

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ (СЖИМАЕМОСТИ) ГРУНТА СПОСОБОМ КОМПРЕССИИ В ОДОМЕТРЕ»

Показатели деформируемости грунта необходимо знать для расчета осадки фундаментов. Показатели деформируемости определяются в соответствии с ГОСТ [6]. Изучение сжимаемости (деформируемости) грунтов позволяет установить закономерности и количественные показатели, необходимые для прогноза осадки зданий и сооружений. Способом компрессии в одомере можно определить коэффициент сжимаемости m_0 , вычисляемый с его помощью коэффициент относительной сжимаемости m_v , модуль общей деформации E учитывающий упругую и остаточную часть осадки.

Компрессией называется одноосное сжатие образца вертикальной нагрузкой при условии отсутствия его бокового расширения.

Деформации уплотнения происходят вследствие уменьшения объема пор грунтов за счет более компактного размещения частиц при приложении сжимающих усилий, возникновения взаимных микродвигов частиц, уменьшения толщины водно-коллоидных плёнок и сопровождается отжатием воды из пор грунта.

Процесс уплотнения грунта завершается не сразу после приложения нагрузки, а составляет некоторый отрезок времени, называемым временем стабилизации деформации. Чем меньше размеры пор грунта, тем медленнее происходит стабилизация.

В механике грунтов принято характеризовать деформируемость грунтов зависимостью между коэффициентом пористости e и напряжением σ . Коэффициент пористости – отношение объема пор n к объему твердых частиц m или $e = n/m$, где n – пористость – отношение объема пор к полному объему образца, m – отношение объема твердых частиц к полному объему

образца. Зависимость $e = f(\sigma)$ называется компрессионной и устанавливается экспериментально путем испытания грунтов в специальном приборе – одометре (компрессионном приборе). Схема одометра представлена на рис. 2.1.

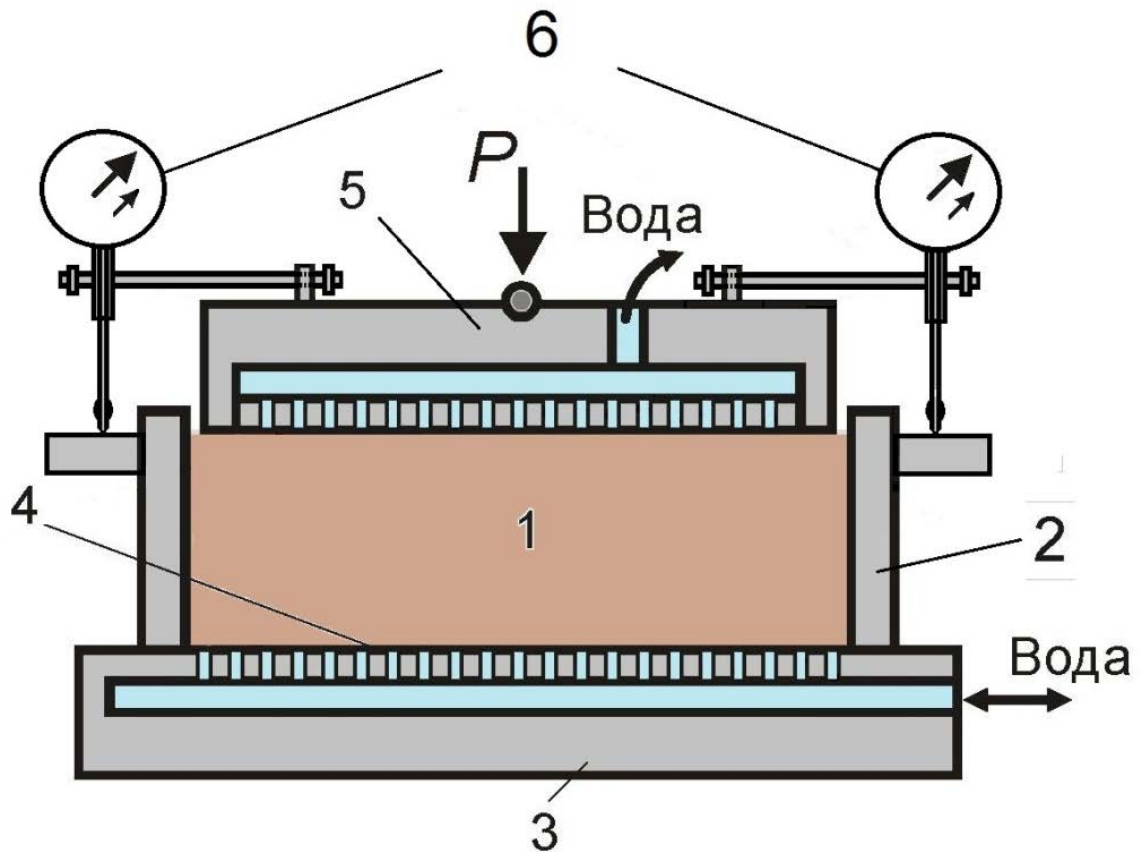


Рис. 2.1 Схема одометра.

