

**PREDICTION OF CRACK FORMATION GROUND DAM IN THE  
FIELD OF CENTRIFUGAL FORCES  
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ  
ПЛОТИН В ПОЛЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ**

*Махмудов А.*

*Maxmudov A.*

*Docent, Andijan Institute of agriculture and Agrotechnology*

*Доцент, Андижанский институт сельского хозяйства и  
агротехнологий*

**Annotation:** The use of the centrifugal modeling method in solving a number of problems makes it possible to determine the deformations of soils of structures using models. The article presents some results of experimental studies to determine the deformation characteristics of soils in order to identify the zone of crack formation in the body of the dam.

**Keywords:** Soil, dam, crack, model, centrifugal machine, deformation, cassette, filtration, construction, stress.

**Аннотация:** Применение метода центробежного моделирования при решении ряда задач позволяет определить деформации грунтов сооружений на моделях. В статье приводятся некоторые результаты проведенных экспериментальных исследований по определению деформационных характеристик грунтов с целью выявления зоны трещинообразования в теле плотин.

**Ключевые слова:** Грунт, плотина, трещина, модель, центробежная машина, деформация, кассета, фильтрация, сооружение, напряжение.

Основой принцип центробежного моделирования заключается в том, что уменьшая геометрические размеры сооружения (до определенной величины модели, помещающейся в каретки центрифуги) и сохраняя основные свойства материала, можно, создавая большие центробежные силы, соблюсти равенство

напряженного состояния натуре и модели в сходственных точках, т.е.  $\sigma_n = \sigma_m$  (где  $\sigma_n$ -напряжения в натурном сооружении,  $\sigma_m$  напряжения в сходственных точках модели). При этом, в самой модели процессы деформаций протекают как в действительности в соответствии с реальными закономерностями между напряжениями и деформациями.

Еще одним достоинством метода, имеющим весьма существенное значение при моделировании грунтовых сооружений, является то, что фильтрация и процессы фильтрационной консолидации при испытании в поле центробежных сил ускоряется в « $n^2$ » раз.

С этой точки зрения следует упомянуть работы, проведенные в НИСе Гидропроекта [1,2,14,15,], ВНИИ ВОДГЕО [4,6,7,9,10,13], ДИИТе [15,16], МИИТе [16,17] и др. которые имели целью подробное исследование осадков, устойчивости тела и откосов, деформируемости и трещинообразования ядер и экранов каменно-земляных плотин.

Одним из первых работ по изучению условий трещинообразования в плотинах из местных материалов являются экспериментальные работы В.И.Вуцеля и В.И.Щербины [2,14], которые исследовали условия трещинообразования в модели ядра каменно-земляной плотины, расположенной в симметричном каньоне с заложением бортов 40 и 50°. В процессе испытания с помощью специально разработанных в НИСе Гидропроекта двухкомпонентных датчиков деформации измерялись вертикальные и горизонтальные перемещения на гребне, а аэростатическими датчиками давления измерялись напряжения по контакту ядра с основанием. Характеристики мелкозема сафедобского грунта, принятого для исследований, были следующими:  $\omega_L=19\%$ ,  $\omega_p=15\%$ ,  $W=11\%$ ,  $\gamma=2,05$  г/см<sup>3</sup>. Было установлено, что трещины образовались при коэффициентах неравномерности

осадок  $\varepsilon_c = \frac{\Delta v}{\Delta l}$ , равных 0,011...0,021.

Опыты показали, что у бортовых примыканий гребня ядра возникают зоны растяжения, где и образуются трещины, расположенные с каждой стороны на расстоянии  $(0,12,0,15) L$ , где  $L$ -длина плотины по гребню.

