

УСТОЙЧИВОСТЬ НИЗОВОГО ОТКОСА ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЫ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЛЕБАНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Дмитриев С.В. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*).

Рассматриваются вопросы по оценке влияния сезонных изменений температуры окружающей среды на значение коэффициента устойчивости низового откоса грунтовой плотины.

Учитывая специфику работы напорных гидротехнических сооружений, и выполнив анализ аварийных ситуаций на грунтовых плотинах, можно сделать однозначные выводы о возможности катастрофических последствий, зачастую с человеческими жертвами, в случае повреждений напорного фронта. В связи с этим, актуальными становятся вопросы учета всех факторов, влияющих на напряженно-деформированное состояние тела грунтовой плотины. Одним из таких факторов является влияние сезонных периодических изменений температуры окружающей среды.

Решаемая задача представляется следующим образом: температурная волна, формирующаяся в верхнем бьефе плотины и вызываемая сезонными изменениями температуры, проникает в тело плотины с фильтрующимся потоком и постепенно затухает; периодические затухающие изменения температуры оказывают влияние на значения коэффициентов фильтрации в каждом рассматриваемом сечении плотины; от изменений величин коэффициентов фильтрации зависит положение кривой депрессии; изменения величины замоченной толщи, в свою очередь, влияют на физико-механические характеристики грунтов, и, как следствие, на величину коэффициента устойчивости низового откоса.

Проведенными автором теоретическими и экспериментальными исследованиями [1, 2, 3, 4, 5] показано, что процесс движения температурной волны в пористой среде тела грунтовой плотины может быть описан уравнением конвективной теплопроводности. Граничными условиями, в этом случае, будет являться график температурных колебаний воды в верхнем бьефе плотины. Было получено решение этого уравнения и выполнен его математический анализ. Также, были получены расчетные зависимости для определения положения кривой де-

прессии в теле плотины в различные моменты времени в полном периоде температурных сезонных колебаний. Для вывода этих зависимостей был применен метод виртуальных длин, применяемый в практике гидротехнических расчетов грунтовых подпорных сооружений для определения положения кривой депрессии при наличии в теле плотины экрана или ядра.

Анализ результатов сопоставления теоретических и экспериментальных исследований позволяет говорить об удовлетворительной схожести и возможности применения полученных зависимостей для определения положения кривой депрессии в любой момент времени с учетом сезонных изменений температуры окружающей среды.

Для оценки влияния сезонных изменений положения кривой депрессии на устойчивость низового откоса грунтовой плотины принята была расчетная схема, в которой геометрические размеры и характеристики грунтов тела и основания плотины были выбраны такими, что минимальный коэффициент устойчивости был близок к 1 ($K_s = 1.03$), т.е. плотина находилась в состоянии неустойчивого равновесия. Были выполнены расчеты по определению положения температурной волны в теле грунтовой плотины в различные моменты времени. В зависимости от положения температурной волны в каждый из принятых временных интервалов были получены положения кривой депрессии.

Расчеты устойчивости откосов грунтовых плотин, согласно СНиП 2.06.05-84* «Плотины из грунтовых материалов», выполнялись для круглоцилиндрических поверхностей сдвига. Изменяемым параметром в расчетах устойчивости низового откоса являлось положение кривой депрессии.

На первом этапе для тестовой задачи был получен минимальный коэффициент устойчивости (Рис. 1) низового откоса ($K_s = 1.03$), полученный без учета климатических воздействий. Для этого коэффициента определены координаты центра и радиус кривой скольжения. В дальнейшем, для этого же центра и радиуса, но для различных положений кривой депрессии, уже учитывающих температурные воздействия, также, были получены значения коэффициентов устойчивости, которые составили $K_s=0,963$ и $K_s=1,103$ (Табл. 1) для самого высокого и самого низкого положения кривой депрессии при учете температурных воздействий, что в процентном соотношении составило $-6,5\%$ и $+6,6\%$ соответственно (Табл.2).

