

УДК 631.67:626.082

Базанова Инна Амандыковна – к.т.н. доцент (Алматы, Каз АТК)

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ АНКЕРНЫХ ПОДПОРНЫХ СТЕН

При расчетах сейсмическое воздействие рассматривают как кинематическое. К настоящему времени сформировалось три метода расчета сооружений на сейсмическое воздействие. В первом методе, называемом инженерным, параметры воздействия определяют по нормам в зависимости от сейсмической активности района строительства, грунтов основания, динамических свойств сооружения. Уникальные сооружения рекомендуется рассчитывать на конкретное воздействие, представленное подходящей для так называемого, спектрального метода, иначе метода разложения по собственным формам данного места акселерограммой какого-либо известного землетрясения [1,2].

Расчет по третьему методу выполняют методами теории статистической динамики и теории надежности. Для прогнозного анализа общей устойчивости откосов от сползания мы рассмотрим инженерный метод, в основу которого положен так называемый спектральный метод, иначе, метод разложения по собственным формам.

На основе этой теории Г.М. Шахунянц предложил метод расчета откоса с учетом сейсмичности, применительно к методу расчета по круглоцилиндрической поверхности оползания [3]. Поверхность участка сползания разбивается на отсеки под углом $\alpha_{сейсм}$ к вертикали плоскостям

$$\alpha_{сейсм} = \arctg K_c \quad (1)$$

Вычисляется равнодействующая - R , приложенная к каждому отсеку (весом P), принимая направление сейсмических сил горизонтальным

$$R = \sqrt{P^2 + S^2}, \quad (2)$$

где $S = P \cdot K_c$, откуда

$$R = P \sqrt{1 + K_c^2}. \quad (3)$$

Далее, принимая R_i в каждом отсеке за обычную силу тяжести, но направляя ее под углом $\alpha_{сейсм}$ к вертикали, делят на нормальную и касательную к поверхности сползания и расчет производится по принятым для статических сил способом.

Рекомендуется учитывать сейсмические силы при использовании метода горизонтальных сил в выражении для коэффициента сопротивления грунта сдвигу в следующем виде

$$F_{pc} = \operatorname{tg} \left(\varphi - \alpha_{сейсм} + \frac{C}{P_c} \right), \quad (4)$$

где F_{pc} - коэффициент сопротивления грунта сдвигу, с учетом сейсмичности; φ - угол внутреннего трения; K_c - коэффициент сейсмического ускорения; C - сцепление; P_c - величина нормального давления с учетом сейсмичности; $P_c = P(1 + K_c)$; P - величина нормального давления с учетом сейсмичности.

Определение коэффициента устойчивости склона и величины оползневой нагрузки в районах с сейсмичностью 7 баллов и выше осуществляется с добавлением к расчетным сдвигающим усилиям сейсмической силы Q_c .

На практике сейсмическая сила Q_c определяется как доля от массы грунта, которая претерпевает сейсмическое воздействие

$$Q_c = K_c \cdot P, \quad (5)$$

где K_c - коэффициент сейсмичности, значения которого при расчете естественных склонов принимаются по табл. 1, при расчете искусственных откосов (насыпи дорог, плотины и т.п.) значения коэффициента K_c согласно таблицы 1, увеличиваются в 1,5 раза; P - масса грунта отсека.

Таблица 1 – Зависимость коэффициента K_c от сейсмической балльности района

Сейсмическая балльность района	1 ÷ 6	7	8	9	10	11	12
K_c	0	0,025	0,05	0,1	0,25	0,5	0,75

Направление силы Q_c принимается наиболее неблагоприятным, поэтому считается, что Q_c в каждом отсеке оползневого блока направлена параллельно основанию, т.е. совпадает с направлением сдвигающей силы.

Таким образом, при разбивке оползневого блока на отсеки, сейсмические силы учитываются в каждом блоке отдельно и складываются со сдвигающими силами.

Приведем некоторые результаты расчетов, выполненных по методике [1].

