

буется применение таких дефицитных материалов, как бетон и металл. Поэтому в период строительства резко снижается количество подъемно-транспортных операций.

Вследствие высокой деформативности мягких полимерных материалов прочность и устойчивость сооружений такого типа в меньшей степени будет зависеть от этих же характеристик основания и от качества строительных работ.

Иногда в период эксплуатации возникает необходимость увеличения емкости водохранилища или пруда. Сопряженные с этим трудности при реконструкции водосбросов традиционных типов сведутся к минимуму при применении водосброса с размываемой вставкой.

К достоинствам предлагаемого водосброса относится и то, что он сравнительно легко ликвидируется при ненадобности. Это весьма важно при строительстве временных прудов, водоемов и для охраны природы.

Предлагаемый тип водосброса с применением мягких материалов, безусловно, обладает и определенными недостатками, выявление которых и методы устранения или ограничения их составляют предмет дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев Б.И., Степанов П.М., Шумаков Б.Б. Мягкие конструкции — новый вид гидротехнических сооружений. — М., 1971, с. 88. 2. Фуат Сен-тюрк. Водослив типа предохранительной пробки. Проектирование и строительство больших плотин. Вып. 2. Постоянные и временные водосбросные сооружения. — Мат-лы IX Международн. конгресса по большим плотинам. М., 1972. 3. Пленочные противofильтрационные устройства гидротехнических сооружений/ Под ред. И.Е. Кричевского. — М., 1976. 4. Глебов В.Д., Лысенко В.П. Расчет толщины пленочных полимерных противofильтрационных экранов. — Гидротехническое строительство, 1979, № 6. 5. H u d l e r P e t r. Zpevnřvanı řıčnıch arehu perforovanou polyetylenovou folıı. — Vodnı hospodarstvi, 1975, A25, N9, 249—251.

УДК 627. 4

Е.М.ЛЕВКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц.,
Н.В.СУРМА, ассист. (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ И ВЕРХОВЫХ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН КРЕПЛЕНИЕМ ИЗ КРУПНОБЛОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Для защиты берегов водохранилищ и верховых откосов земляных плотин и дамб от размыва волнами и течениями наряду с традиционными креплениями из железобетонных плит применяются крепления из крупных камней или бетонных блоков [1]. Однако эти крепления обладают одним существенным недостатком, ограничивающим область их применения — необходимостью устройства достаточно мощного слоя подготовки, обеспечивающего устойчивость основания под покрытием (особенно для наброски) [2], что

существенно удорожает крепление. Тем не менее в отдельных случаях этот способ крепления является наиболее рациональным.

Для удешевления всего сооружения в целом откосу можно придать криволинейное очертание, близкое к профилю динамического равновесия, образующегося при размыве его волнами, а затем поверхность укрепить покрытием из отдельных элементов. Это предложение не является новым — оно высказывалось и ранее [3, 4]. Однако оно широкого распространения не получило в связи со сложностью устройства. Как известно, динамически устойчивый профиль имеет криволинейное очертание. При этом в зоне уреза береговая отмель пологая, а расположенный выше береговой обрыв крутой, что затрудняет устройство креплений, особенно плитных. Кроме того, еще нет надежных рекомендаций по проектированию откосов, очерченных по профилю равновесия, укрепленного блочными элементами.

Таким образом, сложное очертание откоса, увеличенный расход материала для покрытий, сложность выполнения профиля и отсутствие проверки этого предложения в натуре сдерживают его применение.

Изучение этого вопроса показало, что имеются пути удешевления рассмотренного способа защиты при сохранении надежности. Как известно, отдельные характеристики профиля динамического равновесия (главным образом заложение и длина береговой отмели) изменяются во времени и зависимости от волнового режима перед откосом или берегом. При этом с ростом высоты волны уменьшается угол наклона отмели и увеличивается ее длина. Если перед откосом или на нем имеются неразмываемые устойчивые включения, обеспечивающие рассеяние или частичное гашение энергии волн, береговая отмель будет более крутой и короткой [2]. Таким образом, если на защищаемый берег или откос перед затоплением водоема предварительно уложить крупные блоки или сделать наброску из них, то при последующем размыве они окажутся на береговой отмели и ослабят действие волн. В результате новый откос получит криволинейное волноустойчивое очертание с более экономичными характеристиками по сравнению с укрепленным. Кроме того, он будет динамически устойчивым. Следует полагать, что еще лучшие результаты могут быть получены при применении в качестве покрытия железобетонного тюфяка.

