

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИЙ НА СВОЙСТВА ОСНОВАНИЙ

К. Н. ПИРОГОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта

Известно, что здания, расположенные вблизи магистральных и подъездных железнодорожных путей, изнашиваются в 2–3 раза быстрее, чем аналогичные, не подверженные вибродинамическому воздействию. Главным образом это обусловлено дополнительными осадками фундаментов, что, в свою очередь, ведет к повреждению ограждающих конструкций.

Кроме того, на промышленных предприятиях широко распространены машины, создающие значительные динамические нагрузки на грунты оснований и близко расположенные строительные конструкции зданий (котельные, формовочные цеха заводов ЖБИ, компрессорные и др.).

С целью изучения влияния вибраций на прочностные свойства грунтов были проведены испытания грунтов на специальном вибродвиговом приборе, который позволяет кроме горизонтальной статической нагрузки прикладывать и горизонтальную динамическую с регулируемой частотой и амплитудой. Всего было испытано более 250 образцов различных видов грунтов при частоте 40 Гц. Выбор частот обусловлен тем, что обычно интервал частот колебаний от подвижного состава железных дорог составляет 10–120 Гц с преобладанием частот диапазона 35–45 Гц.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что вибродинамическое воздействие вызывает изменение напряженно-деформированного состояния массива грунта. При этом выражение закона Кулона $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C$ принимает вид $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C - \Delta \tau$, где $\Delta \tau$ – дополнительные динамические касательные напряжения, что ведет к кажущемуся изменению прочностных характеристик C и φ . При этом различные грунты ведут себя по-разному. Так, для песчаных грунтов это влияние главным образом сказывается на изменении угла внутреннего трения φ , а для глинистых – на изменении сцепления при менее выраженном уменьшении угла φ . Если преобразовать формулу, то получим

$$\sigma = \frac{\tau + \Delta \tau - C}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{\tau - C}{\operatorname{tg} \varphi} + \frac{\Delta \tau}{\operatorname{tg} \varphi},$$

или, в частном случае, для песчаных грунтов

$$\sigma = \frac{\tau}{\operatorname{tg} \varphi} + \frac{\Delta \tau}{\operatorname{tg} \varphi},$$

т. е. появление динамического фактора ведет к увеличению напряжений на величину, которая в настоящее время в расчетах фундаментов не учитывается, но может привести к нарушению известного условия $\sigma \leq R$ при воздействии вибрации в процессе эксплуатации фундамента.

Если выразить величину $\Delta \tau$, кПа, как функцию от амплитуд колебаний A , используя метод наименьших квадратов, то уравнения теоретической линии регрессии будут иметь вид: для песка – $\Delta \tau = 0,4571A + 4,0000$; для супеси – $\Delta \tau = 0,5105A + 7,9254$; для суглинка – $\Delta \tau = 0,5769A + 7,1550$; для глины – $\Delta \tau = 0,6271A + 8,8271$ для ненулевых значений амплитуд колебаний при коэффициенте регрессии $k = 0,9 \dots 0,97$, где A – амплитуда колебаний массива грунта, мкм.

По полученным результатам $\operatorname{tg} \varphi$ легко определить вибродинамическую добавку.

Таким образом, при воздействии вибрации от подвижного состава и работающих машин, создающих динамические воздействия, изменяется напряженно-деформированное состояние грунтов основания. Это позволяет сделать вывод о том, что в расчетах прочности и устойчивости оснований требуется учитывать влияние вибрации.