



**CALCULATION OF UNSTEADY FILTRATION IN GROUND DAMS WITH  
FORMATE DRAINAGE TAKING INTO ACCOUNT THE FILTRATION  
ANISOTROPY OF SOILS**

Файзиев Хомитхон

д.т.н., профессор

Ташкентский архитектурно строительный университет

Хожиев Тожи Коирович

ст. преп. Национальный университет Узбекистана

Хажиев Икромбек Озодович

д.ф-м.н. Национальный университет Узбекистана

Байматов Шахриддин Хушвактович

ст. преп. Ташкентский архитектурно строительный университет

Холиков Миркамол Бозор угли

ассистент Ташкентский архитектурно строительный университет

**ABSTRACT**

The article presents a numerical method for calculating non-stationary filtration in soil dams with reservoir drainage, taking into account the filtration anisotropy of soils.

**Keywords:** soil anisotropy, reservoir drainage, non-stationary filtration, soil dam, slope stability, depression curve, finite difference method

**АННОТАЦИЯ**

В статье приводится численный метод расчета нестационарной фильтрации в грунтовых плотинах с пластовым дренажом с учетом фильтрационной анизотропности грунтов

**Ключевые слова:** анизотропия грунтов, пластовой дренаж, нестационарная фильтрация, грунтовая плотина, устойчивость откоса, кривая депрессия, метод конечных разностей



При строительстве, а также в процессе эксплуатации земляных плотин из глинистых и супесчаных грунтов в зависимости от типа применяемых механизмов, технологии производства работ в ряде случаев грунт тела плотины приобретает анизотропную водопроницаемость. При этом материал тела плотины может быть как однородно-анизотропным, так и состоять из чередующихся тонкослоистых изотропных пластов с различными значениями коэффициента фильтрации  $K$ . В насыпях возведенных как послойной укаткой грунта, так и средствами гидромеханизации значение их может на порядок превышать значение  $K_y$ .

Известно, что в вертикальном направлении водопроницаемость лессовых грунтов (в естественном залегании) больше, чем в горизонтальном, в ряде других грунтов мы можем наблюдать обратную картину. Анизотропным грунтом называется такой грунт, у которого величина коэффициента фильтрации в данной точке области движения зависит от направления.

В плотинах в процессе эксплуатации возможно установившейся фильтрации при постоянных уровнях воды в верхнем бьефе при  $t=0$  и неустановившейся фильтрации при снижении уровня воды в верхнем бьефе.

На сегодня существуют много способов определяющий при этих случаях положения фильтрационного потока. однако эти решения в основном получены для изотропных грунтов на практике же часто встречаются анизотропные грунты, требующие учет их свойств при расчетах.

Пластовый и вертикальный тип дренажей устраивают в земляных плотинах на незатопляемых участках створа, как правило, при отсутствии воды в нижнем бьефе ( $H_2 = 0$ ).

Как известно, дренажные устройства чаще всего устраивают для регулирования положения кривой депрессии в теле земляной плотины, для организованного сбора и отвода фильтрационных вод и для предотвращения возникновения фильтрационных деформаций, и являются основным элементом земляной плотины [1]. В связи с этим, для того чтобы обеспечить надежность и экономичность сооружения необходимо знать силы механического воздействия фильтрующегося потока на земляную плотину с анизотропной проницаемостью грунтов, положение депрессионной поверхности, фильтрационного потока.

На этой статье приведена методика определения положения фильтрационного потока в однородных грунтовых плотинах с пластовым дренажом при установившейся и неустановившейся фильтрации в анизотропных грунтах.



При установившейся фильтрации положение депрессионной кривой в анизотропных плотинах с пластовым дренажем можно определить по формулам проф. Анахаева и Р. Ляхевича [4]:

За расчетную принимаем схему плотины с вертикальным низовым откосом ( $m_2=0$ ), проходящим через начало дренажа-точку А. (рисунок 1).

При  $L_1/\lambda H_1 > 1,1$

$$y = H_1 \sqrt{1 - \frac{x + 0,5\varepsilon_1 \lambda H_1}{L + l_{др} + 0,5\varepsilon_1 \lambda H_1}} \quad (1)$$

При  $L_1/\lambda H_1 \leq 1,1$

$$y = H_1 \sqrt{1 - \frac{x}{L + l_{др}}} \quad (2)$$

$\lambda$  – коэффициент деформации, применяемый при преобразовании координат по методу Самсова А.Ф. равный:  $\lambda = \sqrt{K_x/K_y}$ ;

$K_x, K_y$  – коэффициент фильтрации грунта соответственно по горизонтальным и вертикальным направлениям;

$K_{ср}$  – осредненный коэффициент фильтрации, определяемый по формуле:

$K_{ср} = \sqrt{K_x/K_y}$ ;  $L_1$  – общая ширина эквивалентной по расходу перемычки, равная:

$$L_1 = L + \varepsilon_1 \lambda H_1;$$

$\varepsilon_1$  – коэффициент ширины эквивалентного прямоугольника верхового клина плотины, определяемый по формулам:

$$\text{при } L_1/\lambda H_1 > 1,1 \quad \varepsilon_1 = \frac{m_1 \left[ 1,5 + 0,8^{L/(\lambda H_1)} \right]}{3,75 \lambda \left( m_1/\lambda + 1,2^{-m_1/\lambda} \right)}; \quad (3)$$

$$\text{при } L_1/\lambda H_1 \leq 1,1 \quad \varepsilon_1 = \frac{m_1}{m_1 + 1,5 \lambda}; \quad (4)$$

$m_1$  – коэффициент заложения верхового откоса;  $L$  – горизонтальное расстояние между урезом воды верхнего бьефа и точкой А заглубления дренажа в тело земляной плотины.

В формуле (1) при  $X \leq 0,5\varepsilon_1 \lambda H_1$ , величина  $(0,5\varepsilon_1 \lambda H_1)$  заменяется переменной  $x$ ,  $x$  и  $y$  – текущие координаты по рис. 1.

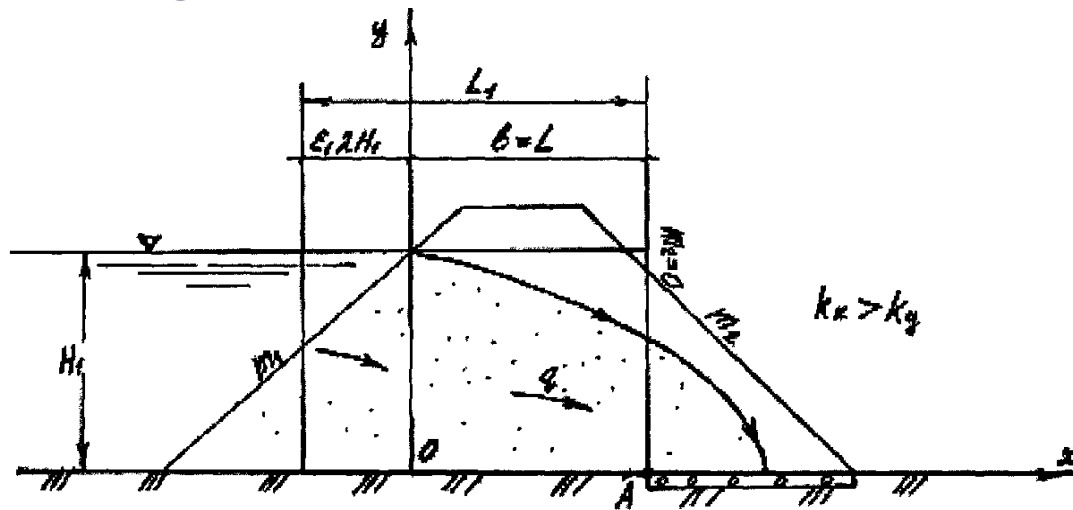


Рисунок 1. Расчетная схема фильтрации в анизотропных грунтовых плотинах

Кривая депрессии заходит в сторону дренажа на величину  $l_{др}$ , равную:

$$l_{др} = 0,5 \frac{q \lambda}{K_{cp}} \quad (5)$$

После подстановки величины расхода из уравнения

$$q = K_{cp} \frac{H_1^2 \lambda}{2L_1} \quad (6)$$

окончательно получим:

$$l_{др} = \frac{H_1^2 \lambda^2}{4L_1} \quad (7)$$

Таким образом величина захода кривой депрессии в сторону дренажа пропорциональна квадрату коэффициента деформаций  $\lambda$  или коэффициенту анизотропии  $A$  равному:

$$A = \frac{K_x}{K_y}, \text{ тогда} \quad l_{др} = \frac{H_1^2 A}{4L_1} \quad (8)$$

Процесс неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах с учетом анизотропности грунтов описывается уравнением.

$$\mu \frac{\partial H}{\partial t} = K_x \frac{\partial}{\partial x} \left( H \frac{\partial H}{\partial x} \right) + K_y \frac{\partial}{\partial y} \left( H \frac{\partial H}{\partial y} \right) \quad (9)$$

Решение задачи фильтрации в анизотропной земляной плотине точными методами весьма затруднительно. Естественно, качественно более высокий



уровень решения подобных задач обычно, достигается с помощью численных методов конечных разностей[2].

При этом уравнения решаются в следующих начальных и граничных условиях  
Начальное условия. В качестве начальных условий принимается положения кривой депрессии определяемые по формуле (1) и (2).

