

тока в пределах порядка $0,02 - 0,035 \frac{T}{c}$. Энергии потока

меньше этих пределов оказывается недостаточно для преодоления преград и замыва пор. При удельной энергии потока выше указанных пределов происходит размыв песка и вынос его водой.

Таким образом, в данном случае можно предполагать, что отсутствие регулирования расхода пульпы для изменения энергии потока в зависимости от удаления мест замыва от колодца определяло качество замыва каменной наброски. С поверхности некачественно замытых участков пришлось убирать камень толщиной слоя 2,5 - 3 м и проводить повторный замыв сверху.

Распределение энергии потока пульпы при замыве каменной призмы (№ 2) было улучшено установкой водобросного колодца, расположенного не с краю призмы, а на ее середине. Замыв производился от обоих берегов к середине плотины, где был оставлен не засыпанный камнем зумпф для сбора осветленной воды.

Резюме

Концентрация пульпы при больших уклонах на качество замыва особого влияния не оказывает. Качественный замыв происходит при подаче пульпы через боковую поверхность. Отсыпку каменных плотин, подлежащих замыву, следует производить на всю высоту с последующей уборкой верхнего уплотненного слоя.

Л и т е р а т у р а

1. Избаш С.В., Слиссский П.М., Смоляк А.И. Гидравлические основы замыва каменной наброски песком. - " Гидротехническое строительство", 1961, № 4.

УДК 627.417.4

Е.М. Левкевич (канд. техн. наук), Г.П. Сапожников

ИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ КРЕПЛЕНИЙ ВЕРХОВЫХ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНЫХ ПЛОТИН И БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ БССР

На территории Белорусской ССР имеется большое число искусственных водоемов [1, 2], в том числе более 60 водохранилищ различного назначения [2], прудов рыболовных хозяйств.

В большинстве это небольшие искусственные водоемы с площадью зеркала до 3,0 км², однако имеется несколько сравнительно крупных (Вилейское, Солигорское, Любанское и др.).

Нами проведены обследования откосов земляных плотин и укрепленных берегов ряда водоемов на территории БССР, результаты которых дают возможность сделать выводы об опыте эксплуатации некоторых типов креплений, подвергающихся действию волн.

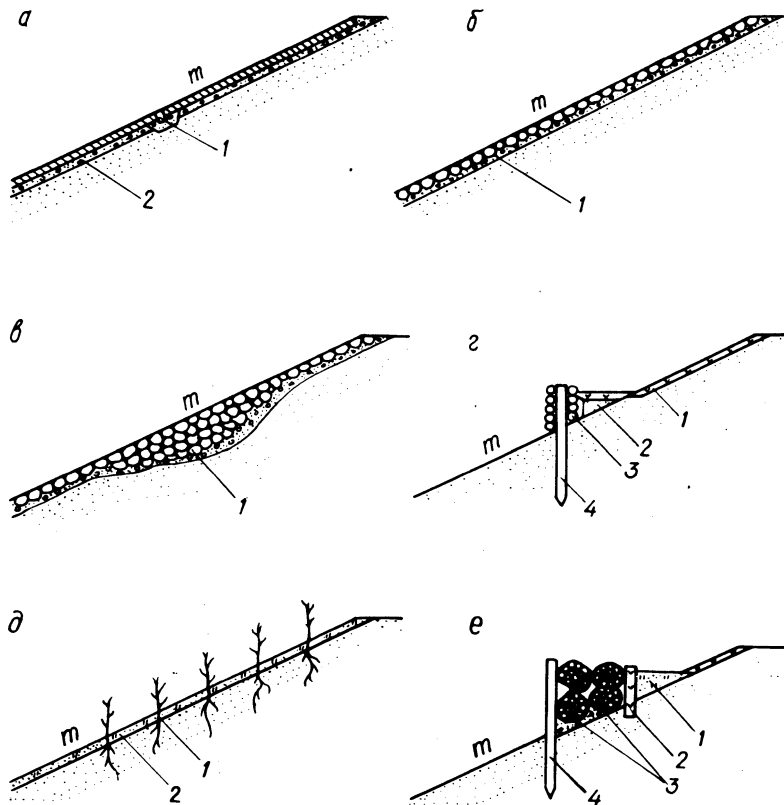


Рис.1. Типы креплений откосов земляных плотин и берегов на водохранилищах БССР: а - железобетонные монолитные и сборно-монолитные плиты (1 - деформационный шов; 2 - железобетон); б - каменное мощение (1 - камень (мощение)); в - каменная наброска (1 - камень); г - плетневое (1 - посев трав; 2 - грунт; 3 - плетень; 4 - колья); д - древесно-растительные насаждения (1 - ивовые хлысты; 2 - растительный грунт).

