

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СУХИХ И ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТОВ

Бережной Д.В. , Голованов А.И. , Секаева Л.Р.

*Казанский государственный университет,  
Татарстан, Казань, Кремлевская, 18, КГУ, e-mail: alexandr.golovanov@ksu.ru*

Влияние грунтовых вод на прочность и деформируемость грунтов в ряде случаев является одним из важнейших факторов при проектировании и строительстве уникальных промышленных и гидротехнических сооружений. В первую очередь, это относится к водонасыщенным грунтам с высокой пористостью. При расчете взаимодействия строительных сооружений с грунтовым основанием учет влияния фильтрующей жидкости (грунтовых вод) просто необходим для адекватной оценки напряженно-деформированного состояния как самих строительных сооружений, так и взаимодействующего с ними грунта. В настоящей работе разрабатывается методика конечно-элементного расчета водонасыщенной пористой среды, взаимодействующей с деформируемыми конструкциями.

Система вариационных разрешающих уравнений динамической консолидации квазидвухфазных грунтовых сред получена на основе Эйлера подхода к описанию движения в предположении справедливости принципа эффективных напряжений Терцаги. Закон фильтрации записывается по отношению к разности приведенных скоростей жидкости и скелета грунта в форме Дарси-Герсеванова. Рассмотрен случай квазистатического движения грунтовой среды, когда ускорениями частиц фильтрующей жидкости и скелета грунта можно пренебречь. Расчет проводится на основе изопараметрических квадратичных конечных элементов сплошной среды Сирендинова семейства, в качестве узловых неизвестных которых выбраны декартовы проекции вектора перемещений скелета грунта и поровое давление фильтрующей жидкости.

Реализованы расчетные схемы, позволяющие определять напряженно-деформированное состояние грунта в случае гидростатического распределения порового давления (случай установившегося течения грунтовых вод) и в случае квазистатического движения грунта (случай неустановившегося движения). Для решения задачи динамической консолидации используется конечно-разностная схема по времени типа Кранка-Николсона.

Исследуется напряженно-деформированное состояние грунтовых массивов в зависимости от характера приложения внешней нагрузки и механических свойств грунта. Решена задача взаимодействия кольца обделки метрополитена с окружающим грунтовым массивом в плоской постановке. При определении напряженно-деформированного состояния кольца обделки и грунтовой среды учитывается влияние уровня грунтовых вод и наличие их течения. При этом варьировались свойства реальных грунтов в различных сечениях и глубина заложения тоннеля.