

РЕШЕНИЕ СОПРЯЖЕННЫХ ЗАДАЧ ГЕОМЕХАНИКИ И ГЕОТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ МДТТ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА

Козловский Е. Я.

(Белорусский государственный университет,
г. Минск, Беларусь)

В статье приведены особенности постановки сопряженных задач геомеханики и геотехники при их решении на основе моделей МДТТ, случай практического решения подобной задачи. Описывается противоречие взглядов норм разных областей подземного строительства на решения численными методами.

The special aspects of conjugate geomechanics and geotechnics problem formulation during solving by continuum mechanics methods are described. Collided conceptions of using numerical methods in several design codes in different industry sectors are circumscribed.

В рамках статьи для некоторого разделения под задачами геомеханики будут пониматься задачи изучения напряженно деформированного состояния и устойчивости массивов горных пород на больших глубинах, проверка массива на предельные состояния. А под задачами геотехники — взаимодействия инженерных сооружений с массивом, подземными водами и иными сооружениями в зоне влияния (учитывая возможность изменения характера их нагружения и изменения характеристик вмещающего массива), расчета по предельным состояниям их строительных конструкций. Сопряженные задачи этой области для получения наиболее корректного и адекватного решения требуют построения механико-математических моделей, учитывающих взаимовлияние геомеханических процессов в рассматриваемых породных массивах и инженерно-технических сооружениях, размещенных в подземных выработках.

Как пример такой сопряженной задачи можно рассмотреть комплекс подземных сооружений вблизи общешахтного бункера, (рис. 1), находящийся в сложных горнотехнических условиях и включающий в себя различные камеры, ниши, обходные выработки.

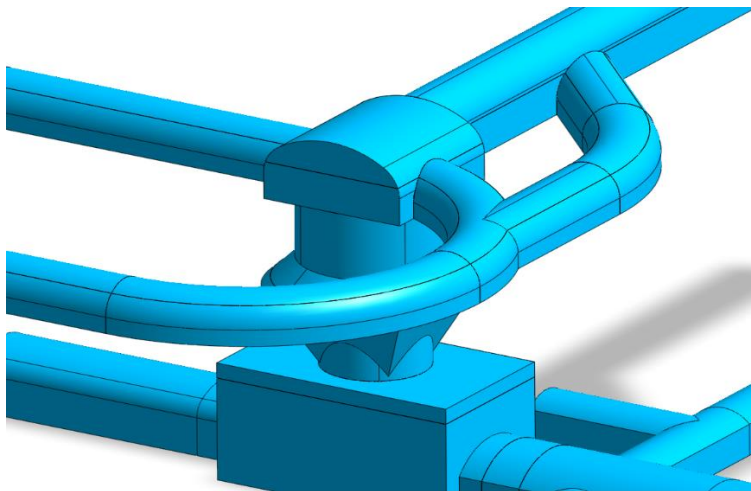


Рис. 1. Пространственное расположение выработок возле общешахтного бункера (одна из рассматриваемых конфигураций камерной выработки)

Сам общешахтный бункер и выработки нижележащего горизонта в данной задаче имеет железобетонное крепление, выработки вышележащего горизонта — крепление анкерами и набрызг-бетоном. Камера над бункером рассматривалась в множестве конфигураций с применением различных типов крепления (двухуровневое анкерное с применением канатов, жесткое и т.д.). В практическом решении данной задачи производилось сравнение конфигураций камер, последовательности проходки и строительства, влияние на НДС строительных конструкций.

На процесс деформирования массива горных пород очень большое влияние оказывает его структурная неоднородность, поэтому корректную картину напряжений и деформаций вблизи данного комплекса подземных сооружений возможно получить только при учете особенностей поведения неоднородной структуры массива —

фактического наличия переслаивания пород и угла падения в одном из пластов в своде камеры над бункером.

При рассмотрении задачи с общешахтным бункером геологические условия осложняет наличие пласта пород с ярко выраженными реологическими свойствами, что требует подбора параметров уравнения по семейству кривых ползучести и решения задачи во времени.

Очень важным в данном типе задач является учет стадийности [1]. Абсолютно недостаточно учитывать лишь начальную и конечную стадии — ограничение таким подходом ведет к значительно завышенным усилиям в крепи, НДС массива в таком случае тоже будет определен некорректно (рис. 2).

