

УДК 624.072

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ СИЛ СЦЕПЛЕНИЯ БАЛОЧНОЙ ПЛИТЫ С УПРУГИМ НЕОДНОРОДНЫМ ОСНОВАНИЕМ ПРИ АНАЛИЗЕ НДС ПЛИТЫ

А. Г. ПУСЕНКОВ

Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Беларусь

При расчете контактного взаимодействия фундаментной плиты с упругим основанием должны учитываться следующие факторы, от которых зависит напряженно-деформированное состояние как всей системы, так и ее упругих тел:

- инженерно- геологические неоднородности основания;
- равномерность действия нагрузки на плиту из-за возможной неравномерности осадок;
- физическая нелинейность контактирующих тел системы;
- учет влияния сил сцепления в контактной зоне плиты с основанием.

Все эти факторы делают задачу проектирования и возведения фундаментов сложной и трудоемкой. Правильный выбор модели основания и метода расчета позволяет достоверно исследовать напряженно-деформированное состояние (НДС) балочной плиты, упругого основания и распределение напряжений и перемещений в зоне контактного взаимодействия.

Постановка задачи. Граничные условия. Неоднородное основание состоит из двух слоев, расположенных под углом $\alpha = 45^\circ$, глубиной H . Параметры балочной плиты: высота плиты h , ширина плиты $2l$, изгибная жесткость EJ . На плиту действует внешняя нагрузка $q(x)$.

В расчет вводятся следующие граничные условия и допущения.

1. На границе принятой расчетной области перемещения равны нулю.
2. В контактной зоне справедливо равенство осадок упругого основания прогибам балочной плиты.
3. Усилия вне зоны контактного взаимодействия равны нулю.
4. Для крайних точек балочной плиты внутренние усилия равны нулю из условия свободного опирания балочной плиты на упругое полупространство.

Алгоритм решения задачи. Для решения рассматриваемой модели используем вариационно-разностный метод (ВРМ), реализуемый в перемещениях через конечно-разностные соотношения теории упругости (плоская деформация). Основание при расчете заменяется прямоугольной расчетной областью, которая аппроксимируется разбивочной сеткой конечных размеров с постоянным шагом по осям.

Величина полной потенциальной энергии балочной плиты на упругом основании \mathcal{E} состоит из энергии деформации плиты U , энергии деформации упругого основания A и работы внешней нагрузки P :

$$\mathcal{E} = U + A + P. \quad (1)$$

При проведении расчетов полной энергии деформации упругого основания A в формуле (1) учитываются силы сцепления в контактной зоне:

$$A = U_f + U_t, \quad (2)$$

где U_f – энергия деформации упругого основания (плоская деформация); U_t – энергия сил сцепления (продольной деформации).

Для решения сформулированной задачи составлена расчетная программа в компьютерной среде *Mathematica* и проведена ее числовая апробация для двуслойного основания с наклонным слоем.

1-й слой основания – песок средний: $\sigma_{y1} = 0,2$ МПа; $\nu_1 = 0,3$; $E_{01} = 25$ МПа.

2-й слой основания – суглинок: $\sigma_{y2} = 0,25$ МПа; $\nu_2 = 0,33$; $E_{02} = 30$ МПа.

Фундамент – железобетонная плита из бетона класса С20/25 – $P = 90$ кН; $l = 1,6$ м; $h = 0,3$ м.

Результаты нелинейного расчета. На рис. 1 приведены результаты расчета осадок модели основания и плиты с учетом влияния сил сцепления и без них в контактной зоне для первых двух итераций при нелинейном расчете.

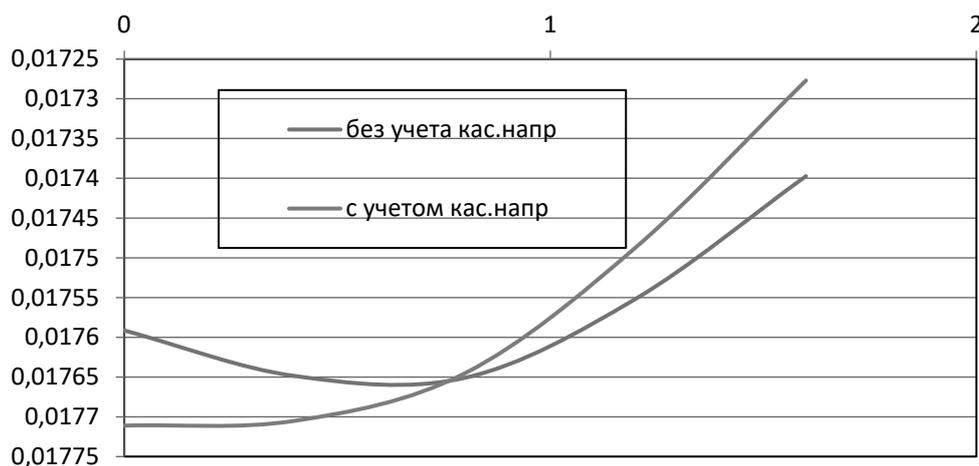


Рис. 1. График сравнения результатов осадок основания и плиты с учетом влияния сил сцепления (касательных напряжений) и без них в контактной зоне для первых двух итераций

Заключение. Предлагаемая методика расчета неоднородного основания и балочной плиты вариационно-разностным методом с использованием полной потенциальной энергии в конечно-разностных соотношениях позволяет более корректно описать напряженно-деформируемое состояние системы и осадки упругого основания под плитой, более детально исследовать эту зону контактного взаимодействия с учетом сил сцепления (касательных напряжений) в ней от вертикальной нагрузки.

Полученные результаты свидетельствуют о перераспределении осадок под плитой и изменении формы изогнутой оси прогибов плиты в зоне контактного взаимодействия, что свидетельствует о влиянии касательных напряжений при расчете.