

## АНИЗОТРОПИЯ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Костевич Надежда Игоревна, Митрофанов Савелий Александрович,  
студенты 2-го курса кафедры «Автомобильные дороги»  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск  
(Научный руководитель – Соболевский С.В., канд. техн. наук, доцент)*

Анизотропными называются грунты, имеющие различные физико-механические и фильтрационные свойства по различным направлениям. На напряженное состояние, а, следовательно, на несущую способность и консолидацию быстро загружаемых водонасыщенных оснований оказывает влияние анизотропность их свойств. Наиболее ярко выраженной является анизотропия по водопроницаемости слабых водонасыщенных грунтов.

Для природных грунтов характерна анизотропия механических свойств в разных направлениях. Например, маловлажные лессовые грунты обладают большей деформируемостью в горизонтальном направлении, чем в вертикальном; некоторые слоистые и сланцевые породы, напротив, деформируются сильнее в направлении, перпендикулярном слоистости или сланцеватости. В большинстве случаев грунтовые основания бывают неоднородными, сложенными пластами грунта разной деформируемости.

Исследования Лукинской И.Г. (БПИ) ленточных глин Витебской области показали различие по коэффициентам фильтрации равное 37 с преобладанием в горизонтальном направлении при отличии модулей деформации в отношении 1,21. Для этих значений коэффициентов анизотропии представлена модель ортотропного основания с решением в конечном виде.

Консолидация грунта — это повышение плотности грунта под воздействием нагрузки во времени. В процессе консолидации грунта объем воды в единице объема грунта уменьшается вследствие ее отжатия (фильтрации) при действии внешней нагрузки и грунт уплотняется.

Решение задачи линейной фильтрационной консолидации основано на допущениях:

- рассматриваются полностью водонасыщенные грунты со свободной несжимаемой водой в порах грунта;
- уплотнение грунта может происходить только за счет выдавливания воды, т.е. уменьшения объема пор скелета грунта;

- скелет грунта принимается линейно-деформируемым, напряжения в котором мгновенно вызывают его деформации;
- грунт не обладает структурностью, и внешнее давление, прикладываемое к нему, в первый момент времени полностью передается на воду;
- фильтрация воды в порах грунта полностью подчиняется закону Дарси.

При приложении к поверхности ортотропного водонасыщенного основания внешней нагрузки согласно известной теории консолидации В. А. Флорина, процесс отжатия поровой жидкости сопровождается уплотнением грунта основания до полной стабилизации фильтрационных осадок при  $t = \infty$ . Этот процесс происходит при неустановившемся движении поровой жидкости. Рассматривая элементарный объём водонасыщенного грунта с позиции квазистатических состояний линейно - деформируемой среды и применяя уравнения равновесия, неразрывности Сен-Венана и обобщённого закона Гука для случая плоской деформации.

Получаем изменение водосодержания элементарного объема:

$$\left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} \right) dx dy 1 dt = - \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) \right] dx dy 1 dt.$$

И приравняв изменения элементарного объёма  $dx dy$  изменению его водосодержания получим уравнения совместности фаз:

$$\left( \frac{1-v_{xz}^2}{E_x} - \frac{v_{yx}+v_{zx}v_{yz}}{E_y} \right) \frac{\partial \sigma_x}{\partial t} + \left( \frac{1-v_{yz}^2}{E_y} - \frac{v_{xy}+v_{xz}v_{zy}}{E_x} \right) \frac{\partial \sigma_y}{\partial t} = - \left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial H}{\partial y} \right) \right]$$

Чтобы определить напорную функцию, составим уравнение, которое ограничивало бы возможность деформации скелета грунта в зависимости от перемещения (отжатия) воды в его порах. Для этого необходимо подставить уравнения Гука для случая плоской деформации в уравнение неразрывности Сен-Венана. Это уравнение является условием совместности поведения обеих фаз среды (скелета грунта и поровой жидкости) в статически неопределимой системе консолидации.

Мы пришли к выводу, что все грунты имеют различные характеристики и поведение под действием нагрузки. С помощью полученных ранее формул, мы можем оценить несущую способность основания на каждой последующей ступени приложения нагрузки.

В дальнейшем эти формулы подставляются в расчётную программу Соболевского С.В., в ней мы получаем расчет нормальных и касательных напряжений в момент времени  $t$  в анизотропном водонасыщенном грунте.

#### Литература:

1. Соболевский Ю.А., Соболевский С.В. Начальные условия для задач устойчивости и консолидации слабых водонасыщенных оснований от действия полосовой нагрузки//Строительство на торфах и деформации сооружений на сильносжимаемых грунтах: Доклады советских ученых ко II Международной конференции по механике грунтов и фундаментов строений(май 1988г.)/Госстрой СССР.-М.,1988.-с.105-112.
2. Казарновский В.Д. Некоторые проблемы проектирования земляного полотна автомобильных дорог на торфяных основаниях и пути их решения.//Строительство на торфяных грунтах. - Калинин1972-с.5.
3. Соболевский С.В. Определение критической нагрузки на водонасыщенное основание .//Материалы 12-й международной научно-практической конференции « Наука – образованию, производству, экономике». Том 2. Минск БНТУ.