

## НЕСТАЦИОНАРНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ В ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЕ.

СТАРОДУБЦЕВА Г.Л., научный сотрудник  
ОАО "ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева"

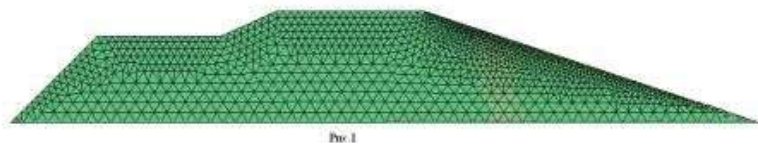
Математическое моделирование различных физических процессов, протекающих в грунтовых плотинах, включает в себя решение таких задач как:

- моделирование фильтрационного режима;
- моделирование температурного режима для сооружений, расположенных в северной строительно-климатической зоне;
- моделирование напряженно-деформированного состояния системы сооружение-основание.

Все эти задачи могут быть решены с использованием различных программных комплексов, широко представленных в настоящее время благодаря мощному развитию вычислительной техники.

В предлагаемой работе рассмотрена задача первого из приведенных выше типов, а именно задача о фильтрационном режиме грунтовой плотины. Плотина имеет высоту 4,5 метра и длину 30 метров. Задача решается методом конечных элементов с помощью программного комплекса ABAQUS/Standard.

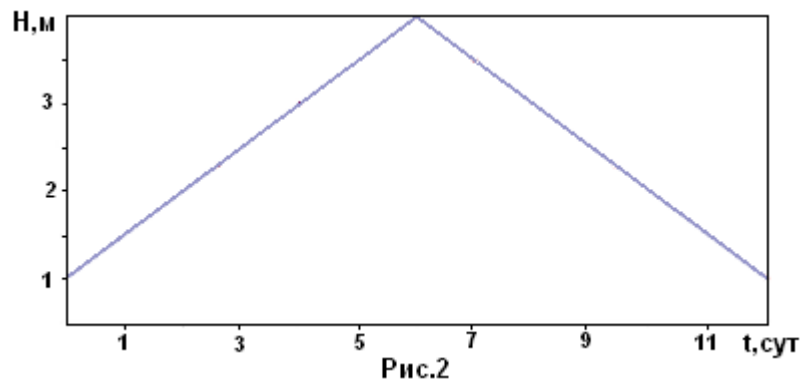
Расчетная область приведена на Рис. 1.



Сетка конечных элементов включает в себя 4985 узлов и 2360 элементов. Элементы треугольные, шестиузловые; тип элементов CPE6MP в обозначениях ABAQUS'a. Физико-механические характеристики материала тела плотины следующие: плотность  $1500 \text{ кг/м}^3$ , пористость 0,5 и коэффициент фильтрации 0,2 м/сутки.

В нормальном режиме эксплуатации плотины уровень верхнего бьефа равен 3 м, нижнего – 1 м.

Особенностью рассматриваемого случая является то, что вода в нижнем бьефе плотины не остается на одном уровне, а поднимается в течение некоторого периода времени благодаря пополнению нижнего бьефа паводковыми водами, а затем опускается при спаде паводка. Целью расчета является определение поровых давлений в теле плотины с учетом этого явления. График изменения уровня воды в нижнем бьефе показан на Рис. 2 в виде режима подъема и спуска паводка.



Решение задачи состоит из нескольких (а именно девяти) расчетных шагов.

Для получения единственного решения нестационарной задачи, то есть задачи, описывающей процесс во времени, необходимо задавать начальное условие. В нашем случае это должно быть поле поровых давлений во всей расчетной области, которое согласуется с граничными условиями.

Такое начальное распределение поровых давлений было получено в результате первого расчетного шага, на котором использовалась предусмотренная программой процедура стационарного расчета. При этом на границах расчетной области задавались значения статических напоров воды, соответствующие нормальному режиму работы плотины, т.е. уровень 3 м в верхнем бьефе и 1 м - в нижнем.

На втором расчетном шаге на границе, определяющей нижний бьеф, задавалось новое граничное условие, а именно значение уровня воды, соответствующее подъему паводка за первое наблюдение: это подъем на 2,3 м за 2,6 суток. Для этого использовалась предусмотренная ABAQUS'ом процедура нестационарного расчета поровых давлений в насыщенном грунте \*SOILS, CONSOLIDATION, в которой существует возможность задания длительности приложения новой нагрузки.

Далее расчет производился аналогично второму шагу, т.е. повторялась процедура изменения граничного условия на определенном временном отрезке. Так происходило вплоть до пиковой точки подъема паводка, когда уровень воды в нижнем бьефе достигает 4 м (шаг 5). Положение кривой депрессии (границы между насыщенной и ненасыщенной областями), соответствующее моменту достижения пика подъема паводка, приведено на Рис. 3.



Рис.3

При спуске паводка расчет несколько отличается от расчета при подъеме. Различие состоит в том, что в процедуру расчета вводится новое условие, а именно так называемое условие высачивания. Это условие относится к той части границы, которая освобождается от внешнего гидростатического давления при понижении уровня, но в тоже время изнутри подвергается действию порового давления воды, накопившейся в этой части плотины за время подъема паводка. Это условие 3-го рода сменяет на границе обычное условие 1-го рода, которое, в свою очередь, перемещается вниз по границе вслед за понижающимся уровнем воды. Таким образом строится процедура расчета до тех пор, пока не будет достигнут нормальный уровень воды в нижнем бьефе после спуска паводка, т.е. 1 м. Положение кривой депрессии на момент окончания паводка приведено на Рис. 4.

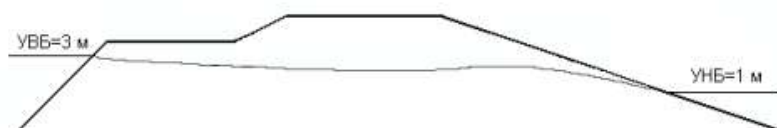


Рис.4

Расчеты подобного рода обычно предваряют решение проблемы устойчивости, так как при рассмотрении вопроса об устойчивости сооружения нужно знать положение кривой депрессии, определению которого и посвящена представленная работа.

#### Л и т е р а т у р а.

- 1.Комплекс программ технического моделирования МКЭ ABAQUS (<http://www.abaqus.com>).