

- interaction* // Applied Mechanics Review. – 2003. – Vol. 56 (4) – P. 349 – 381.
2. Yu G. Y., Lie S. T., Fan S. C. *Stable boundary element method/finite element method procedure for dynamic fluid-structure interaction* // A.S.C.E. Journal of Engineering Mechanics. – 2002. – Vol. 128. – P. 909 – 915.
 3. Kumar V., Ganesan N. *Dynamic analysis of conical shells conveying fluid* // Journal of Sound and Vibration. – 2008. – Vol. 310 (1 – 2). – P. 38 – 57.
 4. Zhang Y.L., Gorman D.G., Reese J.M. *Vibration of prestressed thin cylindrical shells conveying fluid* // Thin-Walled Structures. – 2003. – Vol. 41. – P. 1103 – 1127.
 5. *Recent Advances in Boundary Element Methods A Volume to Honor Professor Dimitri Beskos* Manolis, George; Polyzos, Demosthenes Eds., XXXVIII. – 2009. – P. 470.
 6. Brebbia C. A., Telles J. C. F. & Wrobel L. C. *Boundary Element Techniques*. – Springer-Verlag: Berlin and New York. – 1984.
 7. Gnitko V., Ogorodnyk U., Naumenko V., Strelnikova E. *Free and forced vibrations of shell structures interacting with liquid* // Proc. of XXXIV Conference «Boundary elements and other mesh reduction methods» WIT – Press, Transaction on Modelling and Simulation, Croatia, Split, 2012. – P. 83 – 95.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГИБКОЙ СТЕНКИ В УПРУГОЙ СРЕДЕ С УЧЕТОМ КОНСТРУКТИВНОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ

Дмитриева К. В.

Белорусский национальный технический университет
Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65
ksenny@tut.by

В работе выполнен подробный анализ современного состояния задачи и объекта исследования – гибкой 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 нагрузжений 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 все 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 постановке 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 настоящей работе выводятся уточненные формулы для перемещений границ плоского клина со свободными гранями от действия сосредоточенных и распределенных нагрузок, приложенных к границе клина. Полученные результаты могут быть использованы при решении разнообразных контактных задач для клиновидных оснований.

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 распределенной нагрузки, произвольно направленная равномерно-распределенная нагрузка раскладывается на нормальную и касательную к грани клина. В дальнейшем задача решается отдельно для каждой из составляющих нагрузки.

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

В работе поставлена и численно решена контактная задача для гибкой вертикальной стенки, находящейся в упругом основании с ломаным контуром под действием горизонтальной нагрузки. При расчете материал стенки считается деформирующимся по линейному закону, а также считается, что на контакте стенки с упругим основанием могут возникать только сжимающие нормальные напряжения. Такая предпосылка предполагает возникновение разрывов сплошности грунтовой среды, а для основания с ломаным контуром при-

водит к возникновению точек раздела граничных условий.

Контактная задача для гибкой вертикальной стенки из физически нелинейного материала, находящейся в упругом основании с ломаным контуром под действием горизонтальной нагрузки была поставлена и численно решена с учетом двух типов нелинейностей: физической, связанной с нелинейной диаграммой деформирования материала стенки, и конструктивной, вызванной свойствами упругого основания.

Расчет выполнен способом Б. Н. Жемочкина [1] и подтвержден методом конечных разностей (для стенки из физически линейного/нелинейного материала).

На основании полученной методики расчета гибкой стенки ломаного очертания с учетом нелинейного деформирования материала стенки и конструктивной нелинейности, вызванной свойствами упругого основания, составлена компьютерная программа расчета системы «шпунтовое ограждение – грунт». Данная программа принята ОАО Минскметропроект для внедрения в практику проектирования на объекте «Участок продления первой линии Минского метрополитена от ст. Петровщина до ст. Малиновка».

Литература

1. Жемочкин Б. Н. *Практические методы расчета фундаментных балок и плит на упругом основании* / Б. Н. Жемочкин, А. П. Сеницын. – М.: Госстройиздат, 1962. – 240 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ САМООРГАНИЗАЦИИ МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦ В ИНТЕРМЕТАЛЛИДАХ

Дудник Е. А., Скоробогатов М. С., Дудник Д. В.

Рубцовский индустриальный институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Алтайский государственный

технический университет им. И. И. Ползунова»

Россия, 658207, Рубцовск, ул. Тракторная, д. 2/6

evgdudnik@yandex.ru

Известно, что упрочнение упорядочивающихся сплавов связано с торможением сверхдислокаций [1]. В структуру сверхдислокаций, носителей пластической деформации в упорядочивающихся сплавах, входят плоские дефекты, такие как антифазные границы и дефекты упаковки, влияние которых имеет важное значение, но почти не исследовалось. Одним из механизмов упрочнения сплавов является доменнограничное торможение сверхдислокаций, наличие антифазных доменных границ различного типа, в этом случае размер, форма доменов и механизмы их самоорганизации играют определяющую роль.

Процесс атомного упорядочения является сложным, многостадийным и многофакторным, поэтому исследования промежуточных равновесных и неравновесных состояний способствуют более глубокому пониманию происходящих процессов и выявлению новых атомных механизмов структурных превращений, их самоорганизации и взаимодействию. Важность исследования атомных механизмов структурных превращений заключается в локальном из-