



Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет
(Сибстрин)

Сжимаемость грунтов. Коэффициент уплотнения. Закон уплотнения.

Выполнил: Зюзин К. И.

2014

Задача:

- Ознакомиться со основными понятиями и терминами данного вопроса.
- Изучить сжимаемость различных грунтов.
- Рассмотреть коэф. сжимаемости, коэф. относительной сжимаемости и коэф. уплотнения.
- Познакомиться с законом уплотнения.
- Сделать вывод.

Сжимаемость грунтов

- Сжимаемостью грунтов называют их способность уменьшаться в объеме (давать осадку) под действием внешнего давления.
- Степень сжимаемости и явления, происходящие при сжатии, зависят от структуры и характеристик грунта.

Сжатие песчаных грунтов

- Сжимаемость песчаных грунтов невелика и зависит от их гранулометрического, минералогического состава и плотности сложения.
- Сжатие песчаных грунтов связано с взаимным перемещением отдельных зерен, а при больших давлениях – и с их раздроблением. Сжатие этого типа грунтов протекает быстро и независимо от степени их влажности.

Сжимаемость глинистых грунтов

- Сжимаемость глинистых грунтов зависит от их минералогического состава, степени дисперсности, состава обменных катионов, пористости, состояния грунтов и условий сжатия.
- Сжимаемость одной и той же глины может быть резко различной в зависимости от нарушенности структуры: при равной начальной пористости и влажности и одинаковом составе воды образцы с нарушенной структурой сжимаются больше.
- Значительное влияние на сжимаемость оказывают скорость нарастания нагрузки и размеры ее ступеней. Опыты показывают, что увеличение ступеней и скорости нарастания нагрузки увеличивает сжатие глинистых грунтов.

Скорость сжатия

- Скорость сжатия глинистых грунтов зависит от влажности грунта и от мощности сжимаемого слоя.
- При полном насыщении образца водой скорость сжатия грунтов до известной степени определяется их водопроницаемостью.
- При малых значениях коэффициента фильтрации и большей мощности сжимаемого слоя процесс сжатия может длиться многие годы. При этом сжатие происходит до наступления состояния гидростатического равновесия, т. е. такого состояния, когда из грунта отжата часть воды, оказывавшая сопротивление сжатию, и внешняя нагрузка целиком воспринимается скелетом грунта.

Коэффициент уплотнения

- Коэффициент уплотнения m_o – это отношение плотности (объемной массы) «скелета» грунта на участке к плотности того же грунта, прошедшего процедуру стандартного уплотнения в лабораторный условиях. Используется для оценки соответствия качества выполненных работ нормативным требованиям. Нормативные значения коэффициента для различных видов работ приведены в соответствующих ГОСТ, СП, проектной документации на объект, и составляют обычно 0,95 – 0,98.
- *«Скелет» грунта – твердая часть структуры при определенных значениях рыхлости и влажности.*

Определение максимальной плотности грунтов

- Определение максимальной плотности грунтов в стандартных условиях предполагает проведение лабораторных исследований, в ходе которых пробы грунта подвергаются уплотнению при постепенно увеличивающейся влажности до определения показателя оптимальной влажности, при которой будет достигнута максимальная плотность песка.

Коэффициент относительного уплотнения

- При выполнении работ по перемещению песка, извлечению его из тела карьера, транспортировке и других операций, связанных с изменением таких свойств, как рыхлость, влажность, крупность частиц, происходит изменение плотности «скелета». Для расчета потребности и учета поступления строительного материала на площадку применяется коэффициент относительного уплотнения – отношение весовой плотности «скелета» песка на объекте к весовой плотности на участке отгрузки.
- Коэффициент определяется расчетным путем и указывается в проектной документации на объект строительства.

При проведении расчетов учитываются:

- Физико-механические характеристики песка (прочность частиц, крупность, слеживаемость);
- результаты лабораторного определения максимальной плотности и оптимальной влажности;
- насыпной вес песка в условиях естественного расположения;
- условия транспортировки; климатические и погодные условия на период осуществления доставки, возможность отрицательных температур.

Уплотнение при обратной засыпке и трамбовке

- Обратная засыпка – процесс заполнения вырытого котлована после выполнения определенных видов работ ранее вынутым грунтом или песком. Процесс трамбовки выполняется по месту засыпки грунта с применением трамбовочных устройств, ударным воздействием или при применении давления.
- В процессе выемки грунта происходит изменение его физических свойств, поэтому для определения объема необходимого для отсыпки песка необходимо учесть коэффициент относительного уплотнения.

