

Литература

1. Игнатюк В.И. Метод конечных элементов в расчетах стержневых систем: Уч. пособие. - Брест: БГТУ, 2004. - 172 с.
2. Игнатюк В.И., Игнатов А.Ю. Об учете упругой податливости узловых соединений в расчетах методом конечных элементов пространственных стержневых систем // Вестник Брестского государственного технического университета. - 2004. - № 1(19): Строительство и архитектура. - С. 118-122.
3. Масленников А.М. Расчет строительных конструкций численными методами. - Л.: ЛГУ, 1987. - 224 с.

УДК 624.131.551.5

КАЗИМИРОВ А.Н.

Научный руководитель: доцент Климук А.М.

ОБЗОР МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Еще в 40-х годах Д.Д.Барканом /1/ были проведены опыты, в которых исследовался сдвиг песка по песку при передаче динамических воздействий образцу через жесткий штамп, одновременно служивший для создания статической нагрузки на грунт. Результаты опытов Д.Д.Баркана показали, что с увеличением интенсивности динамических воздействий наблюдается значительное уменьшение сопротивления грунта сдвигу. Им получена зависимость некоторого эффективного коэффициента трения (отношение сдвигающего усилия к статической нагрузке, передаваемой на грунт со стороны жесткого штампа) от величины ускорения колебаний и был сделан вывод, что с увеличением ускорения колебаний коэффициент внутреннего трения уменьшается, стремясь асимптотически к некоторому пределу; зависящему от вида грунта.

Д.Д.Баркан /1/ ввел в литературу понятие о критическом ускорении, которое он назвал "порогом виброуплотнения". Влияние критического ускорения на прочностные характеристики песчаных грунтов исследовалось также Н.Н.Масловым /2/ и В.А.Ершовым /3/. Данные авторы в результате экспериментов приходят к выводу, что критическое ускорение составляет 10-12% от ускорения силы тяжести при статическом нормальном давлении $P = 0,05$ МПа. При колебаниях с ускорением, превышающем критическое, следует учитывать возможность существенного снижения сопротивления сдвигу. Однако Н.Н.Ермолаев и Н.В.Сенин /4/ считают, что снижение сопротивления сдвигу песчаного грунта происходит при значительно больших ускорениях, превышающих 50% от ускорения силы тяжести при нормальном давлении 0,05 МПа и даже равных ускорению силы тяжести при нормальном давлении 0,15 МПа.

На основании многочисленных опытов Д.Д.Баркана /1/, В.А.Ершова /3/, О.А.Савинова /5/ и Н.Н. Маслова /2/ установлено, что до тех пор, пока ускорение колебаний не превышает определенного критического значения, структура грунта не изменяется, уплотнения и осадки не происходит, сопротивление сдвигу сохраняется таким же, как при отсутствии колебаний. При превышении критического значения ускорения колебаний происходит уплотнение грунта, появляется осадка, уменьшается сопротивление сдвигу по сравнению с его значением при статических нагрузках. Таким образом, данные авторы под критическим ускорением колебаний понимают наибольшее ускорение колебаний, при

котором грунт практически не изменяет своих физико-механических свойств и сохраняет способность противостоять воздействию колебаний.

П.Л.Иванов /6/, Н.Маслов /2/, Н.В.Флорина /7/, Н.Я.Хрусталеv /8/ экспериментально проводили изучение влияния динамических воздействий на величину внешнего трения, путем сдвига по песку жестких металлических штампов, на которых крепился вибратор направленного действия. Их опыты показали, что уменьшение сопротивления сдвигу штампа по песчаному основанию при динамических воздействиях обуславливается кратковременным изменением напряженного состояния по подошве штампа, а не изменением коэффициента внешнего трения, величина которого в рассматриваемых опытах оставалась практически постоянной. Это подтверждалось также в теоретических исследованиях И.И.Блехмана и Г.Ю. Джанелидзе /9/. Влияние вибрации на силы внешнего и внутреннего трения песчаных и супесчаных грунтов изучалось Е.М.Перлеем /10/. Опыты проводились при ускорении колебаний, составляющем 20-30% от ускорения силы тяжести.

Автором сделаны выводы о том, что истинные характеристики сопротивления сдвигу вибрирующей в направлении действия сдвигающего усилия поверхности по грунту значительно отличаются от случая действия только статических нагрузок. Коэффициенты внешнего трения при действии вибрации оказались меньше статических почти в 5 раз. Ш.Окамото /11/ провел исследование влияния колебаний на несущую способность песчаного основания при вертикальном и наклонном загрузении опытного штампа в условиях плоской задачи по поверхности грунта. Угол внутреннего трения в зависимости от плотности, менялся в следующих пределах $38.5 \leq \alpha < 50.5 \text{ }^\circ$. В результате было установлено, что несущая способность песчаного основания уменьшается линейно с возрастанием ускорения колебаний.