В качестве одного из вариантов рассматривалась задача об устойчивости откоса (рисунок 1) высотой $h = 10$ м, заложением 1:2 (угол при основании $\sim 26.57^\circ$), сложенного песчаным грунтом с характеристиками $\varphi = 30^\circ$, $c = 0.2$ т/м², $\gamma = 1,85$ т/м³ или глинистым грунтом с $\varphi = 20^\circ$, $c = 2.0$ т/м², $\gamma = 1,85$ т/м³. В анализируемых вариантах приняты расчетные величины ускорений равные: $a = 0$ (статика); 0.1; 0.2 и 0.4g. При этом направление сейсмического воздействия, характеризуемое углом наклона к горизонту α , варьировалось в диапазоне от $\alpha = -90^\circ$ (вертикально вниз) до $\alpha = +90^\circ$ (вертикально вверх); $\alpha = 0$ соответствует горизонтальному воздействию в направлении на откос.

Результаты расчетов для обоих видов грунта представлены на рисунке 2 в виде зависимостей коэффициента запаса устойчивости f от угла наклона сейсмического воздействия при выбранных ускорениях.

Как и следовало ожидать, увеличение ускорения существенно снижает коэффициент запаса устойчивости откоса - при $a = 0.4$ g более чем в 2 раза. Причем, в несколько большей степени это наблюдается в песчаном грунте (таблица 2).

Максимальное влияние ускорения на устойчивость откоса отмечается при направлении сейсмического воздействия в диапазоне углов α от -15° до $+30^\circ$. Причем, при малых величинах ускорения график $f = F(\alpha)$ достаточно близок к симметричному, а при увеличении ускорения происходит смещение экстремума в сторону положительных углов α .

На рисунке 1 показаны характерные поверхности обрушения сдвигаемого массива, соответствующие минимальным коэффициентам устойчивости при расчетных ускорениях. Заметим, что в грунтах без сцепления при всех рассмотренных интенсивностях ускорения и углах наклона получена единственная форма потери устойчивости склона (пунктирная кривая). В грунтах со сцеплением (глинистые грунты)

поверхность обрушения и объем сдвигаемого массива зависят от величины ускорения (сплошные линии на рисунке 1) и его направления (на рисунке не показано). С ростом ускорения в данном случае наблюдается увеличение глубины закола и объема призмы обрушения. Точка выхода линии скольжения на поверхность при этом практически не изменяется и остается приуроченной к нижней границе склона.

Таблица 2 – Расчетные значения ускорения a/g в зависимости от свойств грунта

Ускоре a/g ние	Песчаный грунт		Глинистый грунт	
	$f_{\min}(\alpha, ^\circ)$	f_{\min} / f_{st}	$f_{\min}(\alpha, ^\circ)$	f_{\min} / f_{st}
0,0	1,358	1,000	1,709	1,000
0,1	1,085(0,0)	0,799	($-15^\circ \div 0^\circ$) 1,370	0,802
0,2	0,890(0,0)	0,655	(0°) 1,129	0,661
0,4	($+15^\circ$) 0,607	0,447	($+15^\circ$) 0,816	0,477

Примечание: f_{\min} - минимальное значение коэффициента устойчивости в диапазоне $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$; f_{st} - значение коэффициента устойчивости при $a = 0$ (статика).

Подобные оценки влияния сейсмических нагрузок получены при расчете общей устойчивости подпорной стены высотой 10 м из шпунтовых свай (двойной пунктир на рисунке 1) [1].