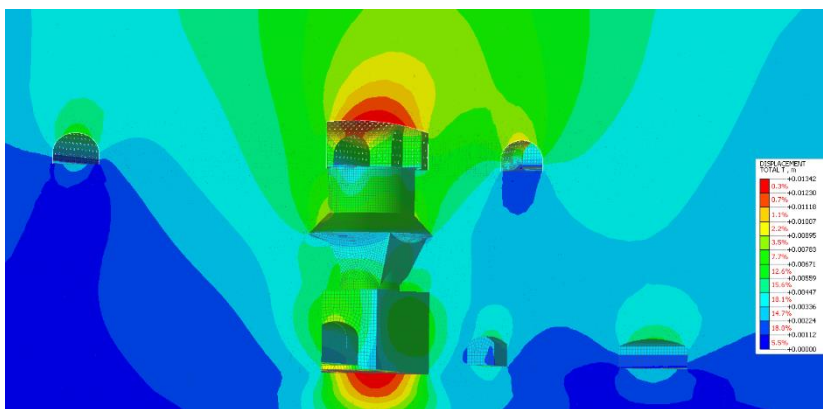


Рис. 2. Изополя полных перемещений в массиве пород для одной из рассматриваемых конфигураций камеры над общешахтным бункером

Известно, что решение задач в плоской постановке является грубым приближением для выработок и камер с продольным размером по продольной оси $l \leq 12D$, кроме того данный подход требует, чтобы рассчитываемое сечение было удалено от забоя на расстояние $l \geq 6D$. Данные условия подчеркивают наличие ярко выраженного трехмерного характера данного примера и большинства сопряженных задач геомеханики и геотехники (например, расчета колонных станций метрополитена глубокого заложения).

Таким образом при трудной пространственной компоновке подземных выработок ответственных сооружений в сложных геологических условиях и наличии особых нагрузжений строительных кон-

струкций, решение задачи с оценкой наиболее благоприятной последовательности проходки, численным выявлением НДС строительных конструкций и влияния на него возможно только численными методами.

Стоит отметить, что текущее положение норм строительного проектирования имеет довольно противоречивый характер в части расчетов при подобном рода задачах. В частности, довольно давно существовало допущение использования методов механики сплошных сред в части расчета подземных транспортных сооружений, а текущие наиболее прогрессивные нормы отдают предпочтение численному анализу объектов геотехники [2-7]. Однако при строительстве подземных горных выработок с целью добычи полезных ископаемых существует неизбежная необходимость расчета по эмпирическим методикам правил [8] и инструкций, которые в частных случаях могут привести к неадекватным и нефизичным значениям.

Численный анализ предоставляет информацию о поведении массива, которая не может быть получена экспериментально или по данным наблюдений. Однако нельзя не отметить, что численное представление механики для некоторых типов пород до сих пор является неудовлетворительным, а нехватка информации и большое количество неустранимых неопределенностей — часть ежедневной практики в геотехнике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Компьютерное моделирование в геомеханике : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Современные информационные технологии и механико-математические модели в геомеханике, механике машин и механизмов», 3-7 нояб. 2008 г., Минск. / М. А. Журавков [и др.] ; под общ. ред. М. А. Журавкова. — Минск : Изд. центр БГУ, 2008. — 443 с.
2. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений
3. СП 120.13330.2012 Метрополитены
4. СП 122.13330.2012 Тоннели железнодорожные и автодорожные
5. СП 248.1325800.2016 Подземные сооружения. Правила проектирования
6. СП 249.1325800.2016 Коммуникации подземные. Проектирование и строительство закрытым и открытым способом

7. ТКП EN 1997-1-2009 Геотехническое проектирование
8. СП 91.13330.2012 Подземные горные выработки

УДК 691.32.008.6

ГРАВИТАЦИЯ КАК ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНАЯ СИЛА КОСМИЧЕСКОГО ВРАЩЕНИЯ

Костюкович П.Н.

В инженерной геологии и механике грунтов гравитация – главная действующая сила. Как массовая она проявляется везде: в паскалевских и горных давлениях, осадке фундаментов, оползневых процессах, сдавливании стволов скважин, диагенезе отложений и т.д. В то же время происхождение этой силы до сих пор не установлено, что является существенным препятствием для создания теории и методологии управления гравитацией. Опираясь на предыдущие исследования по экспериментальному определению ускорений силы тяжести, сделаем следующий шаг к выяснению физики сил тяготения.

Незнание происхождения силы тяжести неизбежно приводит к ряду противоречий при рассмотрении этой силы с позиции законов, трактующих массу тел по-разному – как меру их гравитации и как меру их инерции. Приведем из учебников классический пример решения таких задач.

Пусть спутник вращается вокруг Земли по круговой орбите. В любой точке орбиты на спутник одновременно действуют силы притяжения двух тел, суммарная величина которых определяется Законом всемирного тяготения Ньютона:

$$F = \gamma \frac{m_s \cdot m_z}{r^2}, \quad (1)$$

где $m_s = const$ – масса спутника, измеренная в поле тяготения Земли;
 $m_z = const$ – масса Земли в поле тяготения Солнца;
 r – расстояние от спутника до центра Земли;
 $\gamma = const$ – гравитационная постоянная.