

УДК 627.8.064.3

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ ДАМБ ХВОСТОХРАНИЛИЩ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РЕГИОНАХ

Ким Э.А.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

В статье рассматриваются проведенные исследования по оценке надежности дамб разных конструкций с учетом сейсмической нагрузки. Поставленные задачи для достижения цели различались, а решение этих задач позволило дать рекомендации по выбору наиболее надежной технологической схемы.

Ключевые слова: верхний бьеф, центральная линия, нижний бьеф, сейсмическое ускорение, вероятность обрушения, корреляция.

СЕЙСМИКАЛЫК АКТИВДҮҮ РЕГИОНДОРДО ЖАЙГАШТЫРЫЛГАН КАЛДЫК САКТАГЫЧТЫН ТҮЗҮЛҮШТӨРҮН ТАНДОО ҮЧҮН ТАКТОО

Ким Э.А.

Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту КР УИА

Макалада сейсмикалык жүктөмдү эске алуу менен ар кандай структуралардагы дамбалардын ишенимдүүлүгүн баалоо боюнча жүргүзүлгөн изилдөөлөр талкууланат. Максатка жетүү үчүн коюлган тапшырмалар ар башка болгон жана бул милдеттерди чечүү эң ишенимдүү технологиялык схеманы тандоо боюнча сунуштарды берүүгө мүмкүнчүлүк берди.

Баштапкы сөздөр: баш суу, борбордук сызык, куйрук суу, сейсмикалык ылдамдануу, кулап кетүү ыктымалдыгы, корреляция.

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE STRUCTURES OF TAIL DUMPS LOCATED IN SEISMICALLY ACTIVE REGIONS

E.A. Kim

Institute of geomechanics and development of a subsoil of National
academy of Sciences K.R.

The article discusses the studies carried out to assess the reliability of dams of various structures, taking into account the seismic load. The tasks set for achieving the goal were different, and the solution of these tasks made it possible to give recommendations on the choice of the most reliable technological scheme.

Key words: headwater, center line, tailwater, seismic acceleration, probability of collapse, correlation.

Согласно карте сейсмического районирования Кыргызской Республики, на 95% ее территории могут произойти землетрясения силой до 8-9 баллов и только 5% ее площади относится к 7-балльной зоне по шкале MSK-64.

Величина сейсмических деформаций сооружения зависит в основном от значения динамических параметров землетрясения, а конечные значения динамических параметров землетрясения в виде колебания земной поверхности зависят от местных грунтовых условий [2].

Необходимо отметить, что методология оценки надежности дамб хвостохранилищ разных конструкций с учетом сейсмической нагрузки, аналогичная. Но хотя цель исследований была одна, поставленные задачи для достижения цели различались, и, в свою очередь, решение этих задач позволило дать рекомендации по выбору более надежной технологической схемы.

При оценке надежности дамб обвалования, построенных в сторону верхнего бьефа, были использованы нормативные и вариативные коэффициенты сейсмичности. Это было сделано для сравнения полученных коэффициентов устойчивости. Для землетрясения 9 баллов нормативный коэффициент сейсмичности равен 0,1; 8 баллов – 0,05; 7 баллов – 0,025 [1,2]. Под вариативными коэффициентами сейсмичности подразумеваются вариации нормативного коэффициента сейсмичности (в данном случае - 80), разыгранные с помощью генератора случайных чисел в среде Excel.

На рис. 1,2 представлены модели дамбы обвалования второго яруса наращивания со средним значением коэффициента устойчивости, полученным с учетом расчетного коэффициента сейсмичности, равного 0,1, и вариативного коэффициента сейсмичности.

Выяснилось, что вероятность обрушения дамбы 1 при вариативном коэффициенте сейсмичности оказалась равной 0.000444, а расчетное значение вероятности возникновения аварии с учетом срока службы хвостохранилища (100 лет) равно 0.00000444. Это значение меньше допустимого значения вероятности возникновения аварии.

Вероятность обрушения дамбы 1 при расчетном коэффициенте сейсмичности, равном 0.1, равна 0.000207 или с учетом срока службы хвостохранилища (100 лет) равна 0.00000207. Это значение также меньше допустимого значения вероятности возникновения аварии.