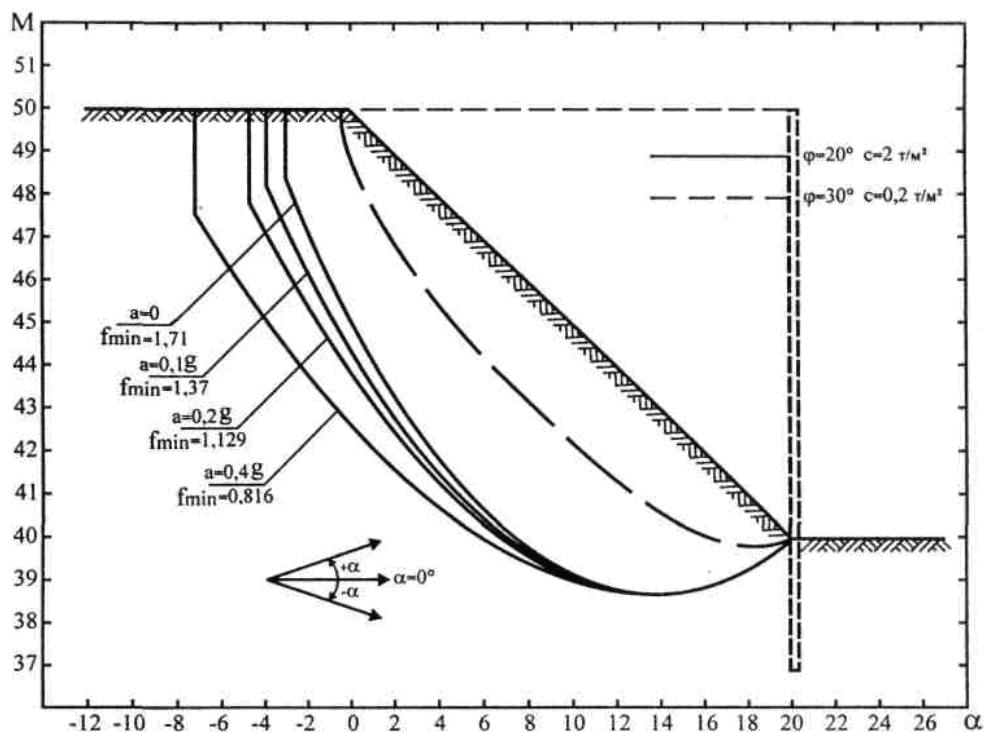


Рисунок 1 – Характерные поверхности обрушения произвольного откоса подпорной стены при сейсмическом воздействии (общий случай)

Другое направление использования разработанного метода переменной степени мобилизации - это определение давления грунта с учетом сейсмических воздействий на ограждающие конструкции [1], где подробно изложены результаты статической реализации данного подхода, показана эффективность метода для решения сложных задач расчета давления грунта на подпорные стенки.

