

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.С. Шанина, Ю.Я. Болдырев

Одной из основных задач, которые возникают при проектировании строительных объектов, является оценка несущей способности фундаментной конструкции сооружения (в частности свай) и оценка осадок фундамента при расчетных нагрузках. Грунтовое основание любого сооружения является не только частью самого сооружения, но и частью природной геологической среды. Из-за этого в системе «основание - фундамент - наземная часть здания» свойства основания обладают наибольшей изменчивостью и с меньшей определенностью поддаются количественному описанию. В общем случае, наиболее нагруженными элементами конструкции являются непосредственно взаимодействующие с основанием фундаменты и конструкции подземной части здания. Усилия в них определяются с наименьшей достоверностью, чем в конструкциях надземной части. Вообще, данный класс задач относится к существенно междисциплинарным, поскольку в нем «завязаны» в единый комплекс задачи механики твердого и деформируемого тела, течения жидкости в пористых структурах и т.д. Решение задач подобного рода относится к вычислительно ресурсоемким, и требуют больших вычислительных мощностей. Современные методы математического моделирования на базе суперкомпьютеров открывают возможности широкого использования новых подходов для расчетов и проектирования фундаментов сооружений. Они позволяют получить наиболее полное представление о том, что происходит в системе основание - фундамент - наземная часть здания», что значительно облегчает проектирование, особенно сложных нестандартных спортивных объектов.

Эти подходы были использованы при решении задачи взаимного влияния двух трамплинов многофункционального спортивного комплекса «Токсово» по Санкт - Петербургом и оценке напряженного деформированного состояния их основания. Каждый трамплин представляет собой сооружение в виде вертикально-наклонной изогнутой конструкции высотой 140 и 106 м над уровнем земли. Габариты основания трамплина вместе с примыкающим зданием составляют – 88 × 11.8 м. В основании конструкции находится 3-х этажное строение спортивного назначения. На вершине трамплина – округлая башня с помещениями и стартовой площадкой для спортсменов. 3-х этажное строение основания представляет собой железобетонное каркасное здание, являющееся нижней опорой для разгонной металлической фермы трамплина. Оба трамплина рассматриваются как высотные здания и, в соответствии с требованиями ТСН 31-332-2006 Санкт - Петербург, относятся к I уровню ответственности и к третьей геотехнической категории сложности в соответствии с требованиями ТСН 50-302-2004 Санкт - Петербург. По данным геологических изысканий в районе предполагаемого строительства трамплинов залегают 14 различных слоев почвы. Возведение каждого трамплина планируется на насыпном холме высотой 40 м для оптимального формирования зоны приземления спортсменов.

Основными проблемами расчета грунтового массива под трамплинами, которые были успешно решены с помощью методов математического моделирования, были:

- взаимное влияние двух трамплинов друг на друга (осадка, крен);
- нелинейное поведение грунтов, в том числе с учетом грунтовых вод;
- оценка устойчивости склонов;
- совместная работа трамплинов и грунтового массива;
- учет работы свайного поля под фундаментами трамплинов.

Для корректного учета всех вышеперечисленных факторов в рамках программного комплекса ANSYS была разработана полная пространственная модель грунтового массива. При моделировании грунтового массива использовалась математическая модель Друкера-Прагера. В результате исследования определено нелинейное пространственное напряженно-деформированное состояние грунтового массива с учетом совместного размораживания зданий и свайных полей. Кроме того, исследовано влияние на осадку трамплинов свойств грунтовой подушки, формируемой на этапе фундаментных работ. Отдельно был проведен сравнительный анализ устойчивости грунтового массива при различных условиях и нагрузках, а также этапах возведения фуникулера, располагающегося на склоне вблизи трамплинов.