

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КРЕПИ ВЫРАБОТКИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ ВБЛИЗИ ГРАНИЦЫ РАЗДЕЛА ПОРОД

Деев П. В., д.т.н., доцент каф. «Механика материалов»,
Цуканов А. А., аспирант
Тульский государственный университет
г. Тула, Российская Федерация

При расчете крепи горных выработок массив пород, как правило, представляется однородной средой [1]. Тем не менее, в некоторых случаях особенности реального строения массива могут существенно влиять на напряженное состояние подземной конструкции. Учет неоднородного строения массива обычно выполняется с применением методов численного моделирования, однако в некоторых случаях предпочтительным является использование методов, основанных на аналитических решениях соответствующих задач теории упругости [2].

В настоящей работе рассматривается случай, когда вблизи выработки проходит граница раздела пород с существенно отличающимися деформационными характеристиками. Схема соответствующей задачи теории упругости показана на рис. 1.

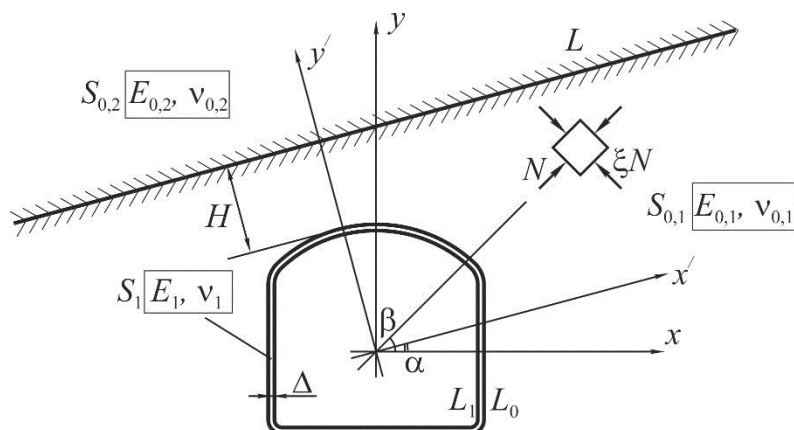


Рис. 1. – Расчетная схема крепи выработки, пройденной вблизи границы раздела пород

Здесь контактирующие среды $S_{0,j}$ ($j = 1, 2$) с деформационными характеристиками $E_{0,j}$, $\nu_{0,j}$ моделируют слои разных пород. Кольцо S_1 из материала с характеристиками E_1 , ν_1 моделирует крепь выработки. В средах $S_{0,j}$ имеется поле начальных напряжений.

Решение рассматриваемой задачи получено с помощью теории функций комплексного переменного [3], свойств интегралов типа Коши и конформного отображения. Комплексные потенциалы Колосова-Мухелишвили, характеризующие напряженно-деформированное состояние рассматриваемых сред, представляются в виде комплексных рядов, неизвестные коэффициенты которых подлежат определению. В результате определенных математических преобразований решение сводится к итерационному процессу, на каждом шаге которого уточняется влияние границы раздела. На основе решения разработан метод расчета, реализованный в виде компьютерной программы.

С использованием разработанного программного обеспечения получено распределение напряжений и усилий в крепи типовых выработок. На основе выполненных многовариантных расчетов исследовано влияние формы выработки, отношения моделей деформации контактирующих пород и расстояния от выработки до границы раздела на величину максимальных напряжений, возникающих в подземной конструкции. Также определены условия, при выполнении которых наличие границы раздела пород оказывает существенное влияние на напряженное состояние крепи горной выработки или обделки тоннеля.

Список литературы

1. Бульчев, Н.С. Механика подземных сооружений. – М.: Недра, 1996. – 382 с.
2. Саммаль, А.С., Анциферов, С.В., Деев, П.В. Аналитические методы расчета подземных сооружений. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – 111 с.
3. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966. – 707 с.