

УДК 627.8.064.3

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ДАМБ ХВОСТОХРАНИЛИЩ С УЧЕТОМ НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫХ НАКЛОННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Ким Э.А.

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

Статья посвящена оценке надежности дамб хвостохранилищ с учетом наклонных сейсмических воздействий. В результате произведенных расчетов была выявлена зависимость коэффициентов устойчивости от углов наклона сейсмических воздействий с магнитудой 7,8 и 9.

Ключевые слова: верхний бьеф, горизонтальный коэффициент сейсмичности, вертикальный коэффициент сейсмичности, надежность дамб, корреляция.

ЭҢ КОРКУНУЧТУУ ТИЛТҮҮ СЕЙСМИКАЛЫК ТААСИРЛЕРДИ ЭСКЕ АЛУУ МЕНЕН КОЛДОНУУ КАБАРЛАРЫНЫН ТУРУКТУУЛУГУНА БАА БЕРҮҮ

Ким Э.А.

Геомеханика жана жер казынасын өздөштүрүү институту КР УИА

Макала жантайыңкы сейсмикалык таасирлерди эске алуу менен калдык сактоочу жайлардын ишенимдүүлүгүн баалоого арналган. Эсептөөлөрдүн натыйжасында туруктуулук коэффициенттеринин 7,8 жана 9 баллдык сейсмикалык аракеттердин кыйшаюу бурчтарына көз карандылыгы аныкталды.

Баштапкы сөздөр: суу башы, горизонталдык сейсмикалык коэффициент, вертикалдык сейсмикалык коэффициент, дамбанын ишенимдүүлүгү, корреляция.

ASSESSMENT OF THE STABILITY OF TAILING FACILITIES DAMES TAKING INTO ACCOUNT THE MOST DANGEROUS TILT SEISMIC IMPACTS

Kim E.A.

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

The article is devoted to assessing the reliability of tailings dams, taking into account inclined seismic effects. As a result of the calculations, the dependence of the stability coefficients on the tilt angles of seismic actions with magnitudes of 7.8 and 9 was revealed.

Key words: headwater, horizontal seismic coefficient, vertical seismic coefficient, dam reliability, correlation.

При проектировании гидротехнических сооружений в сейсмоопасных регионах необходимо учитывать требования, регламентированные в нормативных документах [1].

В расчетах прочности подпорных гидротехнических сооружений по одномерной (консольной) и двухмерной схемам следует учитывать горизонтальные сейсмические воздействия (по направлениям вдоль и поперек оси сооружения), в расчетах по пространственной схеме целесообразно учитывать также наклонные сейсмические воздействия, имеющие те же направления в плане и угол наклона к горизонтальной плоскости 30° .

По результатам предыдущих исследований горизонтальные расчетные коэффициенты сейсмичности равны 0,025; 0,05 и 0,1 соответственно для землетрясений интенсивностью 7, 8 и 9 баллов [2].

Для проведения расчетов устойчивости с учетом наклонных сейсмических воздействий необходимо предварительно вычислить вертикальный коэффициент сейсмичности. Задавая углы наклона сейсмической волны α , зная расчетный горизонтальный коэффициент сейсмичности, можно определить вертикальный коэффициент сейсмичности χ (рис. 1).

$$X = \operatorname{tg} \alpha \times 0,1$$

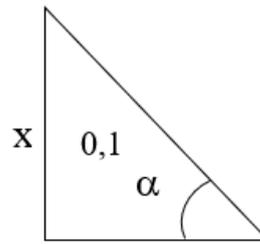


Рис. 1. Графическая схема определения вертикального коэффициента сейсмичности (для землетрясения 9 баллов).

Возникло предположение, что 30° - это критический угол, выше которого должна наблюдаться стабилизация коэффициента устойчивости. Поэтому в своих исследованиях было решено увеличить угол наклона до 45° , шаг вычислений - 5° . Необходимо отметить, что вертикальные расчетные коэффициенты сейсмичности всегда имеют отрицательный знак, так как сейсмическая волна направлена снизу вверх.

В таблице 1 приводятся результаты расчетов коэффициентов устойчивости четырех дамб хвостохранилища, возведенных по методу верхнего бьефа, при землетрясении интенсивностью 9 баллов.

Таблица 5 - Расчеты K_y с учетом наклонных сейсмических воздействий при землетрясении 9 баллов (горизонтальный коэффициент сейсмичности 0,1).

