

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Егупов К.В., Великий Д.И. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Розглядається та проводиться співставлення отриманих результатів розрахунків по існуючим методам, що використовуються в практиці, для визначення стійкості укосів однорідних ґрунтових гребель та схилів з урахуванням сейсмічних впливів.

Наиболее актуальными в настоящее время, являются вопросы, как и по какой методике, рассчитывать проектируемые и существующие плотины из местных материалов, попавшие в зону повышенной сейсмической активности в связи с выходом в 2007 году нового ДБН В.1.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах Украины» [1]. В соответствии с этим ДБН г. Одесса и Одесская область переведена с 6 бальной зоны в 7 бальную, а в отдельных случаях и в 8 бальную зону. После чего стали возникать вопросы, будет ли обеспечена устойчивость рассматриваемых сооружений и какие в дальнейшем, в случае необходимости, требуется произвести мероприятия по изменению их конструктивных особенностей для обеспечения несущей способности при динамических воздействиях.

Наличие большого количества грунтовых подпорных сооружений среднего и большого напора в Одесской области, а также требования к безотказной работе этих сооружений, предполагает существование методик расчета с учетом всех возможных факторов, влияющих на их надежность. Однако в действующих нормативных документах отсутствует достаточно достоверная методика расчета устойчивости грунтовых плотин с учетом сейсмического воздействия.

Результаты расчетов по существующим методам расчетов устойчивости откосов грунтовых плотин и склонов, что особенно актуально для г. Одессы и Одесской области, такие как: метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения, методы Ю.И.Соловьева, Р.Р.Чугаева, Н.Н.Маслова, Г.М.Шахунянца и т.д., нередко оказываются противоречивыми. Для того чтобы сравнить эти методы определения коэффициентов устойчивости, были просчитаны 5 реальных склонов [2], результаты расчетов которых, для сравнения были сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Сравнение методов расчета устойчивости склонов

Коеф. уст.	Метод определения					
	Кр-кой пов. скольж.	Ю.И.Соловьева	Р.Р.Чугаева	Горизонт. сил Н.Н. Маслова	Касатель-ных сил	Г.М.Шахунянца
1.КУ	0,766	0,846	0,466	0,786	0,889	0,736
2.КУ	0,898	0,862	0,766	1,045	0,919	1,027
3.КУ	0,635	1,126	1,000	1,054	1,103	1,067
4.КУ	0,799	0,998	1,150	0,979	1,007	1,014
5.КУ	0,983	1,037	1,110	1,172	1,099	1,154

Из приведенной таблицы видно, что для первого откоса, разница между максимальным и минимальным коэффициентом устойчивости составляет 47,6%, для второго – 26,7%, третьего – 43,6%, четвертого – 30,5% и пятого – 16,1%.

Еще одной проблемой, требующей своего решения, является правильность определения составляющей сейсмической нагрузки, которую также в различных источниках предлагают определять по-разному. Так, к примеру, в ДБН В.1.1-12:2006 «Строительство в сейсмических районах Украины» горизонтальную сейсмическую составляющую с учетом динамического коэффициента предусматривает определять следующим образом:

$$S_{0ki} = Q_k \cdot a_0 \cdot k_{гр} \cdot \beta_i \cdot \eta_{ki} \quad (1)$$

Но здесь возникают определенные осложнения при определении коэффициента η_{ki} .

Согласно рекомендациям [2] и [3] предлагается использовать коэффициент сейсмичности и определять сейсмическую силу следующим образом:

$$S = Q_k K_c \quad (2)$$

где: Q_k – масса грунта, которая претерпевает сейсмическое воздействие; K_c – коэффициент сейсмичности.

Руководство по учету сейсмических воздействий при проектировании гидротехнических сооружений [4] предполагает определять горизонтальную составляющую сейсмической нагрузки по следующей зависимости:

$$S_{ik} = Q_k \cdot m \cdot K_c \cdot \beta_1^0 \cdot \eta_{ik} \quad (3)$$

где: Q_k – вес элемента сооружения, отнесенный к точке k ; m – коэффициент, учитывающий особые условия работы гидросооружений; K_c – коэффициент сейсмичности; β_1^0 – спектральный коэффициент динамичности, соответствующий i -ой форме собственных колебаний сооружения; η_{ik} – коэффициент, зависящий от формы собственных колебаний сооружения и от места расположения нагрузки.

Также был проведен ряд расчетов при помощи компьютерных программ в которых методы учета сейсмических нагрузок реализованы следующим образом:

$$S_K = G_K \cdot K_c \cdot \left(1 + 0.5 \cdot \frac{Y_K}{Y_0} \right) \quad (4)$$

где: G_K – собственный вес элементарного K -го отсека; K_c – коэффициент сейсмичности; Y_K – расстояние от подошвы сооружения до центра тяжести соответствующего элементарного отсека; Y_0 – расстояние от подошвы сооружения до центра тяжести всего сооружения.

$$S_p = Tg(\varphi - b) + \frac{C}{P_s} \quad (5)$$

где: b – сейсмический угол, как функция расчетной сейсмичности; P_s – величина нормального давления с учетом сейсмичности:

$$P_s = P_{ср} \cdot Z \cdot (1 + \varepsilon) \quad (6)$$

где: ε – коэффициент строения, равный отношению расчетного сейсмического ускорения к ускорению силы тяжести.

Сравнение результатов расчетов однородной грунтовой плотины по [1], [2], [4] и компьютерных программ показало, что расхождение между максимальным и минимальным коэффициентами устойчивости составило около 16%.

Выводы

1. Из результатов проведенного ряда расчетов следует, что используемые в практике методы определения устойчивости откосов грунтовых плотин и склонов нередко оказываются противоречивыми (см. Табл. 1).

2. В настоящее время необходимо, проанализировав основные методы расчета, разработать наиболее достоверные и удобные для практического применения рекомендации по расчетам, проектированию и реконструкции грунтовых плотин и склонов с учетом сейсмических нагрузок.

Литература

1. ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины. - К.: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006.- 84с.;
2. Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления. Центральное бюро научно-технической информации, Москва 1986–86с.
3. Трофимчук А.Н., Глебчук А.С., Полевецкий В.В. Об устойчивости склонов при изменении сейсмических условий. Строительные конструкции. Межведомственный научно-технический сборник. Выпуск 69, 2008, С.304-311;
4. Руководство по учету сейсмических воздействий при проектировании гидротехнических сооружений (к разделу 5 главы СНиП II–А.12–69.–211с.;
5. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. /ЛНИИИС.– М.:Стройиздат, 1984.–80с.