

воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов): введен 1 января 1986 г. / Госстрой СССР–М: 1986. – 85 с. – (офиц. текст).

2. Научно-исследовательская работа «Расчетное обоснование и проектирование конструкций гидротехнических сооружений для защиты от затопления морскими волнами территории завода по адресу: г. Одесса, ул. Черноморского Казачества, 72.», ОГАСА, Одесса: 2016. – 138 с.

3. Седов, Л. И. Методы подобия и размерности в механике / Л. И. Седов. – М: «Наука», 1977. – С. 113-162.

4. Столяров, Л. С. Определение параметров волн в лабораторных условиях при помощи современной измерительной аппаратуры /Л. С. Столяров, А. В. Чернецкий, Р. В. Синица. Вестник ОГАСА, вып. 73. – Одесса, 2018. – С. 127–134.

5. Любченко, Е. А. Планирование и организация эксперимента. Часть 1 / Е. А. Любченко, О. А. Чуднова. – Владивосток: изд-во ТГЭУ, 2010. – 148 с.

УДК 626/627

Учет пространственного эффекта при статических расчетах устойчивости грунтовых откосов

Великий Д. И., Слободянюк В. П., Осадчий В. С., Дмитриев С. В.
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
Одесса, Украина

Проблемы устойчивости грунтовых откосов и развитие оползневых процессов, в том числе Черноморского побережья, представляют существенную опасность для населения и существующих зданий и сооружений. При расчетах устойчивости склонов отмечается различие в расчетных значениях коэффициентов устойчивости в двух- и трехмерной постановках задач. Анализ проведенных исследований указывает на необходимость учета влияния топографических условий всего склона при его расчете по плоским схемам в пределах назначенных створов.

Задача обеспечения устойчивости грунтовых массивов возникает при проектировании сооружений гидротехнического, промышленного, гражданского, транспортного и других назначений. В качестве грунтовых массивов рассматриваются откосы насыпей и выемок, естественные склоны при их хозяйственном использовании. Вследствие освоения территорий, которые раньше считались опасными и не предназначенными под строительство, все чаще приходится возводить здания и сооружения на грунтовых откосах и неустойчивых склонах.

Впервые способ расчета устойчивости склонов, основанный на принципе Кулона, был предложен в 1820 г. Спустя почти два века оценка устойчивости склонов по-прежнему остается сложной задачей в геотехнике [1]. В настоящее время существует более 100 методов расчетов устойчивости грунтовых откосов. Выбор метода расчета в первую очередь определяется типом оползневого процесса и механизмом возможного смещения оползневых масс. Наиболее известными методами расчетов устойчивости склонов в плоской постановке задачи являются метод круглоцилиндрической поверхности скольжения, метод Р.Р. Чугаева, метод горизонтальных сил, Г.М. Шахунянца, Янбу, Бишопа, Моргенштерна-Прайса и т.п.

Важным и активно развивающимся направлением в расчетах устойчивости склонов является трехмерный анализ. В настоящее время трехмерное моделирование прочно вошло в практику инженерных расчетов. К настоящему моменту разработано большое количество методов трехмерных расчетов, например, методы Анагности, Ховланда, Чена. Многие производители специализированного программного обеспечения SoilVisionSystems (Канада), MIDAS GTS NX (Южная Корея), TAGAssoft (США), Rocscience (Канада), PLAXIS (Ирландия) и т. д. уже имеют программные модули по трехмерному моделированию, в которых реализованы методы расчетов устойчивости на основе концепции как предельного равновесия, так и с использованием метода конечных элементов.

По оценке результатов работ зарубежных авторов, при постоянстве физико-механических характеристик грунтов влияние на значение коэффициента устойчивости оказывает форма и геометрия самого склона. Так, к примеру, в работах С.Zhang (Жанга) было отмечено, что в зависимости от формы склона (от выпуклой до вогнутой) значение коэффициента устойчивости изменится почти на 20 % [2].