Угол наклона α	$\operatorname{tg} \alpha$	Расчетный вертик. коэф. сейсмичности	Коэффициенты устойчивости			
			Дамба 1	Дамба 2	Дамба 3	Дамба 4
0	0	0	1,892	0,551	0,516	0,463
5	0,0875	-0,0088	1,888	0,548	0,513	0,46
10	0,1763	-0,0176	1,883	0,544	0,51	0,456
15	0,2679	-0,0268	1,878	0,541	0,507	0,453
20	0,364	-0,0364	1,873	0,537	0,503	0,449
25	0,4663	-0,0466	1,867	0,532	0,5	0,445
30	0,5774	-0,0577	1,861	0,528	0,495	0,44
35	0,7002	-0,0700	1,853	0,522	0,491	0,435
40	0,8391	-0,0839	1,845	0,516	0,485	0,429
45	1	-0,1000	1,835	0,509	0,479	0,422

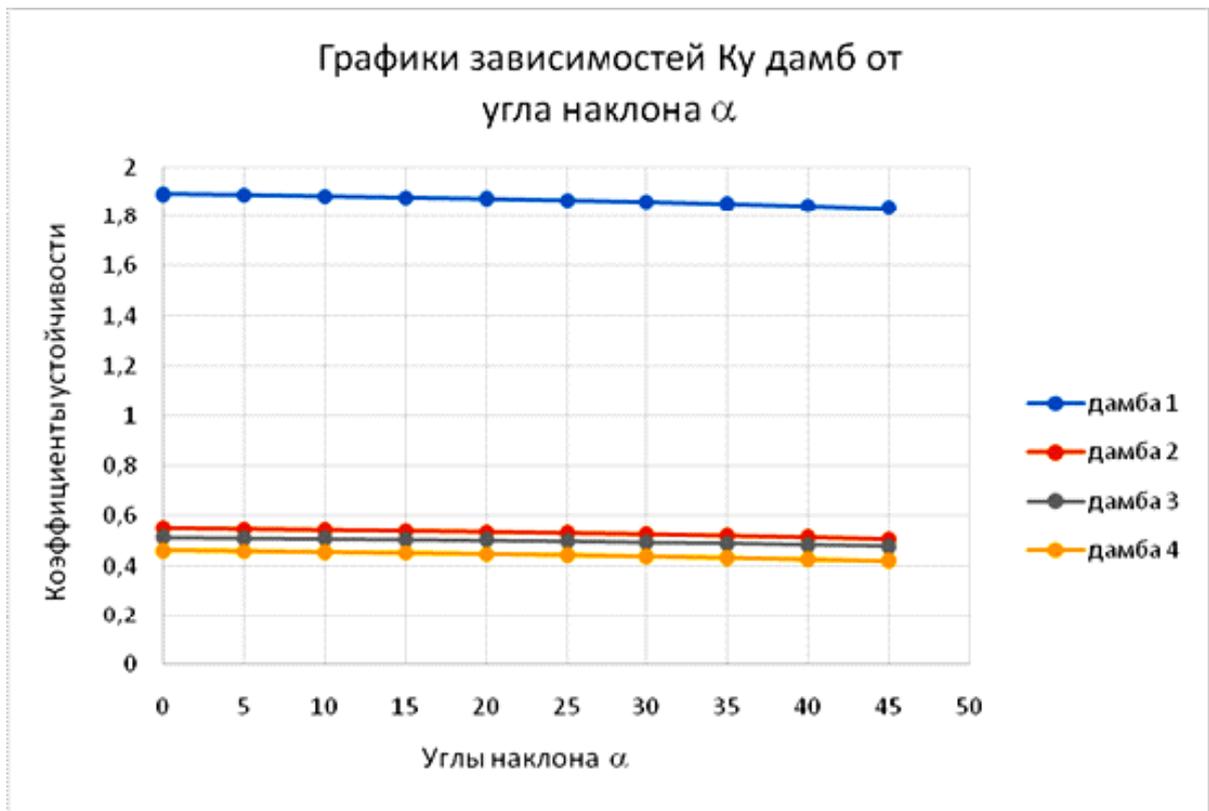


Рис. 2. Графики зависимостей K_u дамб от углов наклона сейсмической волны при землетрясении интенсивностью 9 баллов.

С помощью программы Statistica была произведена статистическая обработка полученных коэффициентов устойчивости всех четырех дамб обвалования (рис.3).

