов не является величиной постоянной. Он зависит от величины удельного давления на грунт и площади загрузки. Поэтому модель местных упругих деформаций не отражает важные свойства реальных грунтов и применять ее можно лишь с известным приближением для весьма малых толщ слоя сжимаемого грунта.

Другой, более совершенной моделью идеально упругой линейной среды является модель грунтового основания, отвечающая гипотезе общих упругих деформаций. Эта модель базируется на строгих решениях теории упругости для упругого полупространства и для упругого слоя ограниченной толщины, лежащего на несжимаемом основании.

Как известно, в теории упругости для описания динамического напряженно-деформированного состояния среды используется три вида уравнений:

- дифференциальные уравнения динамического равновесия (уравнения движения);
- геометрические уравнения, выражающие дифференциальные зависимости между компонентами деформаций и компонентами перемещений;
- физические уравнения, характеризующие связь между компонентами напряжений и компонентами деформаций (в данном случае закон Гука).

Таким образом, составив все перечисленные уравнения для однородной, изотропной упругой среды и решив их совместно, находят требуемые параметры для определения напряженно-деформированного состояния основания.

Модель грунтового основания, отвечающая гипотезе общих упругих деформаций, справедлива при внешнем давлении, не превышающем практического предела пропорциональности, для грунтов, однородных на достаточную глубину. Недостатком данной модели является то, что при площадях загрузки более 10 м² появляется расхождение между упругими характеристиками грунта, определенными теоретически и экспериментально в полевых условиях.

Некоторые задачи динамики дисперсных грунтов принципиально не могут быть решены с использованием модели идеально упругой линейной среды. Например, решение задачи о распространении плоской волны приводит к отсутствию затухания и изменения профиля волны с расстоянием. А это противоречит экспериментальным данным. Для описания этих явлений применяется более сложная модель нелинейно упругой среды. В данной модели зависимость между напряжениями и деформациями принимается нелинейной, но одинаковой при возрастании и уменьшении нагрузки. Модель нелинейно упругой среды позволяет объяснить затухание плоских волн с расстоянием. Удовлетворительное соответствие с экспериментальными данными получается при применении этой модели к водонасыщенным грунтам. Хотя модель нелинейно упругой среды позволяет решить многие задачи динамики грунтов, однако она не лишена недостатков. Одним из таких недостатков является ее сложность. Но при современном уровне развития средств вычислительной техники этот недостаток не столь существен.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник по механике и динамике грунтов / В.Б. Швец, Л.К. Гинзбург, В.М. Гольдштейн [и др.] // Под ред. В.Б. Швеца. – К.: Будівельник, 1987. – 232 с.

УДК 624. 131

Климук Н.А.

Научный руководитель: доцент Климук А.М.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Экспериментальные исследования свойств грунтов при динамических нагрузках требуют комплексного подхода. До этого исследовались в основном отдельные, частные вопросы динамических воздействий на грунты, но систематические исследования не проводились. Все методы лабораторного изучения динамического воздействия на грунты можно разделить на две основные группы:

1. Исследования упругих и диссипативных свойств грунтов, основанные на изучении собственных или вынужденных колебаний образцов. Обычно здесь исследуются цилиндрические сплошные или полые образцы с приложением крутильных колебаний (иногда с приложением продольных колебаний). При этом регистрируются петли гис-