Для проверки высказанных предложений были проведены лабораторные исследования, задача которых состояла в изучении динамики профиля равновесия при применении различных способов защиты откоса и, как следствие, — в сравнительной оценке их берегозащитных свойств.

Исследования проводились в волновом лотке 12,0х0,32х0,6 м, оборудованном волнопродуктором типа качающегося щита. В лотке укладывался опытный откос из среднезернистого песка заложением 1:3, высотой 0,5 м, на поверхность которого в зависимости от условий опыта укладывались испытуемые покрытия. Каждый из опытных откосов подвергался действию волн до образования профиля равновесия. В процессе опыта измерялись элементы волны и через определенные промежутки времени элементы профиля размыва.

Опыты проводились при глубине воды в лотке 0,35 м и при одном волновом режиме: высота волны 8,3 см, длина 102,0 см, пологость — 12. Всего

было исследовано 6 моделей (рис. 1): 1 — неукрепленный откос; 2 — укладка камня в 1 слой $d_k = 3,0-4,0$ см; 3 — наброска камня в 2 слоя тех же диаметров; 4 — наброска камня в 3 слоя тех же диаметров; 5 — крепление бетонными плитами $10,0 \times 10,0 \times 2,4$ см; 6 — крепление бетонными плитами $10,0 \times 10,0 \times 2,4$ см, соединенными шарнирными связями (тюфяк из плит). Во всех случаях покрытия укладывались на поверхность откоса без подготовки.

Как видно из условий опыта, соотношение геометрических размеров элементов опытных покрытий и высоты опытной волны (1:2,4—1:2,1) позволяет считать их с известной степенью приближения крупноблочными.

В результате проведения опытов были получены координаты характерных точек профиля через определенные промежутки времени для каждого из опытных откосов.

При анализе опытных данных оценка величины и характера размыва откоса при различных условиях производилась по показателям: l_a — длина абразионной части отмели, равная расстоянию от начального уреза воды до обрыва; F_a — объем вымытого грунта из профиля и времени, в течение которого происходил размыв. Графики изменения характеристик профиля приведены на рис. 1, 2.

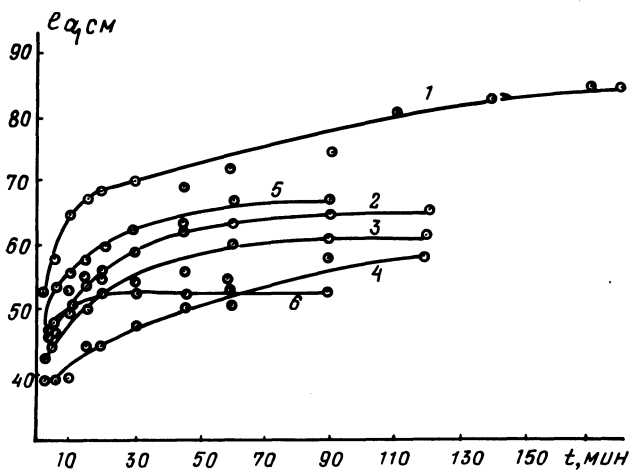


Рис. 1. График изменения длины отмели при различных типах покрытия.

Опыты показали, что наличие на откосе крупных включений в виде отдельных камней или блоков оказывает существенное влияние на характер и величину размыва откоса. Во всех случаях (см. рис. 1, 2) процесс стабилизации профиля происходит значительно быстрее, чем при незащищенном откосе. Сам же процесс, особенно на первой стадии, протекает с меньшей интенсивностью. Анализ характеристик профиля показал, что он вырабатывается более экономичным.

В табл. 1 приведены относительные значения характеристик динамически устойчивого профиля для различных условий опыта.

Относительные величины характеристик профиля равновесия для условий опыта

Тип откоса	Относительная длина размыва, %	Относительный объем вымытого грунта, %
Неукрепленный	100	100
Укладка камня в 1 слой	76	100
Наброска камня в 2 слоя	71	100
Наброска камня в 3 слоя	67	70
Отдельные бетонные плиты	77	76
Тюфяк из плит	61	49