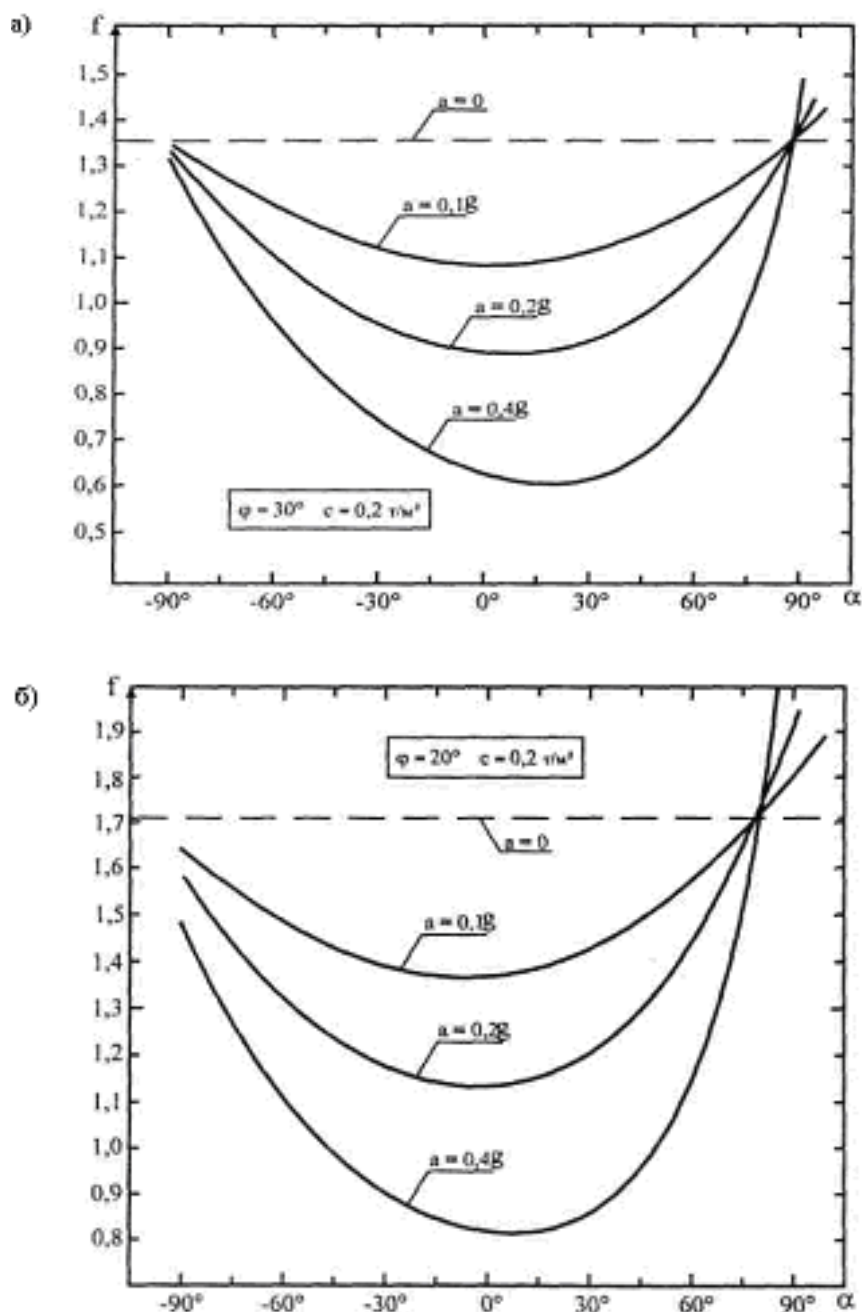


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента устойчивости откоса f от направления сейсмического воздействия для равных грунтов

Из полученных данных можно отметить следующее.

В отличие от устойчивости откоса, влияние сеймики на активное давление проявляется в большей степени в грунтах со сцеплением, чем в песчаном грунте. Так, наибольшее увеличение давления при $a = 0.4 g$, достигается в глинах и составляет 2,75 раза, против 2,15 - в песках.

Выводы:

Наиболее опасными направлениями действия сеймики являются углы от -30° до 0° . Причем, при небольших величинах ускорений (что чаще всего встречается в практике), экстремальные давления достигаются при углах около -30° и смещаются в сторону $\alpha = 0^\circ$ с ростом ускорений. Заметим, что в качестве рекомендуемых при расчетах направлений действия сейсмической нагрузки, в нормах указываются углы 0° и $+30^\circ$ относительно горизонтали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сеймов В.М., Островерх Б.Н., Ермоленко А.И. Динамика и сейсмостойкость гидротехнических сооружений. Киев, Наукова Думка, 2004, 320 с.
2. СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах. М., 2004, 78 с.
3. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь М., Трансжелдориздат, 1991, 364 с.

УДК 624.21.012

Ахмедов Чингиз Махамеджанович – к.т.н., доцент (Алматы, КазАТК)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ СЛУЖБЫ БЕТОНА И АРМАТУРЫ НА ОСНОВЕ ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАСЧЁТА

Общеизвестно, что эксплуатационное состояние большинства мостовых сооружений требует различного вида ремонта и проведения диагностических работ. Как показывают исследования, проведенные специалистами КаздорНИИ 950-ти мостовых сооружений на дорогах республиканского значения Республики Казахстан, 30% всех осмотренных мостов находятся в неудовлетворительном состоянии и согласно СНиП 2.05.03-84* требуют срочного капитального ремонта или замены на новые [1]. Согласно обследованиям и испытаниям, проведенным фирмой “Мост сервис ЛТД” в РФ, выявлено, что из 600 городских мостов, из которых более 70% изготовлены из монолитного и сборного бетона и железобетона, 4% находятся в аварийном состоянии, 7% следует признать предаварийными, а 20% всех обследованных мостов вообще не отвечают требованиям пропуска современного транспорта [2]. Оказалось, что практически все обследованные мосты требуют того или иного вида ремонта, на 30% мостов введены ограничения по массе проезжающего транспорта.

Продление сроков службы и обеспечение работоспособности мостовых конструкций, полностью или частично сохраняемых при техническом перевооружении транспорта, - ответственная задача реконструкции транспортной отрасли страны.

В этой связи, безусловно возрастает роль расчётов долговечности эксплуатируемых конструкций, а именно прогноз остаточного ресурса железобетонных пролетных строений мостов. Срок службы бетонной плиты при потере выносливости, согласно трудам Чиркова В.П. [3,4], рекомендуется определять по следующей зависимости, которая учитывает случайный характер воздействия нагрузки и прочности материала:

$$T_{\text{ст}} = \frac{N_0 (1 - rV_b)^m}{N_1 \eta}, \quad (1)$$

где V_b - коэффициент вариации прочности бетона; η – коэффициент, равный