Вероятность обрушения дамбы обвалования второго яруса наращивания с учетом срока службы хвостохранилища равна 0,0099, что значительно превышает допустимое нормативное значение вероятности обрушения, следовательно, при землетрясении интенсивностью 9 баллов дамба разрушится.

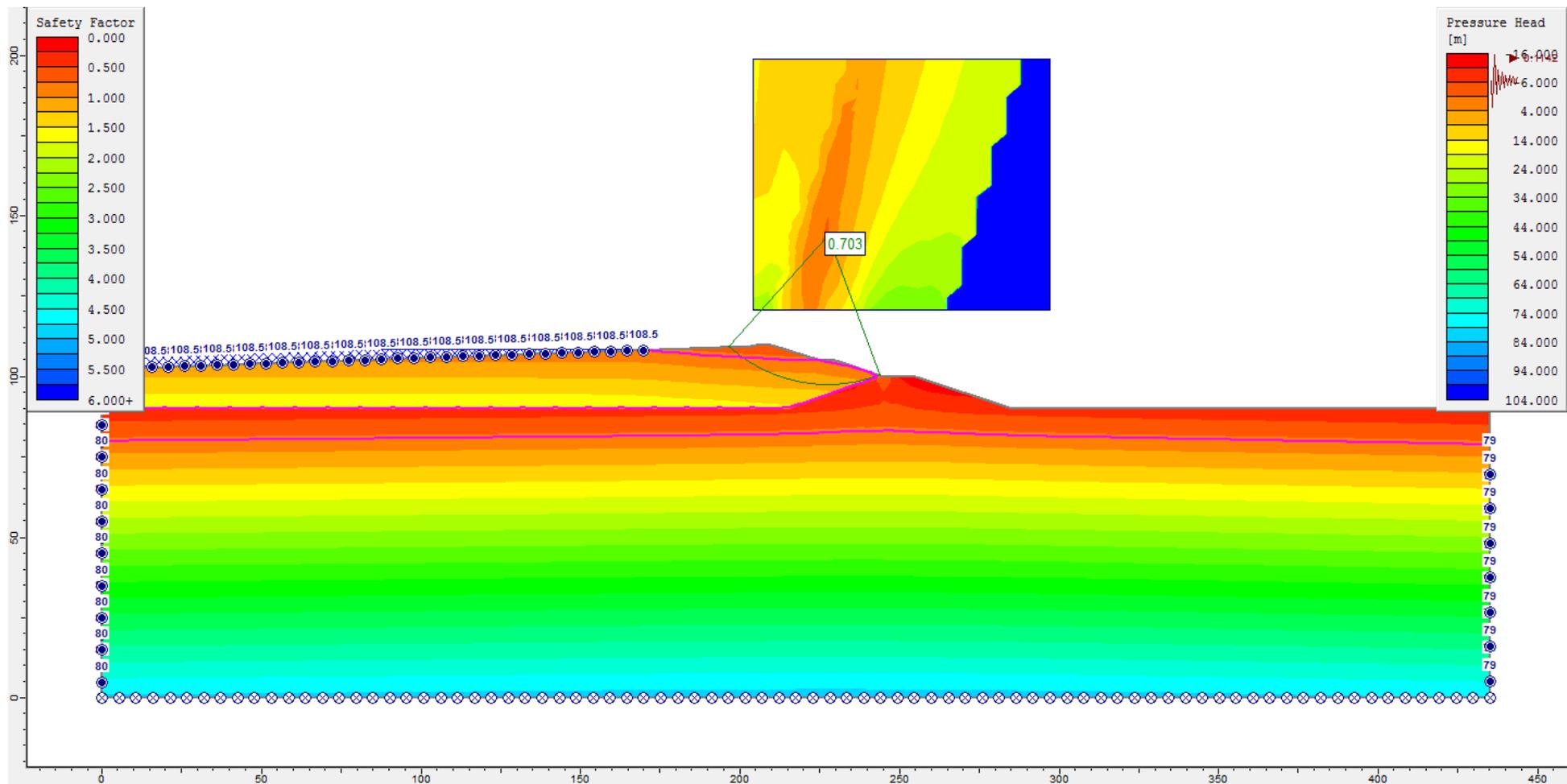


Рис. 1 – Модель дамбы 2 со средним значением коэффициента устойчивости, полученным с учетом вариативного коэффициента сейсмичности.

