Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Н. Н. Фотиева, Т. Г. Саммаль, Математическое моделирование взаимодействия бетонной обделки канализационного тоннеля, подвергающейся газовой коррозии, с массивом грунта, *Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки*, 1998, выпуск 6, 149

DOI: <https://doi.org/10.14498/vsgtu23>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 54.84.234.179

26 апреля 2023 г., 17:00:17

Н.Н. Фотиева, Т.Г. Саммалъ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ КАНАЛИЗАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ, ПОДВЕРГАЮЩЕЙСЯ ГАЗОВОЙ КОРРОЗИИ, С МАССИВОМ ГРУНТА

Решена задача о напряженно-деформированном состоянии бетонной обделки тоннеля с учетом газовой коррозии. Приведены примеры численного решения задачи.

Предлагаемая математическая модель предназначена для прогноза снижения несущей способности бетонных обделок канализационных коллекторных тоннелей в процессе их эксплуатации, обусловленной локальным уменьшением толщины обделки в сводовой части вследствие влияния агрессивной газовой среды выше зеркала сточных вод, которое с течением времени может привести к обрушению тоннеля и прорыву канализационных стоков в окружающую среду. Математическая модель базируется на новом аналитическом решении плоской контактной задачи теории упругости для весомой линейно-деформируемой среды, моделирующей массив грунта, ослабленной круговым отверстием, подкрепленным кольцом переменной толщины, моделирующим обделку тоннеля, подвергающуюся коррозии в сводовой части, при граничных условиях, отражающих действие собственного веса грунта (рассматривается случай заглубленной выработки, когда влиянием дневной поверхности можно пренебречь) или внутреннего напора (в период водосброса в напорном режиме).

Расчетная схема показана на рис.1. Здесь линейно-деформируемая среда S_0 , механические свойства которой характеризуются модулем деформации E_0 и коэффициентом Пуассона ν_0 , моделирует массив грунта. Кольцо S_1 , материал которого имеет деформационные характеристики E_1 , ν_1 , моделирует обделку тоннеля.

Действие собственного веса грунта моделируется наличием в области $S_0 + S_1$ начальных напряжений $\sigma_x^{(0)}, \sigma_y^{(0)}$, обусловленных гравитационными силами (для простоты удельный вес бетона и удельный вес грунта принимаются одинаковыми). Внутренний контур L_0 свободен от действия внешних сил, либо (при моделировании работы тоннеля в период водосброса в напорном режиме) нагружен равномерно распределенным давлением $-p$.

Поставленная задача решена с использованием теории аналитических функций комплексного переменного, аппарата конформных отображений, комплексных рядов Лорана и полиномов Фабера. Составлен полный алгоритм расчета, реализованный в виде компьютерной программы.

Ниже в качестве примера приводятся результаты расчета обделки коллекторного тоннеля на действие внутреннего напора при следующих исходных данных: внешний радиус обделки $R_0=1.6$ м, толщина обделки $\Delta = 0.2$ м; деформационные характеристики грунта и материала обделки соответственно: $E_0=1400$ МПа, $\nu_0=0.3$, $E_1=23000$ МПа, $\nu_1=0.2$. Принималось, что в результате газовой коррозии бетона внутренний контур поперечного сечения конструкции в сводовой части, начиная с высоты 2.4 м, приобретает эллиптическую форму; при этом толщина обделки в своде составляет 5 см.

Расчетные эпюры нормальных тангенциальных напряжений $\sigma_\theta^{(in)} / p$ на внешнем и $\sigma_\theta^{(ex)} / p$ на внутреннем контурах поперечного сечения обделки приведены соответственно на рис. 2, а, б.

Следует отметить, что в начальный период эксплуатации, когда обделка имеет постоянную толщину $\Delta=0.2$ м, соответствующие напряжения составляют: $\sigma_\theta^{(in)} / p=4.87$, $\sigma_\theta^{(ex)} / p=5.64$.

Р и с. 1. Расчетная схема

Р и с. 2. Результаты расчета