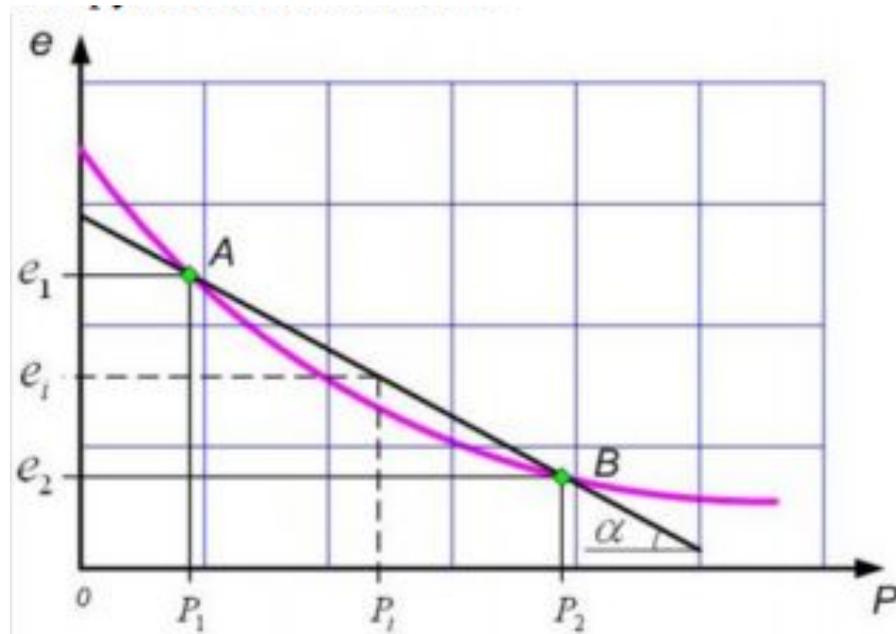
Уплотнение при транспортировке

- Транспортировка насыпных грузов автомобильным или железнодорожным транспортом также приводит к изменению плотности грунта.
- Встряхивание транспортного средства, воздействие осадков, давление верхних слоев песка приводят к уплотнению материала в кузове.
- Для определения количества песка, необходимого для обеспечения заданного объема строительного материала на объекте, этот объем необходимо умножить на коэффициент относительного уплотнения, указанный в проекте на строительные работы.

Закон уплотнения

Уплотнение грунта при увеличении нагрузки происходит по нелинейному закону. Однако в диапазоне уплотняющего давления 100-500 кПа криволинейный характер зависимости $e_i - p_i$ можно аппроксимировать прямой линией. При этом погрешность с учётом данного допущения не окажет существенного влияния на результаты расчета грунтовых оснований.

- Рис.1. Аппроксимирование компрессионной кривой



Формулировка

- Уравнение описывает изменение коэффициента пористости только для спрямленного участка компрессионной кривой и поэтому является приближенным. Но если изменения давлений будут бесконечно малыми, то изменения коэффициента пористости будут точно пропорциональны изменению давления:

$$de = - \alpha \cdot dp$$

- Полученное соотношение называется законом уплотнения грунтов: бесконечно малое изменение относительного объема пор грунта прямо пропорционально бесконечно малому изменению давления.

Закон сжимаемости в дифференциальной форме имеет вид

$$\frac{de}{dp} = -m_0,$$

- где e - коэффициент пористости, p - давление, m_0 - коэффициент сжимаемости, МПа⁻¹. Знак минус перед m_0 вызван тем, что при увеличении давления коэффициент пористости уменьшается. В разностной форме этот закон записывается

$$m_0 = -\frac{e_2 - e_1}{p_2 - p_1} = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}$$

- и формулируется так: отношение приращений коэффициента пористости и давления есть величина постоянная, равная коэффициенту сжимаемости с обратным знаком

Коэф. сжимаемости m_0 и коэф. относительной сжимаемости m_v

- Коэффициентом сжимаемости называется отношение приращений коэффициента пористости и давления m_0 .
- Коэффициент относительной сжимаемости m_v , то есть величина m_0 , деленная на $1 + e_0$.

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0},$$

где e_0 - коэф. пористости в естественных условиях.

- Величины m_0 и m_v измеряются в МПа.

Приборы

- Для изучения сжимаемости грунтов в настоящее время пользуются несколькими типами приборов, которые могут быть объединены в две группы:
- одометры - приборы, типа прибора Терцаги, с жесткими металлическими стенками, препятствующие боковому расширению образца при сжатии его вертикальной нагрузкой;
- стабилометры - приборы с боковым гидростатическим или аэростатическим обжатием образца, заменяющим действие жестких стенок в приборах первого типа.

Пример определения степени уплотнения грунта

- Допустим, максимальная плотность скелета грунта $1,95 \text{ г/см}^3$ (т/м^3), а плотность скелета грунта после уплотнения на объекте $1,88 \text{ г/см}^3$ (т/м^3). Разделим фактическую плотность на максимальную и найдем коэффициент уплотнения: $K_{\text{упл}} = 1,88/1,95 = 0,96$.
- В проектах часто нормируется не степень уплотнения грунта (указан не коэффициент уплотнения), а плотность скелета грунта (г/см^3 или т/м^3). В этом случае необходимо определить фактическую плотность и влажность грунта на объекте и вычислить требуемую плотность скелета грунта.
- Значения коэффициента уплотнения грунта или песчаного основания «примеряют» к нормируемым проектом, ГОСТ или СНиП значениям, чаще всего равным $0,95$ (низ земляного полотна) или $0,98-1,0$ (верх земляного полотна и подстилающий слой).

Выводы

- Сжимаемость грунтов обуславливается изменением их пористости вследствие переупаковки частиц, ползучестью водных оболочек, вытеснением воды из пор грунта. Сжатие полностью водонасыщенных грунтов возможно только при условии вытеснения воды из пор грунта.
- При изысканиях отбирают пробы грунта, строят график к.к. и определяют m_0 .

Основной расчет оснований по II предельному состоянию – по деформациям. В формулу расчета осадки $S = h m_v P$ входит величина коэффициента относительного сжатия грунта

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_0},$$

- Таким образом, m_0 является той характеристикой, которая, как правило, решает выбор основания: можно строить или нельзя.

Используемая литература:

- Бартоломей А.А. Механика грунтов: Учеб. издание/ АСВ, Москва, 2004;
- Малышев М.В., Болдырев Г.Г. Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах) / Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004;
- Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов/ Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005;
- Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): Учебник для строит. вузов. – М.: Высш. шк., 1983.
- Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений: Учеб. пособие/ Под ред. Б.И. Далматова; 2-е изд. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2001.