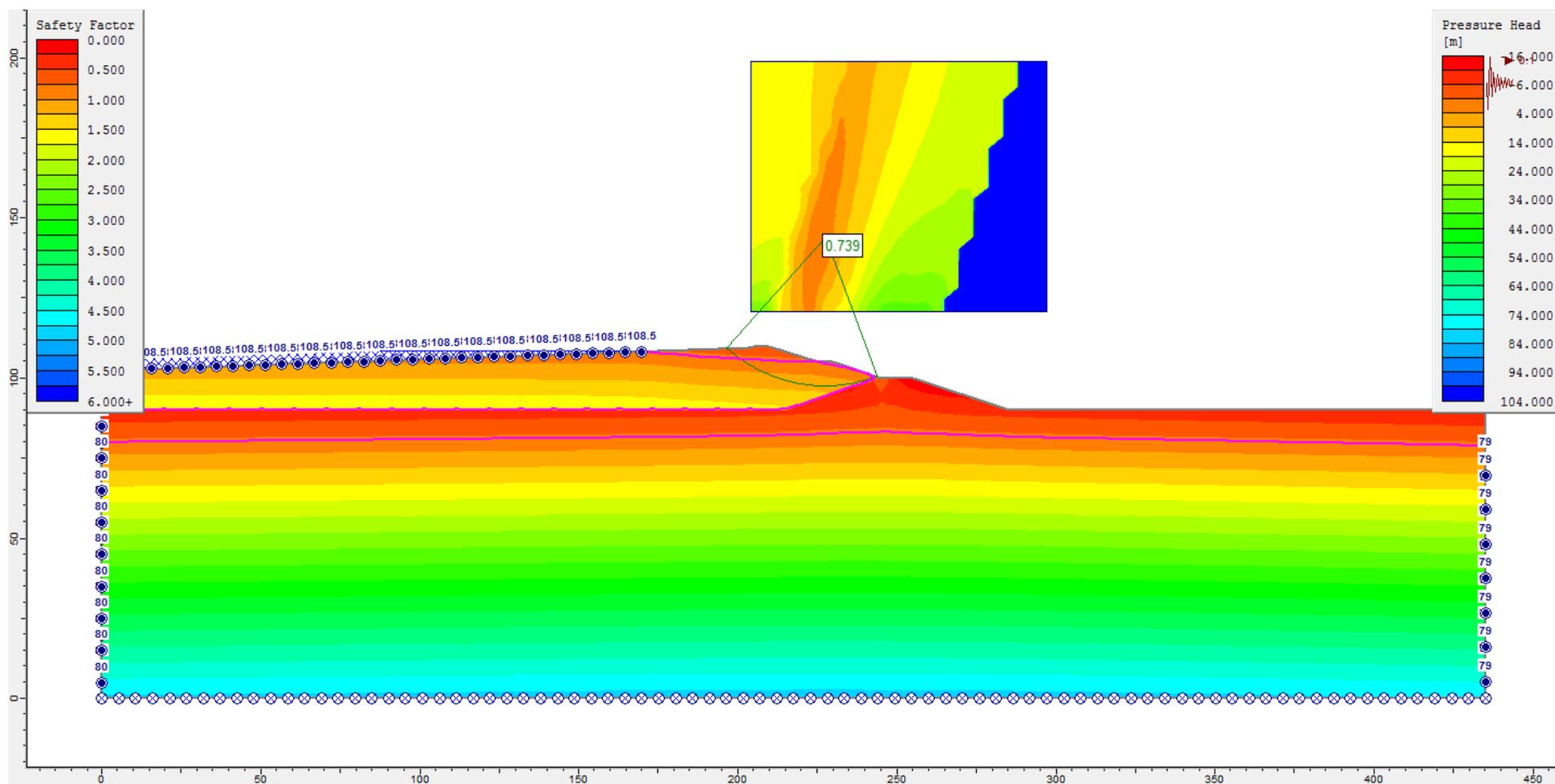


Рис. 2 – Модель дамбы 2 со средним значением коэффициента устойчивости, полученным с учетом расчетного коэффициента сейсмичности, равного 0,1.

Вероятностная оценка устойчивости дамб, возведенных по методу центральной линии, производилась на основе проверки сейсмических ускорений, распределенных по нормальному и логнормальному законам [3].

Таблица 1 – Описательные статистики коэффициентов устойчивости дамб.