М.Н.Гольдштейн, В.Я.Хаин, В.С.Боголюбчик /12/ провели штамповые испытания на виброползучесть моделей основания с комбинированием статической и динамической нагрузок, не превышающих 25-30% от разрушающей. Через штамп на грунт в лотке независимым образом передавались статическая и динамическая нагрузки, что позволило штампу совершать вертикальные, поперечные горизонтальные и вращательные колебания. Как показал эксперимент данных авторов, зависимость дополнительной осадки от статической и динамической нагрузок оказалась линейно возрастающей. При постоянной статической и увеличивающейся динамической нагрузке обнаруживается увеличение дополнительной осадки штампа вплоть до разрушения основания с образованием обычного для статических опытов одностороннего выпора. Авторы делают вывод: критические значения динамической предельной нагрузки и ускорение колебаний существенно зависят от величины статической нагрузки.

К прямо противоположным результатам и к выводу об отсутствии влияния динамических воздействий на прочностные характеристики грунтов приходит ряд других исследователей: В.Г.Мельник /13/, П.Л.Иванов, Л.И.Итина, В.А.Поспелов /14/.

Работы В.А.Поспелова, П.Л.Иванова, Л.И.Итиной /14/, например, показывают, что на величину угла внутреннего трения не влияет изменение частоты и амплитуды динамического напряжения в исследованном ими диапазоне частот от 0 до 50 Гц.

Однако основной недостаток предыдущих авторов, как указывает П.Л.Иванов /6/, состоит в том, что характеристики сопротивления сдвигу

они определяли по величине статических нагрузок, действующих в грунте, без учета динамической составляющей. П.Л.Иванов /6/ назвал угол внутреннего трения, полученный без учета динамической составляющей напряжений, "фиктивным углом трения". Таким образом, П.Л.Иванов приходит к выводу о том, что при вибрационных и импульсных воздействиях при ускорении, не превышающем ускорения силы тяжести, параметры прочности грунта не меняются. Проведенный анализ экспериментальных данных различных авторов указывает на то, что исследования механических свойств грунтов при динамических воздействиях до настоящего времени ограничивались, в основном, вопросами прочности. Вопросы деформируемости грунтов при динамических нагрузках почти никем не рассматривались. Исследовались только песчаные грунты; влияние динамических нагрузок на намывные и насыпные грунты, для которых эти нагрузки могут представлять серьезную опасность, не изучено. Следовательно, необходимо комплексное исследование механических свойств намывных и насыпных грунтов при динамических воздействиях.

Литература

1. Баркан Д.Д. Динамика оснований и фундаментов. Стройвоениздат, 1948.
2. Маслов Н.Н. Условия устойчивости водонасыщенных песков. Госэнергоиздат, 1959.
3. Ершов В.А. Сопротивление сдвига песчаных грунтов, вовлеченных в колебания. Доклады к первой научной конференции молодых ученых-строителей. ЛИСИ, Л., 1965.
4. Ермолаев Н.Н., Сенин Н.В. Сопротивление грунта сдвигу при колебаниях. "Основания, фундаменты и механика грунтов", N 1, 1968.
5. Савинов О.А. Об экспериментальном исследовании свойств насыпных грунтов как оснований фундаментов под машины. Труды ЛОНИИ Минмашстроя, сб. N1, 1949.
6. Иванов П.Л. Разжижение песчаных грунтов. Л., Госэнергоиздат, 1962.
7. Флорина Н.В. О сопротивлении сдвигу при вибрационных воздействиях. НТБ ЛПИ им.М.И.Калинина, N 4, 1960.
8. Хрусталеv Н.Я. Исследование влияния вибрационных нагрузок на сопротивляемость сдвигу водонапорных сооружений, возводимых на песчаных грунтах. Труды лаборатории гидротехнических сооружений. Сб. N4, Госстройиздат, 1963.
9. Блехман И.И., Джанелидзе Г.Ю. Об эффективных коэффициентах трения. Известия АН СССР, ОТИ, N 7, 1958.
10. Перлей Е.М. О влиянии вибрации на силы внешнего трения грунта. "Основания, фундаменты и механика грунтов". N 3, 1964.
11. Окамото Ш. Несущая способность песчаного грунта и горизонтальное давление земли во время землетрясения. "Международная конференция по сейсмостойкому строительству в Сан-Франциско". Сборник статей, Госстройиздат, 1961.
12. Гольдштейн М.Н., Хаин В.Я., Боголюбчик В.С. Экспериментальные лабораторные исследования виброползучести песчаного основания. "Основания, фундаменты и механика грунтов", N 1, 1974.
13. Мельник В.Г. Определение характеристик крупнообломочных грунтов при динамических воздействиях. Труды ВНИИ ВОДГЕО. Гидротехника. Вып. 30, - М., 1971.
14. Иванов П.Л., Итина Л.Н., Поспелов В.А. Влияние динамических нагрузок на прочность песчаных грунтов. Том 1, из-во Ташкент, 1977.