Также при расчетах устойчивости искусственных грунтовых откосов и природных склонов сложной формы в плане инженерными методами в двухмерной постановке задачи важным фактором, от которого зависит корректность получаемых результатов, является выбор места проведения поперечного разреза, по которому выполняется расчет [3]. В ходе выполнения расчетов устойчивости склона на территории Греческого (Лунного) парка в г. Одессе было отмечено несоответствие полученных результатов с реальной обстановкой рассматриваемого склона. Расчетные значения коэффициентов запаса устойчивости (двухмерная задача) по трем поперечным разрезам не превышали 0,8, а визуальное и инструментальное обследование данного склона показали отсутствие признаков его подвижек. Принимая во внимание работу Руохолла [4], было принято решение об определении коэффициента устойчивости, который мог бы реально оценить устойчивости склона на этом участке и определить возможные границы оползневого тела. В рассматриваемом

мом случае учитывалась пространственная работа склона, где реализуется учет влияния расчетных створов друг с другом и соседних участков склона. В результате расчета было получено значение коэффициента запаса устойчивости, которое составило 1,064, что в большей степени соответствует реальной обстановке по сравнению с результатами, полученными по двумерным схемам.

При дальнейших исследованиях было отмечено, что на величину коэффициента устойчивости влияет протяженность склона. Так, к примеру, в работах Yasoub [5] показано, что при увеличении длины расчетного склона изменяется значение коэффициента запаса устойчивости.

Для разработки методики расчета устойчивости грунтовых откосов по двумерным схемам инженерными методами с учетом их топографических особенностей (рис. 1) было принято решение о выявлении переменного коэффициента, который мог бы позволить учитывать пространственную работу сооружения в зависимости от его геометрических характеристик. Для этого были построены графики (рис. 2), которые дают возможность определить величину поправочного коэффициента K_{II} , который можно использовать для уточнения величины устойчивости, полученной в результате расчетов однородных грунтовых насыпей и естественных склонов в двумерной постановке задачи.

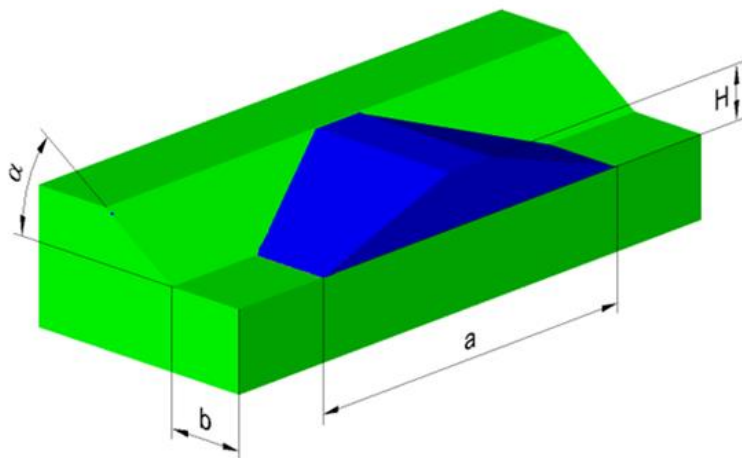


Рис. 1. Параметры исходных данных:

α – угол залегания примыкающих откосов к насыпи, a – ширина сооружения в основании, b – протяженность насыпи

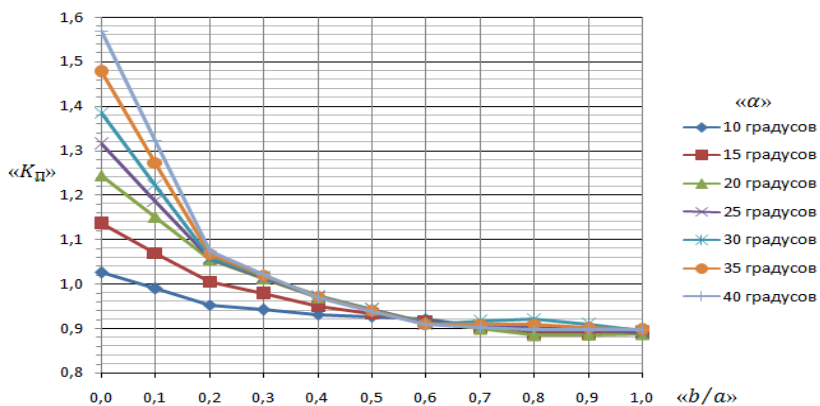


Рис. 2. График определения поправочного коэффициента для однородной грунтовой насыпи высотой $H = 8,0$ м

На графиках (рис. 2) по горизонтальной оси откладывается значение отношения протяженности насыпи b к ширине сооружения в основании a , по оси ординат – значение поправочного коэффициента $K_{П}$.

