

УДК 624.131

© 1995 г. И. К. КОХАНЕНКО, Л. Л. МАДЖУГИН, С. Ф. МАКЛАКОВ

О ВЛИЯНИИ ЗАКОНА СПАДА ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

Для прогноза поведения грунтов при кратковременных динамических воздействиях важное значение имеет учет их упругопластического деформирования. Этой цели служат экспериментальные исследования одной из характеристик грунтов — динамической сжимаемости.

Изучению поведения грунтов при интенсивных динамических воздействиях, характеризующихся различными уровнями и скоростями нарастания давления, уделено много внимания в [1,2]¹, где предложены методы определения динамической сжимаемости грунтов, основанные на непосредственном исследовании сопротивляемости образцов грунта в условиях одноосного сжатия. В этих работах определены динамические диаграммы сжатия образцов грунта при распространении в них напряжений различной интенсивности, и приведены результаты экспериментального исследования влияния формы переднего фронта ударного импульса на сжимаемость грунтов. Влияние же формы заднего фронта ударного импульса на его деформируемость экспериментально не исследовано.

Ограниченность экспериментальных данных о поведении грунтов при различных формах импульсов давления снижает точность решения ряда практических задач.

Исходя из этого, была разработана методика динамических испытаний грунтов, обеспечивающая исследование их сжимаемости при различных формах заднего фронта ударного импульса. Методика реализована на экспериментальной установке², схема которой приведена на фиг. 1. Воздействие на образец грунта 1, находящийся в обойме 2, производилось с помощью ударника 3, который разгонялся пневмопушкой 4. Управление законом спада давления на грунт обеспечивалось регулированием величины проходных сечений радиальных отверстий цилиндрического корпуса ударника 3 за счет поворота гильзы 5 с профилированными отверстиями. В процессе испытаний измерялись давление на образец грунта датчиками давлений 6 и осевое перемещение поршня 7 со штоком 8 датчиком перемещений 9. Связь датчиков с согласующей и регистрирующей аппаратурой 10 осуществлялась по кабельной линии.

На данной установке проводилось экспериментальное исследование влияния различных форм заднего фронта ударного импульса на сжимаемость песчаных грунтов.

В каждой серии опытов использовались образцы грунта с одними и теми же исходными характеристиками, закон нарастания давления оставался неизменным, а скорость спада давления варьировалась в интервале от $3,6 \cdot 10^9$ Па/с до $2,0 \cdot 10^{10}$ Па/с.

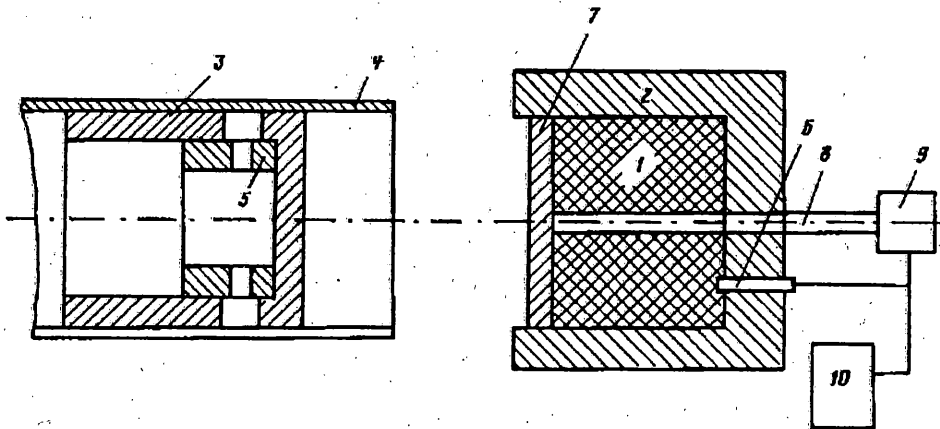
Формы реализованных импульсов давлений представлены на фиг. 2. Скорость нарастания давления одинакова и составляет $1,3 \cdot 10^{10}$ Па/с, скорость разгрузки равна — $5 \cdot 10^9$ Па/с (кривая 1), $6,6 \cdot 10^9$ Па/с (кривая 2) и $1 \cdot 10^{10}$ Па/с (кривая 3).