Граничные условия.

$$H(t, x, y)|_{x=a} = H_1 - \mathcal{Q}_1 t \quad (7) \quad H(t, x, y)|_{x=b} = H_2 \quad (8)$$

$$\left. \frac{\partial H}{\partial y} \right|_{y=c} = 0 \quad (9)$$

$$\left. \frac{\partial H}{\partial y} \right|_{y=d} = 0 \quad (10)$$

где  $H$  – напорная функция в расчетной области, зависящая от координат и изменяющаяся во времени, м;  $t$  – время, в сутках;  $a, b, c, d$  – границы области расчетного профиля;  $\mu$  – коэффициент водоотдачи грунта тела плотины;  $H_1, H_2$  – глубина воды соответственно, в верхнем и нижнем бьефе;  $\mathcal{Q}_1$  – скорость снижения уровня воды в верхнем бьефе.

Разработана методика и составлена алгоритм и программа расчета позволяющий решать задач неустановившейся фильтрации в грунтовых плотинах с пластовым дренажом с непроницаемым основаниям[3]. С помощью этих программ можно определить положения кривой депрессии при различных скоростях снижения уровня воды в верхнем бьефе при анизотропных по проницаемости грунтах в теле плотины.

## Литература

1. Рассказов Л.Н. и др. Гидротехнические сооружения. Учебник, т.1. М.Изд.АСВ. 2011.
2. Самарский А.А.. Теория разностных схем. Наука. М.: 1989 г.
3. Файзиев Х., Хожиев Т.К., Хажиев И.О. Об одном алгоритме и вычислительном эксперименте для одной задачи грунтовой плотины. Труды международной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий – Аль-Хорезми 2016» 9-10 ноября 2016 года. г.Бухара. стр. 47-49.
4. Анахаев К.Н., Ляхевич Р. А. К расчёту фильтрации в анизотропных грунтовых плотинах. // Вопросы повышения эффективности строительства. В. 2, Нальчик, КБГСХА, 2004, 176-182.
5. Boymatov Sh.X., Allambergenov, A. J., Samiyeva Sh Kh, and M. Asemetov. //"FORMATION OF THE MICROCLIMATE OF BUILDINGS IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN."// European Journal of Interdisciplinary Research and Development 11 (2023): 28-35.





- <https://ejird.journalspark.org/index.php/ejird/article/view/>
6. Boymatov Sh.X., Allambergenov, A. J., Samiyeva Sh Kh, and T. Genjebaev. // "ANALYSIS OF SPACE-PLANNING SOLUTIONS, THERMAL PROTECTION OF THE BUILDING FOR ENERGY CONSUMPTION AND COMFORT FOR ACCOMMODATION." // Web of Scientist: International Scientific Research Journal 4.1 (2023): 111-117. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/5AYV8>.
  7. Dos. Khakimov G'.A., Samiyeva Sh Kh, master M.A. Muminov// Deformation of moistened loess foundations of buildings under static and dynamic loads// European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS) Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 3 No. 12, December 2022 ISSN: 2660-5570.
  8. Makhmudov S.M., Samiyeva Sh Kh, // Study of the Operation of a Building Model with a Seismic Isolation Sliding Belt// INTERNATIONAL JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY RESEARCH AND ANALYSIS ISSN(print): 2643-9840, ISSN(online): 2643-9875 Volume 05 Issue 04 April 2022 DOI: 10.47191/ijmra/v5-i4-08 , Impact Factor: 6.072 Page No. 793-798 IJMRA, Volume 5 Issue 04 April 2022 [www.ijmra.in](http://www.ijmra.in) Page 793 -798.
  9. prof. Maxmudov S.M, Samiyeva Sh Kh, // Quantitative assessment of the reliability of the system "foundation - seismic isolation foundation - building"// YEOJU TECHNICAL INSTITUTE IN TASHKENT CENTRAL ASIAN JOURNAL OF STEM <http://stem.ytit.uz/> <http://sjifactor.com/passport.php?id=22533/>
  10. prof. Maxmudov S.M., Samiyeva Sh Kh// Конструктивные решения сейсмоизолирующих фундаментов зданий// НАУЧНЫЕ РЕВОЛЮЦИИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ Сборник статей Междуна-родной научно-практической конферен-ции 12 октября 2021 г.
  11. Khakimov G.A., Samiyeva Sh Kh, Muminov A.A. , Berdimurodov A.E., Muminov J.A // Compaction of loess bases of buildings and structures, as well as Bulk soils around the foundation using vibratory rollers in seismic Areas// Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, 11(4), 306–311. Retrieved from <https://www.giirj.com/index.php/giirj/article/view/5184>
  12. Khakimov G.A., Samiyeva Sh Kh, Muminov A.A. , Berdimurodov A.E., Muminov J.A // Experience of compaction of the bases of large buildings and cores of earthen dams of waterworks in seismic areas with optimal humidity of loess soil// Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 4(04), 365–372. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/XH85C>.