Также, для тестового примера, были произвольно выбраны еще 4 центра и соответствующие им радиусы кривых скольжения, и по каждому из них были посчитаны коэффициенты устойчивости низового откоса, при положении кривой депрессии без учета сезонных темпера-

турных климатических воздействий и при волновом температурном воздействии в моменты времени $\tau = 0$ суток и $\tau = 200$ суток. Результаты расчетов также представлены в Таблице 1

Таблица 1. Результаты расчетов коэффициентов устойчивости.

| Условия | Ks опасные центры | Ks центр 1 | Ks центр2 | Ks центр 3 | Ks центр 4 |
|------------------|----------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| orig | 1,030 | 1,045 | 1,144 | 1,066 | 1,430 |
| $\tau=0$ суток | 0,963 | 0,985 | 1,080 | 1,001 | 1,358 |
| $\tau=200$ суток | 1,103 | 1,112 | 1,214 | 1,135 | 1,512 |

где orig – положение кривой депрессии без учета сезонных температурных климатических воздействий;

Ks – полученные коэффициенты устойчивости для различных центров и соответствующих им радиусов кривых скольжения.

Расхождения коэффициентов устойчивости для различных центров и соответствующих им радиусов кривых скольжения, полученных при учете сезонных температурных климатических воздействий в моменты времени $\tau = 0$ суток и $\tau = 200$ суток, в процентах от коэффициента устойчивости, полученного без учета температурных колебаний в теле грунтовой плотины для тестового примера приведены в Таблице 2.

Таблица 2. Оценка расхождений коэффициентов устойчивости.

| Условия | Ks опасные центры | Ks центр 1 | Ks центр2 | Ks центр 3 | Ks центр 4 |
|------------------|----------------------|---------------|--------------|---------------|------------------|
| $\tau=0$ суток | -6,50 | -5,74 | -5,59 | -6,10 | -5,03 |
| $\tau=200$ суток | +6,62 | +6,03 | +5,77 | +6,08 | +5,42 |

За эталон приняты значения коэффициентов устойчивости, полученные без учета влияния сезонных климатических воздействий на положение кривой депрессии в теле расчетной грунтовой плотины.

Выводы. Дана оценка влияния изменений положения кривой депрессии, вызываемых сезонными изменениями температуры окружающей среды на устойчивость низового откоса грунтовой плотины. В тестовых примерах, указанные воздействия изменяли значение коэффициента устойчивости (Ks) низового откоса суммарно до 15%, относительно коэффициента устойчивости, полученного при положении кривой депрессии, не учитывающем сезонных колебаний температуры. Следовательно, проведенными исследованиями доказано влияние сезонных температурных климатических воздействий на устойчивость низового откоса грунтовой плотины.