Создание водохранилищ требует обычно сооружения плотин, производства на отдельных участках берегоукрепительных работ и ряда других защитных мероприятий в зоне затопления и

подтопления. В республике это в большинстве случаев однородные плотины из мелкозернистого или среднезернистого песка или плотины из песков с глинистым экраном и креплением верхового откоса защитными покрытиями.

Для защиты верховых откосов плотин и дамб, а также берегов водохранилищ применяются различные типы креплений (рис.1), из которых некоторые эксплуатируются более 20 лет.

Устройство креплений производилось в соответствии с рекомендациями и нормами, действовавшими в период проектирования и строительства, обобщенные сведения о которых имеются в литературе [3 - 6].

Бетонные и железобетонные покрытия применялись в виде плит монолитных, бетонируемых на месте (плотины на водохранилищах Вилейском, Вяча, Волковичи, берега Лепельского водохранилища), и сборно-монолитных (плотины на водохранилищах Любанском, Солигорском).

Монолитные крепления выполнены из плит толщиной до 20 см на слое гравия толщиной 10 - 15 см. Плиты разрезаны температурно-осадочными швами по всей высоте откоса. При достаточно высоких плотинах (Вилейское водохранилище) имеются и горизонтальные швы. Расстояние между вертикальными швами от 5 до 10 м. При наличии горизонтальных швов расстояние между ними равно расстоянию между вертикальными.

Сборно-монолитные крепления (рис.1,а) выполнены из отдельных плит размерами в плане 4,0 x 1,75 м (Солигорское водохранилище) с омоноличиванием швов между ними. Толщина плит 15 - 20 см. Слой гравийной подготовки - до 20 см.

Каменное мощение (рис.1,б) устраивалось в виде одиночной или двойной мостовой на слое гравия или крупнозернистого песка толщиной 15 - 20 см.

Каменная наброска (рис.1,в) в качестве защитного покрытия специально не применялась. На некоторых водоемах она появилась в результате ремонта разрушенного волнами каменного мощения (Осиповичское водохранилище), при котором местные разрушения мостовой заполнились камнем размером до 30 см.

Плетневые крепления (рис.1,г), широко применяемые на дамбах рыбоводных прудов, выполняются однорядными высотой до 50 см. Пазухи засыпаются местным грунтом, поверху отсыпается растительный грунт и сеется трава.

Древесно-растительные насаждения (рис.1,д) являются также распространенным способом защиты берегов и откосов дамб рыбоводных прудов. Конструкция крепления типовая, посадка ив-

Таблица 1

Номер п/п	Наименование водоема	Назначение	Год ввода в эксплуатацию	Глубина (средняя), макс., м	Тип сооружения	Тип крепления	Наибольшая длина на разгон, м	Высота волн при скорости ветра, м/с		
								18	22	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бассейн р. Днепр										
1.	Заславльское в-ще	Регулирование стока, энергетика, благоустройство	1957	<u>3,5</u> 8,0	плотина	Мошенье, монолитные плиты	5,0	0,92	1,12	1,48
2.	Криницы "	Благоустройство	1975	1,5	"	Монолитные	1,0	0,46	0,54	0,70
3.	Дрозды "	"	Отр-ся	2,0	"	"	0,5	0,46	0,54	0,72
4.	ТЭЦ-2 (р.Свислочь)	Энергетика	1950	2,0	"	Мошенье	1,5	0,56	0,64	0,84
5.	Осиповичское в-ще	"	1953	<u>1,5</u> 8,5	"	Мошенье, наброска	1,5	0,47	0,55	0,67
6.	Вяча "	Благоустройство	1966	4,0	"	Монолитные	0,8	0,63	0,63	0,98
7.	Качинка "	Орошение	-	2,0	"	"	0,25	0,41	0,49	0,72
8.	Волковичи "	Благоустройство	1967	<u>3,3</u> 9,0	"	"	1,2	0,64	0,76	0,94
9.	Солигорское "	Регулирование стока	1968	2,5	"	Сборномонолитные	10,0	0,76	0,86	1,10
10.	Любанское "	"	1966	1,7	"	Монолитные	3,0	0,72	0,85	1,12
11.	Рыбхоз "Любань" пруд	Рыбоводство	1966	2,5	Дамбы	Плетневое, растительные насаждения	2,0	0,65	0,76	0,97
12.	Рыбхоз "Волма"	Рыбоводство	до 1940	1,5	"	Фашины	1,5	0,42	0,58	0,82