Variable	Descriptive Statistics (K ustochivosti)							
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence 95,000%	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Coef.Var.
K _y дамба 1 норм.	80	2,03	1,96	2,10	1,48	2,85	0,31	15,50
K _y дамба 2 норм.	80	1,71	1,65	1,77	1,25	2,40	0,26	15,33
K _y дамба 3 норм.	80	1,69	1,63	1,74	1,24	2,35	0,26	15,18
K _y дамба 4 норм.	80	1,67	1,62	1,73	1,24	2,35	0,25	14,89
K _y дамба 1 логнорм	80	2,02	1,95	2,09	1,42	2,80	0,30	15,02
K _y дамба 2 логнорм	80	1,71	1,65	1,76	1,21	2,35	0,25	14,89
K _y дамба 3 логнорм	80	1,68	1,63	1,74	1,20	2,31	0,25	14,73
K _y дамба 4 логнорм	80	1,68	1,62	1,73	1,20	2,31	0,25	14,73

Выяснилось, что распределения коэффициентов устойчивости, полученные по двум вариантам, подчиняются нормальному закону. Вероятность обрушения всех дамб обвалования, возведенных по методу центральной линии, оказалась ниже допустимой с учетом срока эксплуатации хвостохранилища 100 лет.

Вероятностный анализ устойчивости дамб обвалования, возведенных по методу нижнего бьефа, с учетом сейсмической нагрузки производился с помощью коэффициентов устойчивости, полученных методами Бишоп, Morgenstern-Price, Spenser и Ямбу.

Таблица 2 - Результаты расчетов вероятности обрушения дамб, возведенных по методу нижнего бьефа, при землетрясении интенсивностью 9 баллов (1/год).

Номер дамбы	Методы расчетов				Прогноз устойчивости
	Бишоп	Моргенштерн-Прайс	Ямбу	Спенсер	
Дамба 1	0,00000045	0,00000045	0,00000046	0,00000045	Надежность обеспечена
Дамба 2	0,00000328	0,00000328	0,0000049	0,00000375	Надежность обеспечена
Дамба 3	0,00001556	0,0000179	0,00002055	0,00001556	Надежность обеспечена
Дамба 4	0,00001812	0,00002094	0,00002415	0,00001812	Надежность обеспечена

Статистическая обработка результатов показала, что методы Бишоп, Morgenstern-Price и Spenser дают приблизительно одинаковый результат. Более низкие значения получились при расчетах методом Ямбу.

Выводы

1. Сравнительный анализ оценки надежности дамб хвостохранилищ разных конструкций с учетом сейсмической нагрузки, показал, что конструкция дамбы, основанная на строительстве по методу верхнего бьефа, оказалась самой ненадежной с точки зрения устойчивости.
2. Зависимость коэффициента устойчивости от интенсивности землетрясения, принятого, как случайная величина, более чувствительна, по сравнению с интенсивностью землетрясения, принятого, как константа. Этот вывод позволяет в дальнейшем использовать только результаты K_u , полученные с учетом вариативных коэффициентов сейсмичности.
3. Вероятностная оценка устойчивости дамб, возведенных по методу центральной линии, производилась на основе проверки сейсмических ускорений, распределенных по нормальному и логнормальному законам. Распределения коэффициентов устойчивости, полученные по двум вариантам, подчиняются нормальному закону.
4. Результаты корреляционного анализа коэффициентов устойчивости, полученных методами Бишопа, Моргенштерн-Прайса, Ямбу и Спенсера, показали, что все методы коррелируются друг с другом отлично и приближаются к единице. Вероятность обрушения всех дамб обвалования, возведенных по методам центральной линии и нижнего бьефа, при землетрясении 9 баллов оказалась ниже допустимой.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.
2. Ким Э.А. Вероятностная оценка устойчивости дамб хвостохранилищ, возведенных по методу верхнего бьефа, с учетом сейсмической нагрузки // Современные проблемы механики. Гидрогазодинамика, геомеханика, геотехнологии и информатика. Научно-технический журнал № 37 (3). – Бишкек, 2019. – С. 9-17.
3. Ким Э.А. Анализ сейсмической надежности дамб хвостохранилищ // Современные проблемы механики. Гидрогазодинамика, геомеханика, геотехнологии и информатика. Научно-технический журнал № 41 (3). – Бишкек, 2020. – С. 190-200.