

Международная академия информатизации
Российская инженерная академия
Институт биохимической физики
им. Н. М. Эмануэля РАН
Комитет по экологии при Московской
торгово-промышленной палате
Всероссийский научно-исследовательский
институт межотраслевой информации (ВИМИ)
Фирма "Мангуст"
Союз Российских городов
ЗАО "Интермаркет Консалт"

Защита окружающей среды от загрязнений ее предприятиями промышленного и сельско- хозяйственного производства

ПРОГРАММА
И ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
СЕМИНАРА

24—31 марта 1997 года

Москва 1997

МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ НАДЕЖНОСТЬ ОТКОСНЫХ ГРУНТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЭКРАНОВ НА УЧАСТКАХ ДЕПОНИРОВАНИЯ ОБЕЗВОЖЕННОГО ИЛИСТОГО ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД.

С.В. Борткевич, Н.А. Красильников, кандидаты технических наук (АО "ГИТЕСТ", г.Москва, Россия)

1. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ ОГРАЖДАЮЩИХ ДАМБ.

В настоящее время стало возможным определить степень относительной значимости каждого теоретического положения, а также конструктивного решения, используемого в проекте при расчетах устойчивости откосов грунтовых дамб, ограждающих участки депонирования илистых осадков, возводимых на мягких нескальных основаниях. Это дает возможность в каждом конкретном случае учесть наиболее важные и существенные из них, обеспечить надежность и экономичность сооружения. Количественная оценка этих положений, факторов или обстоятельств позволяет также выбрать оптимальный метод расчета, расчетные поперечники и расчетные случаи.

Ниже рассматриваются, применительно к дамбам, ограждающим участки депонирования илистых осадков, наиболее важные положения, факторы и обстоятельства, влияющие на устойчивость грунтовых откосов, в частности в случаях, когда они имеют слабое глинистое основание.

Для удобства их можно разделить на факторы проектно-технологического и инженерно-геологического порядка. Для количественной оценки каждого из них была выполнена большая серия расчетов применительно к условиям насыпей, проектируемых грунтовых дамб и плотин малой и средней высоты. При этом были использованы зарубежные данные о расчетах грунтовых плотин и опытных насыпей, а также результаты расчетов 50 обрушенных грунтовых откосов. Высота этих сооружений от 4 до 64 м (1).

Расчеты выполнены на ЭВМ одновременно по нескольким, широко применяющимся в проектной практике, методам (Терцаги, Бишоп, Ничипоровича, Чугасва).

Возможное количественное влияние на устойчивость откоса плотины каждого из перечисленных факторов оценивалось величиной $K_{уст}$, выраженной в долях единицы, чтобы относительное влияние каждого фактора можно было сравнивать между собой, а также с теми значениями коэффициента устойчивости откосов, которые фактически приняты нормами (2). При определении величины $\Delta K_{уст}$ возможны два варианта: в первом величина $\Delta K_{уст} = K' - K''$, где K' и K'' - коэффициенты устойчивости откоса, полученные расчетом при разных значениях рассматриваемого фактора, например крутизны откосов плотины или параметров прочности $\text{tg } \varphi$, с и т.п.; во втором варианте $\Delta K_{уст} = K_{уст.расч} - 1$, где $K_{уст.расч}$ - полученный расчетом коэффициент устойчивости откоса, который в реальной жизни обрушился. Основные результаты исследований показаны в табл. 1.

Здесь ясно видно, что факторам 1-6 проектирующий инженер должен уделить внимание в первую очередь, а фактором 7, по-видимому, можно пренебречь.

Данные, приведенные в табл. 1, позволяют сделать ряд методических рекомендаций для оценки устойчивости откосов грунтовых дамб: по ограничению области применения рекомендуемой методики расчета, поиску наиболее опасных поверхностей скольжения, по применению ЭВМ и выбору расчетной формулы.

Для сравнения следует отметить, что разница между несколькими методами расчета (для сухого откоса) сравнительно мала, $\Delta K_{уст} = 0,05 - 0,15$. Примерно также

изменяется значение коэффициента устойчивости при отклонении поверхности откоса от расчетной на плюс-минус 5 град.

Таблица 1.