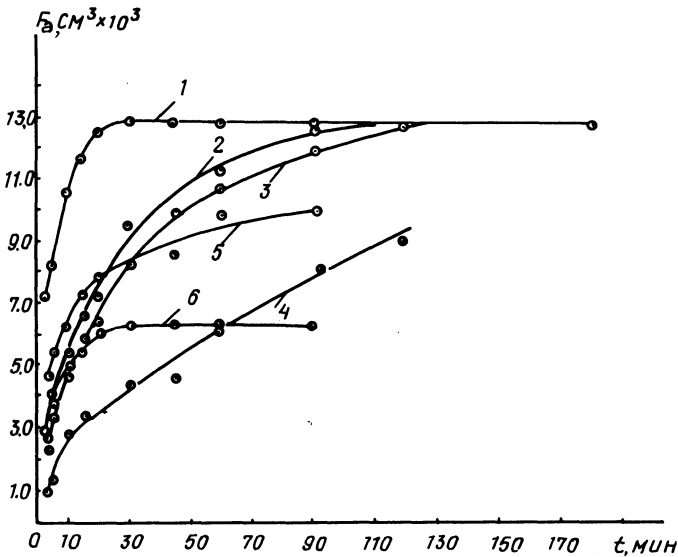


Рис. 2. График изменения объема вымытого грунта из профиля при различных типах покрытий. Обозначения см. на рис. 1.

Из данных таблицы и графиков следует, что во всех случаях длина размыва уменьшается не менее чем на 25%, а объем вымытого грунта снижается только в трех последних случаях. Сохранение в первых двух опытах значительного объема грунта при уменьшении длины размыва объясняется тем, что он распространяется в глубину.

Данные таблицы также свидетельствуют о том, что наилучший эффект достигается при применении в качестве защитных устройств трехслойной наброски из блоков или тюфяка из железобетонных плит.

Таким образом, при укладке на грунтовой откос перед его затоплением крупноблочных элементов или железобетонного тюфяка вырабатывается более экономичный волноустойчивый профиль берега, чем при их отсутст-

вии. Это показывает, что в необходимых случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании рассмотренный метод защиты откосов и берегов от размыва может найти применение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ш а й т а н В.С. Проектирование креплений земляных откосов на водохранилищах. АСИА СССР, ВОДГЕО. — М., 1962. — 213 с. 2. П ы ш к и н Б.А. Динамика берегов водохранилищ. — Киев, 1973. — 413 с. 3. Г у г н я е в Я.Э. Лабораторные исследования волн фронтального направления с песчаными откосами. — Тр. ин-та Океанологии АН СССР. М., 1954, т. X, с. 157—168. 4. Ш а й т а н В.С., Г у г н я е в Я.Э. Лабораторное исследование крепления пологого откоса плотины Горьковского гидроузла. ВНИИ ВОДГЕО. — В сб.: Волновые исследования гидротехнических сооружений. М., 1961.

УДК 627.222

Е.С.ЛЕНАРТОВИЧ, канд. техн. наук,
мл. науч. сотр. (БелНИИМиВХ)

СВЯЗЬ РАСХОДА НАНОСОВ СО СКОРОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ВОЛНОВОГО ПОТОКА ПРИ РАЗМЫВЕ ОТКОСА

Для определения вдольберегового расхода наносов существует много расчетных зависимостей. Как указывает В.Л.Максимчук [1], для решения уравнения деформации берега в поле волн и прибрежных течений необходимо изучение потока наносов поперек берега G , поскольку деформации берегов происходят наиболее интенсивно при фронтальном подходе волн. Однако пока зависимость для расчета расхода наносов при фронтальном подходе волн к берегу отсутствует. Чтобы ее установить, необходимо провести теоретические и экспериментальные исследования.

БелНИИМиВХ был проведен комплекс лабораторных и натурных исследований с целью изучения вопроса взаимодействия ветровых волн с земляными сооружениями. Изучались скоростная структура и мутность волнового потока на откосе. В результате было получено распределение скоростей по глубине потока и по откосу [2]. Установлено, что скорости и интенсивности турбулентности при скате волнового потока с откоса (U_c, K_c) и при накате (K_n, U_n) не равны между собой и зависят от параметров волны (h, λ), коэффициента заложения откоса m , крупности частиц грунта d , слагающего откос [3, 4].

Турбулентность руслового потока находится в зависимости также от содержания наносов в потоке [5, 6, 7 и др.]. Очевидно, такая связь будет иметь место и при взаимодействии волнового потока с откосом. Поэтому для получения расчетной зависимости расхода наносов при фронтальном подходе волны к откосу целесообразно идти по пути установления связи расхода наносов с интенсивностью турбулентности.

Экспериментальные исследования мутности волнового потока на откосе нами производились на естественных водоемах и в гидравлическом лотке