Таким образом, при определении коэффициента запаса устойчивости, полученного для двухмерной задачи, необходимо его уточнять в зависимости от геометрических характеристик расчетного сооружения (высота, угол наклона примыкающих откосов к насыпи в продольном направлении, отношения протяженности насыпи к ширине сооружения в основании) путем умножения на поправочный коэффициент $K_{П}$, полученный в данной работе опытным путем.

Разработанная и предложенная в работе методика расчета устойчивости грунтовых откосов по плоским схемам с учетом пространственного эффекта может быть применима при проектировании протяженных грунтовых насыпей для автомобильных дорог, железнодорожных путей, при проектировании грунтовых плотин, дамб обвалования, при расчетах устойчивости грунтовых склонов как искусственного, так и природного сложения.

Предлагаемый метод расчета устойчивости грунтового откоса по двухмерным схемам с применением выведенного поправочного коэффициента позволяет в полной степени оценить степень устойчивости расчетного сооружения с учетом его геометрических особенностей.

Применяя предлагаемый метод в расчетах устойчивости грунтовых откосов, можно в значительной мере уменьшить трудозатраты, необходимые для создания и расчета пространственных моделей.

Литература

1. Кан, К. Оценка оползневой опасности территорий с высокой сейсмичностью (на примере Краснополянской тектонической зоны (Большой Сочи) и эпицентральной зоны Вэньчуаньского землетрясения (Китай)): дис. канд. геол.–мин. наук: 25.00.08 / Кан Кай. – Москва, 2019. – 167 с.

2. Zhang, Yingbin, et al. Effects of geometries on three-dimensional slope stability // Canadian Geotechnical Journal, vol. 50, no. 3, 2013. – P. 233–239.

3. Kalatehjari, Roohollah, et al. Determination of three-dimensional shape of failure in soil slopes // Canadian Geotechnical Journal, vol. 52, no. 9, 2015. – P. 1283–1291.

4. Гаврилов, А. В. Оценка устойчивости оползневых склонов на основе трехмерного моделирования. / А. В. Гаврилов. Инженерная геология 6/2013. – С. 46–55.

5. Using Shear Strength Reduction Method for 2D and 3D Slope Stability Analysis. Thamer Yacoub, Ph.D. P. Eng. President, Rocscience Inc. Annual Kansas City Geotechnical Conference, 2016.

УДК 626.22

Критерии выбора технологии поддержания заданного качества воды в мелководных водоемах юга Украины

Слободянюк В. П., Осадчий В. С., Великий Д. И., Каракчи Г. Д.
Одесская государственная академия строительства и архитектуры
Одесса, Украина

В работе рассмотрены проблемы дефицита пресной воды в южных регионах Украины, связанных с такими факторами, как глобальное потепление и нерациональное использование водных ресурсов. Проанализированы данные исследований за последние несколько лет по качеству воды озер Китая и Сасык. Выявлена и обоснована необходимость разработки и реализации генеральной программы освоения водоемов с пресной водой.

Официальная информация, опубликованная Государственным агентством водных ресурсов, содержит анализ запасов пресной воды (на душу населения) в 195-ти странах мира. Украина в этом списке занимает 111-е место. Однако, невзирая на этот достаточно весомый показатель, существует риск дефицита пресной воды в ряде южных регионов страны, в частности, в Одесской, Херсонской, Николаевской, Днепропетровской и Запорожской областях. Даже сейчас, как сообщает Госагентство, в центре и на севере Одесской области часть населенных пунктов пользуется привозной питьевой водой, причем ситуация в этих регионах только ухудшается и практически нет