

М.И.Слизская (5 курс, ФМФ), С.А.Фролов, к.т.н., доц.

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОПОР СТАЦИОНАРНОЙ МОРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В ПАКЕТЕ «ANSYS»

В данной работе рассматривается влияние деформирующих нагрузок на сложную объемную конструкцию, представляющую собой стационарную морскую платформу, устанавливаемую под ветряки и/или морские нефтяные скважины. Будучи установленными на исходное место, в дальнейшем объекты будут подвержены как статическим, так и динамическим нагрузкам больших амплитуд (волны и ветер), поэтому необходимо быть уверенным в том, что деформации платформы заданной конструкции будут находиться в допустимых диапазонах.

В конкретной модели рассматривается платформа, опирающаяся на три колонны, которые расположены в вершинах равностороннего треугольника. Конструкция подвергается внешнему воздействию от силы ветра и/или волновой нагрузки. Опоры выполнены в виде тонкостенных цилиндров, внешний радиус равен 1,75 м, толщина стенки равна 0,08 м. Свойства материала опор: модуль Юнга $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$, плотность $\rho = 7800$ кг/м³. Свойства материала платформы: модуль Юнга $E = 2,1 \cdot 10^{13}$ Па, коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$, плотность $\rho = 7800$ кг/м³. При конечно-элементном моделировании в пакете «Ansys» использовался трехмерный квадратичный элемент (рис. 1), имеющий три степени свободы – компоненты вектора перемещений U_x , U_y , U_z . КЭ сетка приведена на рис. 2.

В начале были рассмотрены свободные колебания конструкции, найдены собственные частоты, определены соответствующие им формы колебаний, которые в дальнейшем будут использованы при исследовании смещений конструкции при резонирующих нагрузках. Далее, было получено поле распределения напряжений конструкции при воздействии статической нагрузки, имитирующей воздействие ветра. Рассмотрены вынужденные колебания конструкции под действием постоянной силы $F = 10$ МН, приложенной в точке с координатами (0; -18; -0,42) вдоль оси Oy . Исследовано напряженно-деформированное состояние несущих опор. На рис. 3 представлено поле распределения напряжений σ_z . Самыми опасными оказались сжимающие напряжения, возникающие в заделке ($z = -66,84$ м) опор.

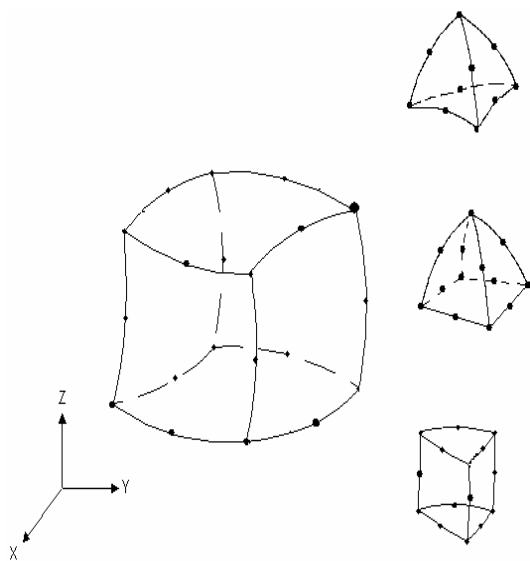


Рис. 1. Тип используемых конечных элементов

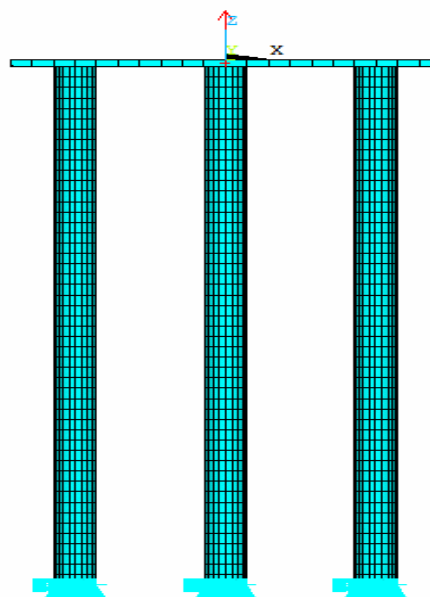


Рис. 2. Конечно-элементная модель конструкции

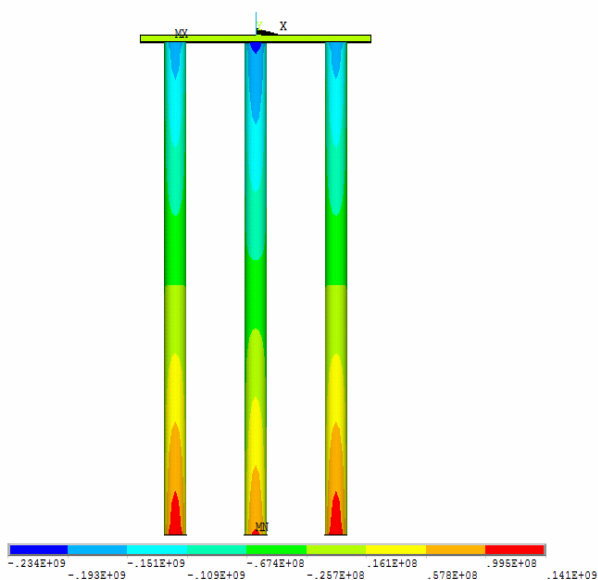


Рис. 3. Поле статических напряжений

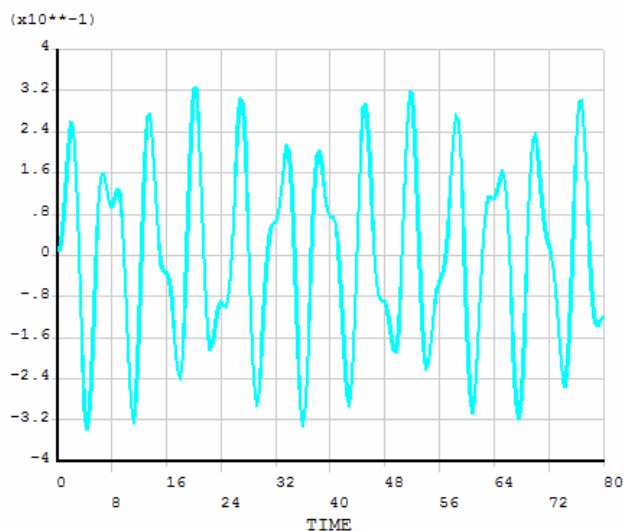


Рис. 4. Продольные колебания платформы

Затем исследовался вопрос о поведении платформы под воздействием вынуждающих периодических возмущений разных периодов, имитирующих волновую нагрузку. Вынуждающие силы представляли собой стандартные гармонические осцилляторы, прикладывались к центральным точкам опор с учетом сдвига фаз друг относительно друга. Были сняты картины перемещений и напряжений, например, на рис. 4 представлены колебания точки с координатами $(-12,5577; -9; -2,16)$ одной из колонн в плоскости возмущения.

Таким образом, с помощью выполненных исследований подготовлены программные средства для анализа напряженно-деформированного состояния опор стационарной морской платформы в пакете «Ansys». Полученные результаты могут использоваться для совершенствования процесса конструирования элементов платформ, а также для верификации результатов полученных с помощью иных программных средств.