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13.	Рыбхоз "Волма"	Рыбоводство	до 1940	1,5	Дамбы	Плетневое, растительные насаждения	1,7	0,48	0,56	0,68
14.	" " "Белое" пруд	"	"	2,0	"	Растительные насаждения	0,7	0,48	0,56	0,68
15.	" " "Тремля" "	"	"	2,0	"	Плетень	1,0	0,51	0,62	0,73
16.	" " "Соколово"	"	"	2,0	"	"	1,5	0,56	0,64	0,84
17.	" " "Быгень" "	"	"	1,5	"	"	0,8	0,44	0,52	0,69
18.	" " "Кр.Слюбода" пруд	"	1974	3,0	"	Сборно-монолитные	0,5	0,84	0,98	1,28
Бассейн р. Неман										
1.	"Вилейка" в-ше	Регулирование стока	1973	5,0	Плотина	Монолитные	10,0	0,98	1,46	1,88
2.	"Удранка" "	Благоустройство	1975	2,5	"	"	0,8	0,53	0,65	0,92
3.	Рыбхоз "Вилейка" пруд	Рыбоводство	до 1940	2,0	Дамбы, берега	Растительные насаждения	0,7	0,48	0,56	0,68
4.	" " "	"	"	2,0	"	Плетень	0,5	0,46	0,54	0,66
Бассейн р. Зап. Двина										
1.	Лепельское в-ше	Энергетика	1953	<u>4,0</u> 2,7	Берега	Монолитные	3,5	0,75	0,88	1,13
2.	Войковское "	Регулирование стока, энергетика	1952	2,5	Плотина	Мошение, монолитные	2,9	0,72	0,84	1,10

няка производится хлыстами. Имеются единичные случаи крепления фашинной кладкой (рис.1,е). Крепление выполнено из фашин диаметром до 30 см, удерживаемых кольями, забитыми в грунт.

На обследованных объектах условия эксплуатации креплений были нормальные, т.е. волновые воздействия не превышали расчетных. Большинство креплений работало в условиях переменного уровня воды.

Характеристики водоемов и данные об условиях эксплуатации обследованных креплений приведены в табл.1.