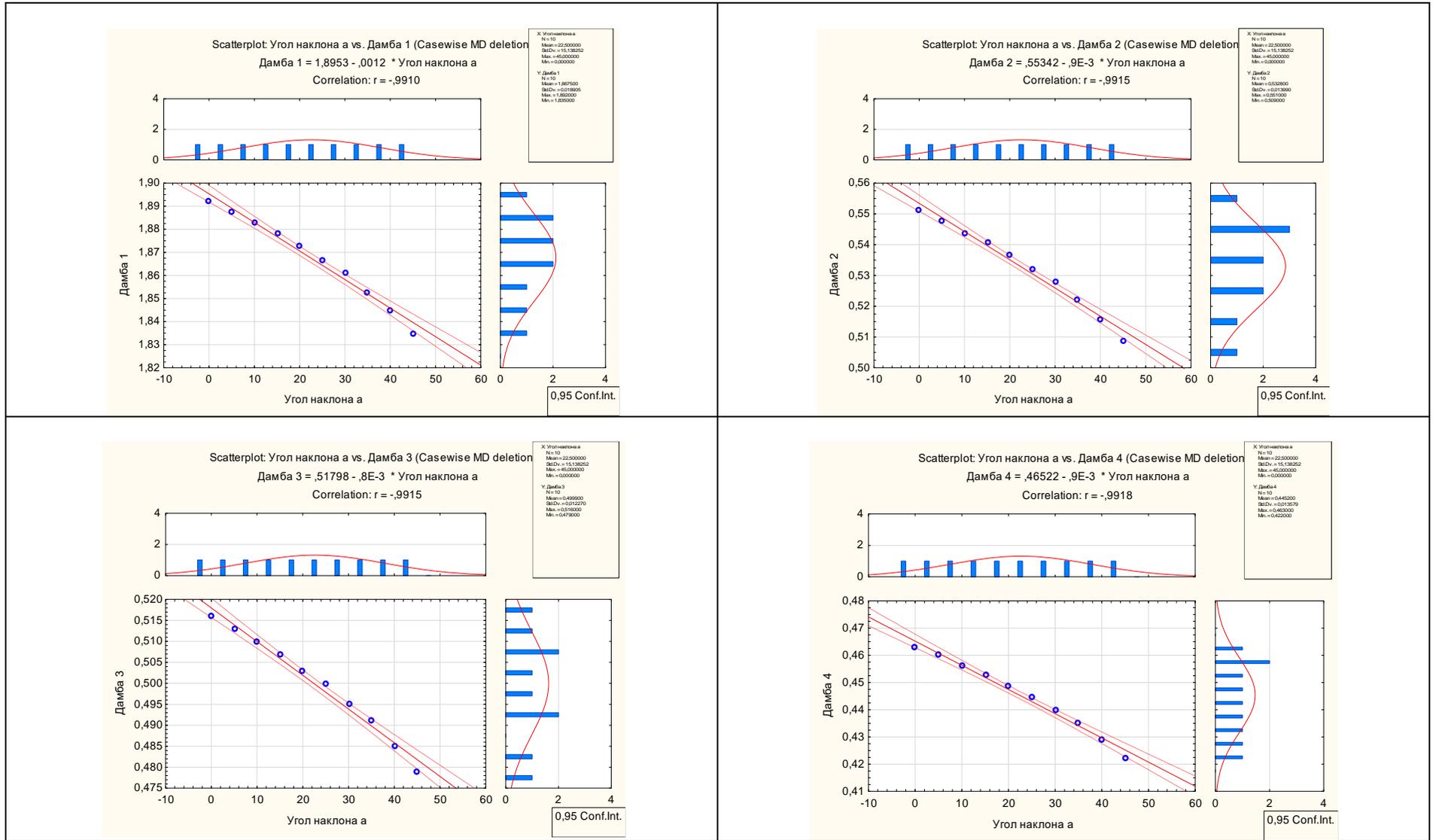


Рис. 3. Результаты статистической обработки полученных коэффициентов устойчивости при землетрясении 9 баллов.