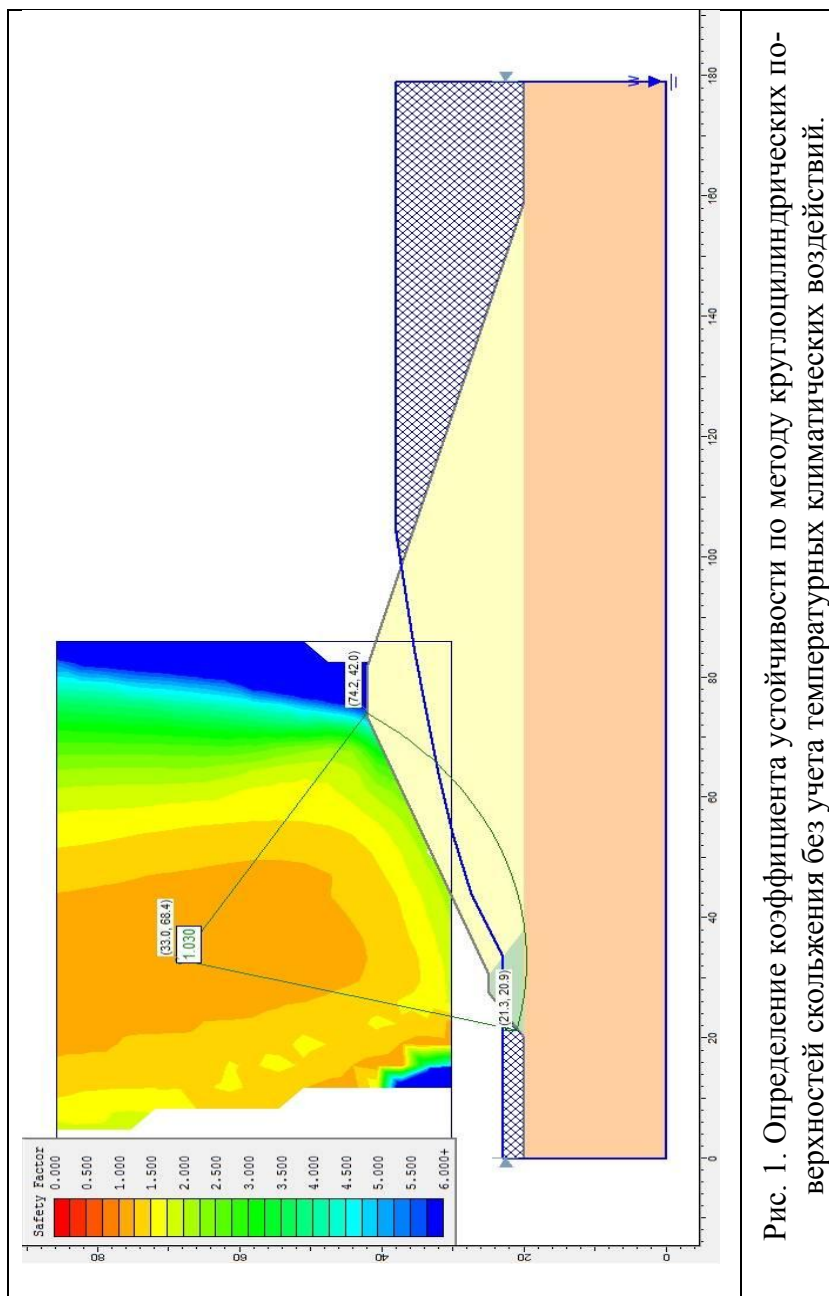


Рис. 1. Определение коэффициента устойчивости по методу круглоцилиндрических поверхностей скольжения без учета температурных климатических воздействий.

Расчеты, проведенные по разработанной методике, с учетом исследований [1, 2, 3, 4, 5] для проектируемых, эксплуатируемых и реконструируемых грунтовых плотин дадут возможность достоверно оценить работу конструкции и снизить риски возникновения аварийных ситуаций, вызванных негативным действием фильтрации. Коэффициент устойчивости определяться в соответствии с классом сооружения, а учет температурных воздействий может понижать его значение ниже требуемого. В связи с этим, в контексте проделанной работы, снижение рисков предполагает: правильный подбор характеристик грунта тела плотины, уположивание откосов, рациональное применение различных типов дренажных устройств, ядер и экранов с целью недопущения выклинивания профильтровавшейся воды на низовой откос с образованием размывов и промоин, а также с целью недопущения оползания низового откоса.

Summary

The impact of seasonal changes in ambient temperature on slope stability of a soil dams are considered in this article.

Литература.

1. Анисимов К. И. Аналитическое решение задачи о распространении температурной волны фильтрующимся потоком в теле земляной плотины и определение теоретической закономерности между температурой потока в данной точке и скоростью фильтрации / К. И. Анисимов, С. В. Дмитриев // Вестник ОГАСА .- №14 .- Одесса: ОГАСА, 2004 .- сс. 39-44.

2. Зедгенидзе В. А. Решение задачи о распространении температурной волны фильтрационным потоком в теле земляной плотины / В. А. Зедгенидзе, С. В. Дмитриев // Меліорація і водне господарство .- №93-94, 2006 .- сс. 178-183.

3. Дмитриев С.В. Экспериментальное подтверждение решения задачи конвективного теплообмена в грунтовых сооружениях / С. В. Дмитриев // Гидромелиорация и гидротехническое строительство .- №31 .- Ровно: НУВХиП, 2006 .- С. 133-138.

4. Дмитриев С. В. Определение положения депрессионной кривой в теле грунтовой плотины при напорном режиме фильтрации с учетом влияния сезонных температурных климатических воздействий / С. В. Дмитриев // Вестник ОГАСА .- №34.- Одесса: ОГАСА, 2009.- сс. 259-261.

5. Дмитриев С. В. Необходимость учета влияния сезонных климатических воздействий при определении положения депрессионных кривых в грунтовых подпорных сооружениях / Дмитриев С. В. // Вестник ОГАСА .- №36 .- Одесса: ОГАСА, 2009 .- сс. 144-147.