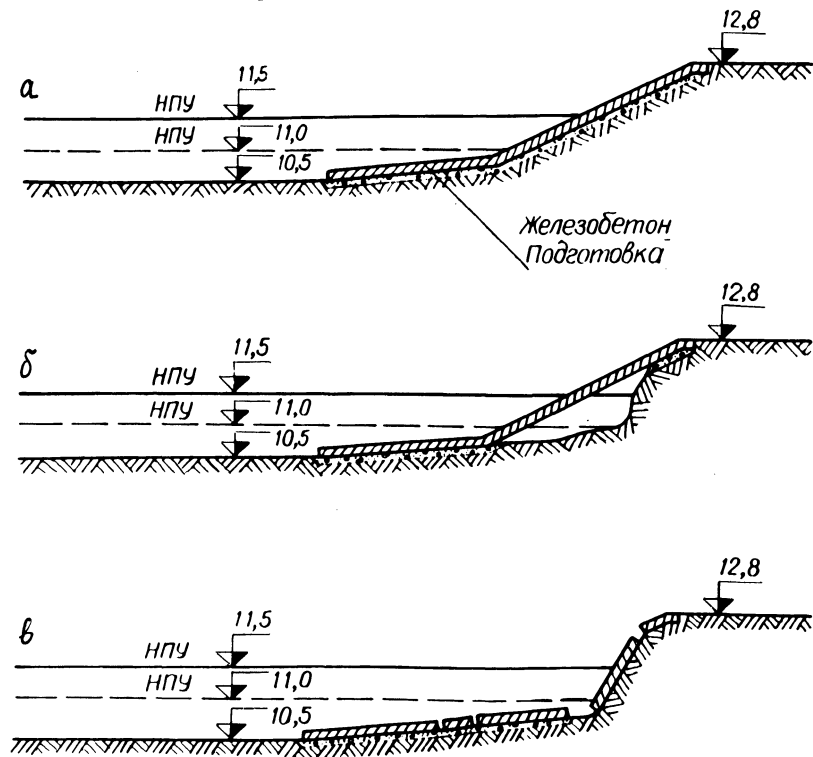


Рис.2. Схема разрушения монолитного железобетонного крепления берега Лепельского водохранилища: а - проектные и построенные в 1964 г.; б - начало разрушения; в - конечная стадия разрушения.

Бетонные и железобетонные крепления, которые были применены при сооружении некоторых водохранилищ (табл.1), за время эксплуатации зарекомендовали себя как надежные средства защиты откосов от волнового воздействия. Тем не менее в отдельных случаях наблюдалось повреждение этих достаточно

прочных креплений. Так, на плотине Любанского водохранилища через 6 – 7 лет эксплуатации под плитами в зоне уреза образовались пустоты глубиной до 0,8 м. На Лепельском озере построенное монолитное крепление из плит толщиной 10 см полностью вышло из строя (рис.2) из-за плохого уплотнения швов и недостаточно качественной подготовки под плитами, что при-

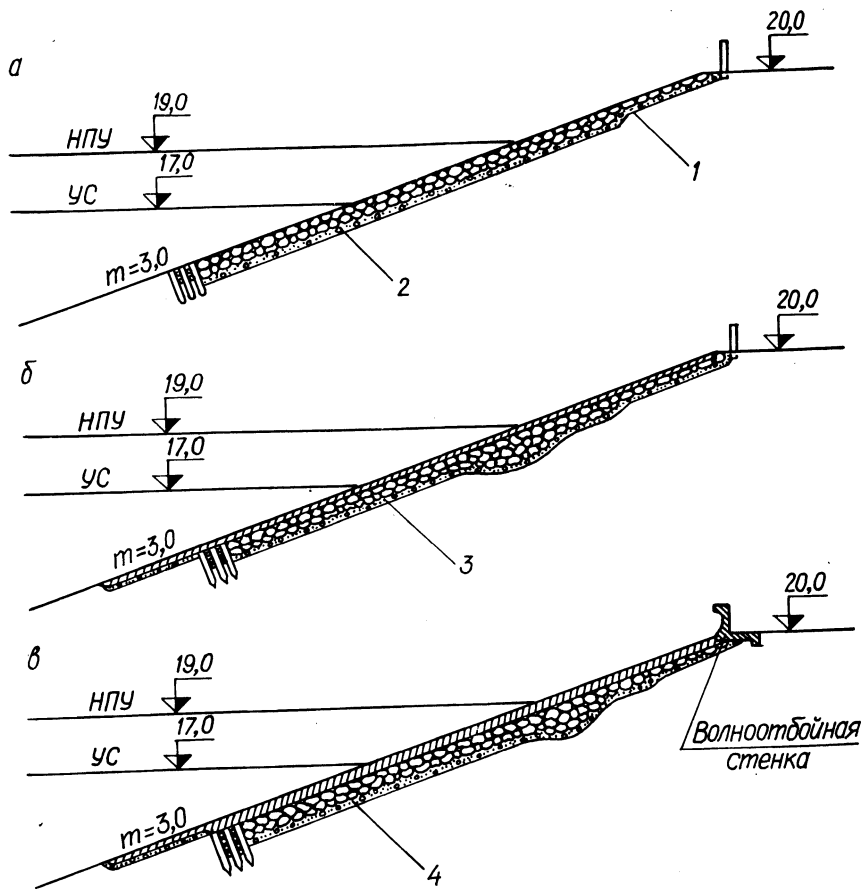


Рис.3. Крепление верхового откоса плотины Заславльского водохранилища: а - проектные и построенные в 1857 г.; б - реконструкция 1958 г.; в - реконструкция 1973 г.; 1 - оди-
 ночная мостовая (0,25 м), гравий (0,15 м); 2 - двойная мостовая (0,4 м), гравий 0,15 м;
 3 - бетон (0,1 - 0,15 м), камень (0,4 м), гравий (0,15 м); 4 - бетон (0,2 м), камень (0,4 м),
 гравий (0,15 м).