На фиг. 3 показано изменение деформаций во времени под действием импульсов давления для песчаного грунта с плотностью $\rho_0 = 1500$ кг/м³ и влажностью $w_0 = 0,12$. Номера кривых соответствуют формам импульсов давления, показанным на фиг. 2.

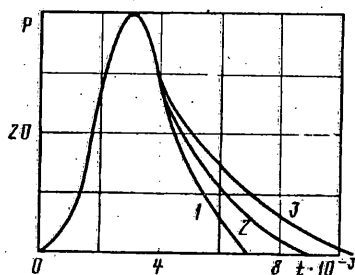
Как видно из графиков фиг. 3, при каждой форме ударного импульса деформация грунта

¹ См.: Кулинич Ю. В., Нарожная З. В., Рыков Г. В. Механические характеристики песчаных и глинистых грунтов с учетом их вязкопластических свойств при кратковременных динамических нагрузках: Препринт № 69. М.: ИПМ АН, 1976.

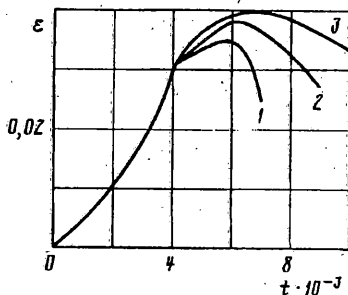
² См.: Коханенко И. К., Маджугин Л. Л., Маклаков С. Ф., Прищеп В. А. Установка для динамических испытаний грунтов: А. С. 1726642 СССР//Б. И. № 14. 1992. 4 с.



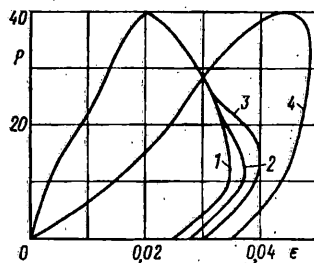
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

достигает максимального значения в период разгрузки, т. е. деформирование грунта продолжается и при уменьшении действующего на грунт давления. При уменьшении скорости разгрузки от $5 \cdot 10^9$ Па/с до $1 \cdot 10^{10}$ Па/с разность между временем начала разгрузки и временем достижения максимального значения деформации увеличивается от $2,5 \cdot 10^{-3}$ с до $3,6 \cdot 10^{-3}$ с.

На фиг. 4 представлены диаграммы сжатия — разгрузки, построенные по экспериментальным данным, приведенным на фиг. 2, 3. Кривая 4 — статическая диаграмма сжатия — разгрузки. Из графиков видно, что при уменьшении скорости спада давления нисходящие ветви динамических диаграмм приближаются к нисходящей ветви статической диаграммы, а получаемые образцом грунта остаточные деформации увеличиваются. Остаточные деформации определяются как сумма мгновенных остаточных деформаций на фронте ударной волны и накопленных вязкопластических деформаций в процессе сжатия — расширения. Полученные результаты свидетельствуют, что накопление вязкопластических деформаций продолжается и в процессе спада действующей на грунт нагрузки, причем с уменьшением скорости спада нагрузки их вклад в величину остаточной деформации возрастает.

Таким образом, из экспериментальных исследований следует существенность влияния скорости разгрузки на процесс деформирования, что позволяет уточнить количественные оценки сжимаемости грунтов при действии кратковременных динамических нагрузок сложной формы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Механический эффект взрыва в грунтах // Под ред. И. А. Лунько и др. Киев: Наук. думка, 1989. 232 с.
2. Зарецкий Ю. К., Гарицелов М. Ю. Глубинное уплотнение грунтов ударными нагрузками. М.: Энергоатомиздат, 1989. 192 с.

Ростов-на-Дону

Поступила в редакцию
14.X.1992