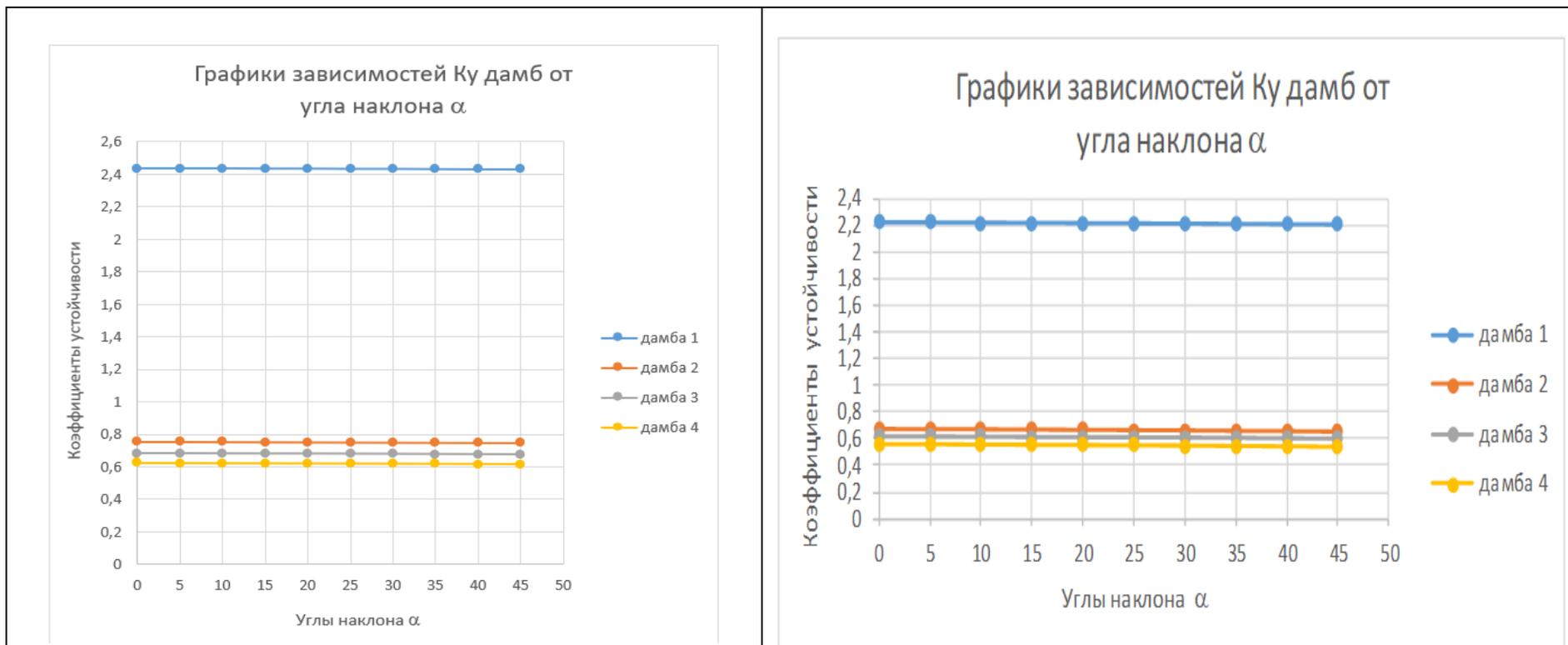


Рис. 4. Графики зависимостей K_u дамб от углов наклона сейсмической волны при землетрясениях интенсивностью 7 и 8 баллов.

Расчеты устойчивости до угла наклона сейсмической волны 45° показали ту же тенденцию, которая наблюдалась от 0° до 30° . Графики оказались линейными с коэффициентом корреляции, равным $-0,99$ (рис.3).

При землетрясении 9 баллов дамба обвалования первого яруса наращивания устойчива с K_u от 1,892 до 1,835, а последующие дамбы уже обрушаются (K_u варьируются от 0,551 до 0,422).

Было отмечено, что с увеличением балльности землетрясения увеличивался угол наклона графиков (рис. 4).

Выводы

1. Согласно нормативным документам, в расчетах по пространственной схеме рекомендуется учитывать наклонные сейсмические воздействия, направленные под углом 30° к горизонтальной плоскости. При учете наклона сейсмического воздействия в качестве расчетного ускорения принимается абсолютная величина вектора, его составляющие по координатам соответственно будут меньше.
2. Расчеты устойчивости до угла наклона сейсмической волны 45° с шагом 5° показали ту же тенденцию, которая наблюдалась от 0° до 30° . Графики оказались почти линейными с высоким коэффициентом корреляции.
3. Было отмечено, что с увеличением балльности землетрясения увеличивался угол падения графиков. То есть, чем выше интенсивность землетрясения, тем выше разрушительная реакция гидротехнического сооружения.
4. Анализ работы гидротехнических сооружений при сейсмическом воздействии по круглоцилиндрическим поверхностям обрушения показывает, что наиболее опасные кривые располагаются в верхних частях сооружения, где сейсмические силы наибольшие.

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах.

2. 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.