1 – образец грунта; 2 – металлическое кольцо; 3 – дно прибора; 4 – перфорированный вкладыш для оттока поровой воды; 5 – перфорированный штамп для передачи вертикальной нагрузки; 6 – индикаторы часового типа для измерения вертикальных перемещений.

При выполнении лабораторной работы в учебном классе площадь поперечного сечения образца составляет 60 см^2 , высота образца $2,5 \text{ см}$, начальный коэффициент пористости грунта задается преподавателем в зависимости от вида испытываемого грунта, соотношение плеч рычага нагружающего устройства $1:10$.

Для испытаний грунт помещается в кольцо одометра. Режим компрессионных испытаний, т.е. величина и количество ступеней давления, определяется задачами расчетов по конкретному проекту. В выполняемой лабораторной работе приняты следующие ступени давлений:

$$\sigma_{z,1}=50 \text{ кПа}; \sigma_{z,2}=100 \text{ кПа}; \sigma_{z,3} = 200 \text{ кПа}.$$

Осадка штампа в опыте фиксируется с помощью индикаторов часового типа марки ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм. В опыте используется 2 индикатора - правый и левый. Для устранения влияния перекоса на результаты опыта по двум отсчетам берется среднее арифметическое значение.

После приложения каждой ступени давления образец выдерживается до стабилизации осадки. Записываются отсчёты по индикаторам через 1, 2, 4 и т.д. минут с момента начала опыта. По окончании опыта строится график изменения осадки штампа S во времени t на различных ступенях приложенного напряжения σ_z (рис. 2.2.)

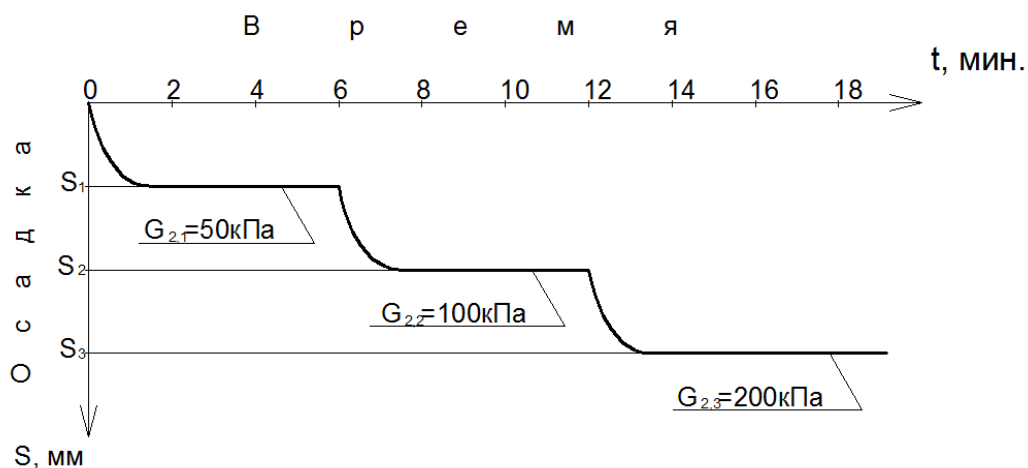


Рис.2.2. График зависимости осадки от времени при компрессионном испытании.

На следующем этапе обработки опытных данных определяются значения коэффициента пористости e , соответствующие различным ступеням напряжения (σ_z). Для этой цели сначала определяется изменение пористости Δn_i по площади образца F :

$$\Delta n_i = \Delta S_i \cdot F / h \cdot F = \Delta S_i / h, \quad (2.1.)$$

где ΔS_i – осадка штампа от приложенного давления;
 h - первоначальная высота образца.

Объем твердых частиц в опыте остается постоянным, т.к. приложенные напряжения небольшие и не могут изменить объем частиц. Тогда объем твердых частиц в единице объема образца равен:

$$m = 1/(1 + e_0), \quad (2.2.)$$

где e_0 – начальный коэффициент пористости грунта.

Объем пор $n = e/(1+e)$.

По определению коэффициент пористости: $e = n/m$.

Разделив выражение (2.1.) на выражение (2.2.), получим изменение коэффициента пористости на данной ступени нагрузки:

