

УДК 69.005
АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ШПУНТОВОЙ СТЕНКИ В УПРУГОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ
КОНСТРУКТИВНОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ

К.В. ДМИТРИЕВА

Научный руководитель С.В. БОСАКОВ, д-р техн. наук, проф.

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Беларусь

В работе выполнен подробный анализ современного состояния задачи и объекта исследования – шпунтовой стенки, как конструкции, широко используемой в условиях плотной городской застройки. В частности, показаны: особенности использования, конструкции и расчета шпунтовых ограждений. По условиям строительства и эксплуатации подпорные и ограждающие конструкции испытывают сложный характер нагружений и перемещений. Поэтому при проектировании необходимо учитывать совместную работу грунтового основания и самой конструкции.

Экспериментальные исследования работы подпорной стенки, позволяют сделать вывод, что характер действия нагрузки на подпорную стенку более соответствует предпосылкам теории упругости, чем теории предельного равновесия.

Анализ программных комплексов, имеющих в своей основе МКЭ, показал, что в них не реализуются расчеты, учитывающие одновременно два типа нелинейностей (физическую и геометрическую).

Широкое применение теория расчета тонкостенных элементов, взаимодействующих с деформируемым основанием, находит в строительстве. В рамках работы был выполнен обзор основных деформационных теорий грунта и его моделей, существующих методов расчета ограждающих конструкций.

К настоящему времени проблема выбора расчетной модели основания и метода расчета решается неоднозначно. По-видимому, дальнейшее развитие этого вопроса вряд ли приведет к созданию единой универсальной модели, описывающей всё многообразие физических явлений, происходящих в естественных грунтах, и в каждом конкретном случае выбор той или иной модели будет обусловлен ее практической целесообразностью. Следует отметить, что наиболее полно в исследованиях задач контактных взаимодействий освещена постановка задачи для линейно-упругой конструкции на линейно-упругом основании. Вопрос о решении задачи о нелинейно-упругой конструкции на нелинейно-упругом основании изучен значительно хуже. Объясняется такая картина тем, что в нелинейной поста-

новке принцип независимости действия сил не применим. Следовательно, необходимо решать численно совокупность нелинейных уравнений в частных производных, или прибегать к итерационным подходам. Чаще всего попытки решить задачу в нелинейной постановке приводят к созданию авторами собственного подхода к решению конкретной задачи.

Обзор существующих теоретических и экспериментальных исследований показал, что на современном этапе, характер напряженно-деформированного состояния конструкций в грунте раскрыт не полностью. Остаются нерешенными такие вопросы:

- 1) сложное очертание контура основания;
- 2) учет одновременно нескольких видов нелинейностей, в частности физической нелинейности материала стенки и конструктивной нелинейности, вызванной особенностями грунтового основания.

В работе выводятся уточненные формулы для перемещений границ плоского клина со свободными гранями от действия сосредоточенных и распределенных нагрузок, приложенных к границе клина (рис. 1). Полученные результаты могут быть использованы при решении разнообразных контактных задач для клиновидных оснований.

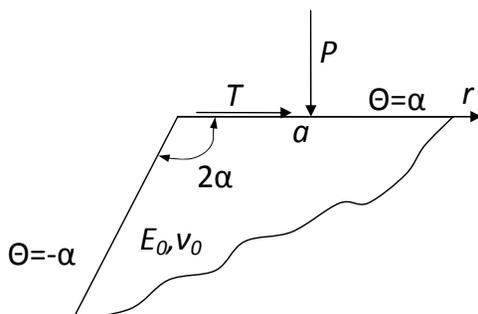


Рис. 1. Загружение плоского упругого клина нормальной и касательной к грани сосредоточенными силами

Предполагается, что клин имеет большую длину в направлении оси z , а силы P и T являются погонными нагрузками и имеют размерность силы, поделенной на единицу длины. Такой клин находится в условиях плоской деформации. Материал клина является изотропным.

Для определения перемещений в плоском клине со свободными гранями от действия распределённой нагрузки (рис. 2), произвольно направленная равномерно-распределённая нагрузка раскладывается на нормальную и касательную к грани клина. В дальнейшем задача решается отдельно для каждой из составляющих нагрузки.

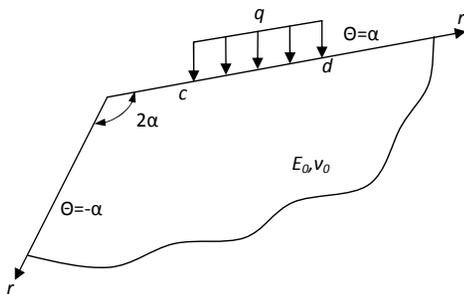


Рис. 2. Схема плоского клина под действием равномерно-распределенной нагрузки

Разработан алгоритм определения перемещений границ щели в упругой полуплоскости с ломаным контуром (рис. 3), необходимый для дальнейшего расчета шпунтовой стенки в упругой среде.

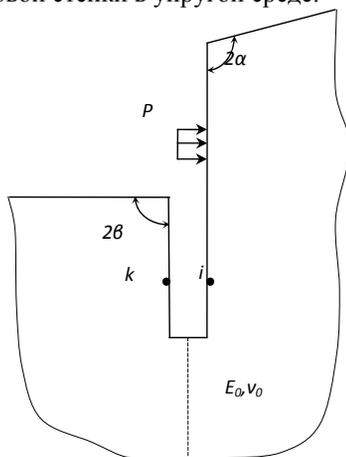


Рис. 3. Щель в упругом основании

В работе поставлена и решена задача о расчете стенки произвольной гибкости в упругой полуплоскости (рис. 4) с ломаным контуром на действие горизонтальной нагрузки с учетом односторонних связей на контакте стенки и полуплоскости. Расчет выполнен способом Б.Н. Жемочкина и

подтвержден методом конечных разностей (для стенки из физически линейного/нелинейного материала).

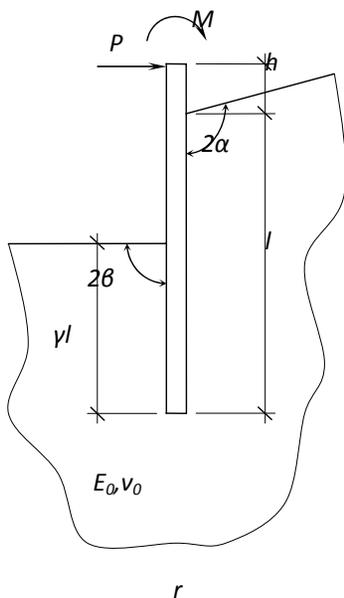


Рис. 4. Горизонтально нагруженная стенка в упругой среде

На основании выполненных исследований была разработана методика и составлена программа расчета системы «шпунтовое ограждение - грунт».