

Исследования проводились на примере стеновых панелей пятиэтажного дома. Для снижения размерности задачи рассматривался только фрагмент здания, а именно, выделенная вертикальными сечениями внутренняя поперечная стена с примыкающими с двух сторон участками междуэтажных перекрытий всех этажей. Дополнительные проемы в панелях стены рассматривались двух типов – прямоугольные и арочные. В качестве внешних воздействий принимались эксплуатационные нагрузки согласно действующим нормам проектирования.

Численный анализ напряженно-деформированного состояния выделенного фрагмента здания осуществлялся с помощью вычислительного комплекса «Лира-8.00», реализующего метод конечных элементов в перемещениях. Моделирование реальных конструкций фрагмента здания и их конечно-элементная аппроксимация осуществлялась в традиционной для строительной механики постановке. Работа материалов конструкций рассматривалась в упругой стадии. При разработке расчетной схемы использовались два типа конечных элементов - конечный элемент оболочки (для моделирования стены и перекрытий) и конечный элемент балки на упругом основании (для моделирования фундамента стены). Влияние отсеченных частей здания на исследуемый фрагмент моделировалось вертикальными и горизонтальными связями конечной жесткости. Жесткость связей подбиралась из условия кинематической эквивалентности вводимых связей и заменяемых ими частей здания. Подбор осуществлялся путем проведения серии численных экспериментов.

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы: 1) одиночные проемы размерами, сопоставимыми с размерами дверных проемов, несущественно сказываются на напряженно-деформированном состоянии остальных частей стеновых панелей; 2) растягивающие напряжения, возникающие в зонах, расположенных непосредственно над проемами прямоугольной формы, малы и не превышают прочность бетона при растяжении; 3) над арочными проемами растягивающих напряжений вообще не возникает, а уровень напряжений сжатия существенно меньше прочности бетона для этого вида напряженного состояния.

Таким образом, проведенное исследование свидетельствует об отсутствии необходимости устройства дополнительных усиливающих элементов над проемами, прорезаемыми в стенах крупнопанельных зданий, при условии относительной малости их ширины (до 1/5 длины панели). В этом случае исчерпание несущей способности ослабляемых проемами стеновых панелей и образование трещин в их надпроемных зонах исключается. Возможна прорезка проемов и большей ширины, но после предварительного анализа прочностных свойств материала панелей и их напряженного состояния.

К РАСЧЕТУ БАЛОК НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ ОСНОВАНИЯ

О.В. Машкова

Научный руководитель – д.т.н., профессор *С.В. Босаков*
Белорусский государственный университет транспорта

Проблема расчета балок на упругом основании с учетом физической нелинейности основания представляет интерес как в теоретическом, так и в прикладном аспектах. Актуальность этих исследований обусловлена тем, что существующие методы расчетов оснований и фундаментов базируются на использовании теории *линейно* деформируемых тел. Однако для большинства видов грунтов зависимость между нагрузкой и осадкой имеет явно *нелинейный* характер. Поэтому грунты в общем случае следует рассматривать как *нелинейно* деформируемую среду, подчиняющуюся общим закономерностям теории малых упругопластических деформаций, разработанной А. А. Ильюшиным, В. В. Соколовским и другими.

В данной работе рассматривается балка конечной длины на упругом основании под действием произвольной распределенной нагрузки. Материал балки считается линейно упругим, а основание - физически нелинейным. Предполагается, что между балкой и основанием возникают только реактивные давления. Силы трения на контакте слоев малы и ими пренебрегают.

Рассматриваемая краевая задача описывается также соответствующими кинематическими и силовыми граничными условиями.

Нелинейность основания описывается законом нелинейной упругости

$$\sigma_i = \Phi(\varepsilon_i),$$

где $\Phi(\varepsilon_i)$ – зависимость между интенсивностями деформаций и напряжений. Она задается произвольно, исследуется и вводится в дальнейший расчет.

Поставленную задачу предполагается решать в перемещениях. Получаемые уравнения содержат функции пластичности, поэтому применим метод упругих решений А. А. Ильюшина. В ходе решения используются три группы уравнений: а) уравнения типа Ляме, являющиеся синтезом геометрического, статического и физического обследования задачи; б) уравнения, связывающие напряжения и деформации в любой точке исследуемой области; в) краевые условия.

К этим уравнениям добавляется уравнение изгиба балки в контактной зоне

$$\frac{d^4 v_i}{dx^4} = -\frac{P_i - X_i}{EI_6},$$

где P_i – реактивные давления;

X_i – внешние силы (в зоне контакта $X_i \rightarrow Y_v$);

EI_6 – жесткость балки при изгибе.

Решать сформулированную задачу предполагается численно методом конечных разностей, то есть заменой дифференциальных уравнений конечно-разностными аппроксимациями.

Литература

1. Рындин Н. И. Краткий курс теории упругости и пластичности. Учебное пособие. Под ред. проф. В. С. Постоева. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1974, 136 с.

2. Винокуров Е. Ф. Итерационный метод расчета оснований и фундаментов// Строительство и архитектура Белорусии, 1970, № 1, с. 31 – 34

3. Винокуров Е. Ф. Итерационный метод расчета балок и плит, лежащих на линейно и нелинейно деформируемом анизотропном основании// Строительство и архитектура Белорусии, 1970, № 3, с. 26 – 28

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В СТЕНКЕ ПОЛОГО ЦИЛИНДРА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ

С.С. Степанюк, И.И. Ковальчук

Научный руководитель – к.т.н., доцент *А.И. Веремейчик*
Брестский государственный технический университет

Большинство задач теплопроводности сводятся к решению дифференциальных уравнений в частных производных, которые, как правило, весьма сложны, получить их решение в виде конечной формулы можно лишь в самых простых случаях. В связи с этим особое значение приобретают методы приближенного решения, в том числе и численные методы (конечных разностей, конечных элементов, граничных элементов и др.). В методе граничных элементов, например, дифференциальные уравнения (ДУ) заменяются интегральными, которые более удобны для реализации на ЭВМ. Для простых случаев геометрии границы области эффективным является использование метода конечных разностей, в котором дифференциальные уравнения заменяются их конечно-разностными аналогами, благодаря чему исходные ДУ сводятся к системам алгебраических уравнений, в которых неизвестными являются значения функции (температуры) в узлах сетки, вводимой вместо непрерывной области изменения аргумента (координаты). Хотя число неизвестных в этой системе бывает значительным, решение ее представляет более простую задачу, чем первоначальная.