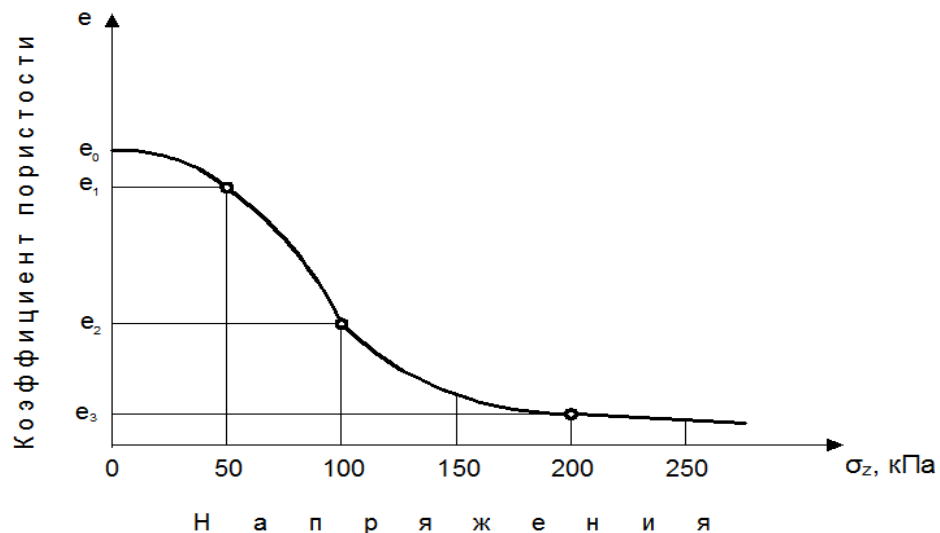
$$\Delta e_i = \Delta n_i / m = (\Delta S_i / h) \cdot (1 + e_0). \quad (2.3.)$$

Вычтем значение Δe_i из начального значения коэффициента пористости e_0 :

$$e_i = e_0 - \Delta e_i = e_0 - (\Delta S_i / h) \cdot (1 + e_0). \quad (2.4.)$$

Полученное выражение (2.4.) позволяет определить значение коэффициента пористости грунта для любого напряжения σ_z .

Используя выражение (2.4.), вычислим значения коэффициента пористости, соответствующее принятым в опыте ступеням напряжения $\sigma_z=50$ кПа, $\sigma_z=100$ кПа и $\sigma_z=200$ кПа и на основании полученных данных построим график функции $e_i = f(\sigma_z)$, называемый компрессионной кривой (рис. 2.3.).



**Рис.2.3. Компрессионная кривая.
Зависимость коэффициента пористости e от напряжений σ_z**

При относительно небольших интервалах напряжений компрессионная кривая грунта близка к секущей прямой:

$$e_i = e_0 - e_i \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.5.)$$

где $\operatorname{tg} \alpha$ – угол наклона компрессионной кривой к оси σ , $\operatorname{tg} \alpha$ - численно равен коэффициенту сжимаемости m_0), m_0 - характеристика сжимаемости грунта в пределах изменения напряжений от природного давления $\sigma_{\text{пр}}$ до напряжений, возникающих после окончания строительства ($\sigma_{\text{пр}} + \sigma_{\text{доп}}$), $\sigma_{\text{доп}}$ - дополнительные вертикальные напряжения, возникающие от построенного сооружения.

$$\operatorname{tg} \alpha = m_0 = \Delta e_i / [(\sigma_{\text{пр}} + \sigma_{\text{доп}}) - \sigma_{\text{доп}}].$$

Приравняем выражения (2.4.) и (2.5.):

$$e_0 - m_0 \cdot \sigma_i = e_0 - (1 + e_0) \cdot \Delta S_i / h.$$

Отсюда, коэффициент относительной сжимаемости m_v :

$$m_v = m_0 / (1 + e_0) = \Delta S_i / (h \cdot \sigma_i) \text{ (кПа}^{-1}\text{)}. \quad (2.6.)$$

Величина $\Delta S_i / (h \cdot \sigma_i)$ – это относительная объемная деформация грунта, отнесенная к единице давления.

Полученные параметры позволяют получить модуль общей линейной деформации грунта E_0 , который используют для расчета осадки сооружения.

Обозначим $\beta = 1 - 2\nu^2 / (1 - \nu)$, где ν - коэффициент относительного бокового расширения. Приближенно принимаем величину ν постоянной для каждого вида грунтов, тогда значения β , также будут приняты постоянными для инженерных расчетов и составляют: для песков и супесей - 0,74; суглинков - 0,62; глин - 0,43.

Модуль общей линейной деформации грунта определится из выражения:

$$E_0 = \beta / m_v. \quad (2.7.)$$

Необходимо заметить, что компрессионные испытания, особенно для грунтов, залегающих ниже уровня грунтовых вод, не приносят надежных

результатов, так как структура грунтов при отборе образцов частично нарушается.

Результаты испытаний, проводимых для определения E_0 компрессионного модуля общей деформации грунтов в лабораторных условиях значительно отличаются от результатов натуральных испытаний грунтов с помощью штампов. Существуют коэффициенты перехода от лабораторных испытаний к штамповым, которые представлены в журнале лабораторных работ.

Вопросы к лабораторной работе №2

1. Как производится нагружение образца и измерение его деформаций в одомере?
2. Дать определение компрессии, компрессионной кривой.
3. При каком условии зависимость между напряжениями и деформациями можно принимать линейной?
4. Какие параметры деформируемости определяют по компрессионной кривой?
5. В каких расчетах используется модуль общей линейной деформации?