Во ВНИИ ВОДГЕО В.П. Кира косовым /3/ на центрифуге были выполнены исследования устойчивости набросной плотины с тонким глинистым экраном. В последующем А.И. Тейтельбаумом и В.А. Савиной /8,9,11,13/ проведен ряд исследований по оценке трещинообразования в противофильтрационных элементах каменно-земляных плотин. Все проведенные ими опыты можно разделить на две группы: изучение деформаций в продольном сечении ядра, когда вся модель выполнялась из глинистого грунта и исследование деформированного состояния в поперечном сечении плотин ядром или экраном, выполняемых из глинистого грунта и щебня, моделирующего каменную наброску. В опытах обеих групп решалась задача плоской деформации, исследовалось влияние исходных характеристик материалов и графиков нагружения. Кроме того, в опытах первой группы изучалось влияние крутизны бортов каньона на деформации и образование трещин, а также оценивалась эффективность применения конструктивных мероприятий, в частности, влияние «армирования» верхней зоны на трещинообразование. В опытах второй группы, кроме исследования особенностей конструкции профиля (ядро или экран), определялось воздействие различных соотношений деформируемости глинистых и каменных материалов и дополнительной нагрузки от воды верхнего бьефа. В опытах использовался однородный суглинок ( $W_L=20,6\%$ ,  $W_p=13,6\%$ ,  $\gamma_p=7\%$ ) с размером частиц не более 1 мм, и щебень мраморированного известняка (смесь фракций 1...10 мм). Все испытания проводились в плоских кассетах шириной 80 мм со стенками из прозрачного оргстекла.

За рубежом впервые исследования с применением центробежного моделирования проводили П.Бакки и Б.Тильсон в США в 30-х годах /13/.

Наиболее успешно метод центробежного моделирования развивается в Англии, в крупнейших университетах Кембриджа и Манчестера /18,19,20,21,22/. За последние годы здесь созданы различные оригинальные установки, позволившие изучить целый ряд сложных инженерных вопросов:

Устойчивость грунтовых откосов плотин при сработке уровня в водохранилище (в том числе многократной),

Устойчивость и деформации дамб, расположенных на многослойном сильно сжимаемом основании, содержащем прослойки торфа и ила. Разрушение котлованов, траншей, выемок в грунте в условиях их пространственной работы.

Необходимо отметить, что наряду с упомянутыми преимуществами, методом центробежного моделирования применительно к прогнозированию в плотинах имеет и ряд недостатков, а также определённые допущения и предположения, которыми поддерживались исследователи:

Масштаб моделирования времени для различных процессов и материалов в исследуемом сооружении различен; неучет трения материала исследуемой модели по стенкам кассеты. Основные соотношения подобия справедливы, если модельный и натуральный материалы одинаковы или идентичны по своим прочностным свойствам.

Отсюда следует, что при оценке результатов модельных исследований в поле центробежных сил в первую очередь следует относиться к ним как к качественной картине явлений. При необходимости же получения количественных параметров следует вводить соответствующие коррективы, определяемые экспериментальным путем.

### **Литература**

1. Вуцель В.И. Осколков А.Г. Щербина В.И. Применение метода центробежного моделирования при исследованиях гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство.-1973.-№8.-С.27-29.

2. Вуцель В.И., Щербина В.И., Федотова Е.А. Модельные исследования роли пространственного эффекта в устойчивости грунтовых откосов.- В кн.: Труды ЮДунайско-Европейской конференции по механике грунтов и фундаментам.- Варна.-1980.-С. 297-306.

3. Кирокосов В.П. Набросная плотина с тонким глинистым ядром без обратных фильтров.-М.-СветолитМетропроекта, 1948.-32 с.

4. Мельник В.Г., Тейтельбаум А.И., Саввина В.А. исследования деформаций плотин из крупнообломочных грунтов с применением центробежного моделирования. Труды ВНИИ ВОДГЕО.- 1978.-Вып. 72.-С.49-51.

5.ПокровскийГ.И.О применении центрифуги при изучении моделей сооружений из грунтов. Техническая физика.-1933.- №4.- С. 537-539.

6.Покровский Г.И., Федоров И.С. Центробежное моделирование в строительном деле.- М.: Стройиздат, 1968.-247 с.

7. Покровский Г.И., Федоров И.С. Центробежное моделирование для решения инженерных задач.- М.: Госстройиздат, 1953.-196 с.

8. Саввина В.А. особенности деформаций и трещинообразования в плотинах с грунтовыми экранами.Труды ВНИИ ВОДГЕО. – 1978. – Вып. 72. – С. 54-56.

10. Тейтельбаум А.И., Саввина В.А. Исследование деформаций каменно-земляной плотины с ядром на объемных моделях в центробежной машине.Труды ВНИИ ВОДГЕО. – 1977. – Вып. 6. – С. 33-36.

12.Федоров И.С. Центробежная машина для испытаний грунтов и сооружений. Новости техники. – 1936. - № 4. – С. 6-7.