Факторы	Значения $\Delta K_{уст.}$
ПРОЕКТНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ	
Уположение откоса с 1:2 до 1:3.	+0,5 ÷ 0,6
Полное обводнение низового откоса дамбы (против дренированного состояния).	-0,4 ÷ 1,0
Значение прочностных свойств грунта основания (изменение $tg \varphi$ на 0,1 или с на 0,01 МПа).	± 0,1 ÷ 0,25
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ	
Недоучет порового давления консолидации в основании , теле дамбы или прилегающей к дамбе зоне депонированных осадков.	-0,5 ÷ 1,5
Влияние методики определения $tg \varphi$ и с в лабораторных условиях.	± 0,3 ÷ 0,4
Определение $tg \varphi$ и с в массиве естественного сложения.	+0,4 ÷ 0,5
ХАРАКТЕР ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ	
Геологические условия , характерные для большинства плотин и дамб.	± 0,05 ÷ 0,20
Грунтовые дамбы на очень слабом основании , а также внутренние откосы дамб , расположенные на депонируемых осадках. Недоучет возможной неравномерности деформаций относительно "жесткого" тела дамбы на слабом илистом основании , "скол" тела дамбы.	-0,3 ÷ 0,9

При анализе устойчивости грунтовых откосов предполагается , что разрушение грунта происходит одновременно по всей поверхности скольжения и к моменту обрушения сопротивление грунта сдвигу мобилизовано полностью на любом участке этой поверхности. Для грунтовых дамб , возводимых на слабом глинистом основании , эта предпосылка , к сожалению , выполняется не всегда. В том случае , если грунт основания характеризуется существенно большей деформативностью и меньшей прочностью , чем грунт тела насыпи , в основании возможны значительные неравномерные деформации и смещения , которые , как показывает опыт , могут привести к образованию в теле насыпи "скола" - вертикальных сквозных трещин. Это явление имело место на нескольких насыпях и дамбах , выполненных из пересушенного , недоувлажненного глинистого материала или песка. В табл.2 показано как это явление может сказаться на устойчивости откосов грунтовой насыпи.

Таблица 2.

Разрушенная насыпь(слабое глинистое основание)	Коэффициент устойчивости , $K_{уст.}$	
	по расчету авторов исследования	по расчету авторов статьи
Опытная насыпь Ланестр, Н=3,75 м	1,35 - 1,50	1,10
Опытная насыпь Палавас, Н=6 м	1,30 - 1,48	1,18
Никопольская дамба №8, Н=18 м	-	1,64 - 1,93

2. ОЦЕНКА ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ ИЗ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ.

Для изоляции участков депонирования обезвоженного осадка сточных вод применяется "Универсальный экран" из глинистых грунтов. Коэффициент фильтрации экрана составляет $1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$ см/с, т.е. в 100-1000 раз меньше, чем в естественной толще тех же грунтов ненарушенного сложения.

Способ снижения водонепроницаемости глинистых грунтов защищен патентом Российской Федерации (3).

Водонепроницаемость экрана проверяется лабораторными испытаниями образцов на специальных приборах, позволяющих создавать градиенты до 1000.

При этом могут учитываться химсостав фильтрата, капиллярные, осмотические и электростатические характеристики системы фильтрат-экран-окружающая среда, а также изменение напряжений в грунте экрана при депонировании осадка.

Кроме того выполнен комплекс полевых натурных исследований на фрагментах экрана толщиной 0,5; 0,75; 1,0 м.

На фрагментах были оборудованы емкости для создания напора и приёмники для измерения количества профильтровавшейся воды, а также контрольно-измерительная аппаратура - преобразователи давления струнные пьезометрические ПДС-ЗП, термометры, грунтовые марки для наблюдения за осадками и уплотнением грунта экрана во времени.

О значениях коэффициента фильтрации предполагалось судить как по объему профильтровавшейся воды, так и по скорости изменения пьезометрических напоров при рассеивании порового давления консолидации во времени.

Исследования на опытном фрагменте показали, что расход фильтрации из отводящих труб отсутствует. Измерения фильтрационных напоров и порового давления приборами ПДС-ЗП показали, что напоров, характерных для процесса фильтрации в грунте экрана, в первые годы его эксплуатации не возникает. В грунте экрана фиксируется поровое давление консолидации, имеющее связь с массой вышеуложенной насыпи. Рассеивание порового давления не происходит.

Расчетами фильтрационной консолидации глинистого грунта экрана по показаниям пьезодинамометров и изменению их во времени в зависимости от графика возведения (роста) насыпи определены значения коэффициента фильтрации экрана в натуре $2 \times 10^{-8} - 0,6 \times 10^{-8}$ см/с.

Выполнены экспериментальные исследования влияния набухания лабораторно и в полевых условиях уплотненных глин при неполном их водонасыщении. Исследования показали, что процесс набухания глин при водонасыщении в теле экрана заметно влияет на повышение их водонепроницаемости. Опыты показали, что в результате протекания процесса набухания величина коэффициента фильтрации грунта может снизиться на один порядок. Установлен оптимальный режим набухания при заданной нагрузке за счет массы насыпного материала или слоя воды в экранлируемой емкости.

Литература :

1. Красильников Н.А. Исследование устойчивости грунтовых откосов и методика проектирования грунтовых плотин. - М. Информэнерго, 1991 - 45 с.
2. Рекомендации по проектированию плотин из грунтовых материалов. Раздел : Расчет устойчивости откосов грунтовых плотин. П-783-88 - 79 с.
3. Бортевич С.В. Способ снижения водонепроницаемости глинистых грунтов. Патент РФ № 1760012.