вело к полному выносу грунта из-под них и последующему раз-
 рушению. На других водохранилищах (Вяча, Качинка, Волковичи)
 бетонные покрытия хорошо себя зарекомендовали.

Обследование каменных покрытий типа мостовой показало, что при небольших разгонах, не превышающих 0,6 км, каменные крепления находятся в хорошем состоянии и являются надежной защитой от волнового воздействия. Примером может служить плотина Лепельского водохранилища, длина разгона волны у которой составляет 0,4 км. В случае более значительных разгонов такие крепления неустойчивы и разрушаются. Так, на Заславльском водохранилище (рис.3) откосы плотины были закреплены двойной каменной мостовой с крупностью камня до 30 см. В течение 3 - 4 лет это крепление разрушилось. Ремонт его путем каменной наброски не дал ожидаемого эффекта, поэтому в 1972 г. было уложено массивное бетонное покрытие толщиной 0,3 м (в некоторых местах до 0,5 м), которое служит надежной защитой от волнового воздействия.

Аналогичное явление произошло на плотине Войковского водохранилища, откосы которой были закреплены одиночной каменной мостовой из камня диаметром 10 - 30 см без подготовки. Использование бетона (слой толщиной до 10 см) для ремонта разрушенного крепления не дало положительного результата. На плотине Осиповичского водохранилища было применено каменное одиночное мощение из камня диаметром 25 - 35 см на подготовке из гравия. Крепление разрушалось; места разрушения заполнялись наброской из камня диаметром до 30 см. В настоящее время это крепление, толщина которого в зоне уреза доходит до 1,0 м, работает удовлетворительно.

Плетневые крепления (однорядные) широко применяются на прудах рыбхозов (табл.1). Обследование показало, что через плетень происходит вынос частиц грунта, а при сработке прудов - загнивание и разрушение материала плетня. На всех обследованных прудах плетневое крепление полностью вышло из строя.

Фашинная кладка использована на дамбах рыбхоза "Волма" при ремонте плетневого крепления. Обследование показало, что в условиях переменного уровня воды в прудах фашины подвержены гниению и разрушению. Кроме того, происходит размыв грунта основания и вынос его частиц.

Крепления древесно-растительными насаждениями довольно широко применены на прудах рыбхозов (табл.1). Обследование показало, что, несмотря на незначительные величины разгонов, эти крепления не являются надежным средством защиты от волн. Так, были обнаружены волнопробойные ниши, обрушение грунта, а также насаждений. В дальнейшем растительность то-

нула, откос обнажался и подвергался неослабленному воздействию волн. Это явление особенно хорошо заметно на прудах рыбхозов "Белое", "Вилейка", "Альба". Хорошо зарекомендовавшихся растительных креплений обнаружено не было.

Таким образом, обследование креплений на ряде гидротехнических объектов показало следующее:

наиболее надежными являются монолитные и сборно-монолитные железобетонные крепления откосов; при возможных осадках земляных сооружений необходимо, чтобы отдельные части креплений работали независимо; в этих случаях более приемлемыми могут быть крепления из сборных плит. Применение сборных плит позволит работы по устройству креплений сделать более индустриальными;

крепление каменным мощением возможно при условии устройства его на небольших водоемах;

крепления плетневые, древесно-растительными насаждениями, а также фашинами не обеспечивают надежной защиты от волнового воздействия; их применения следует избегать, заменяя железобетонными или каменными.

ввиду большой стоимости бетона необходимо вести исследования по изысканию путей снижения стоимости железобетонных креплений, в частности за счет уменьшения толщины плит, слоя подготовки под плитами.

Р е з ю м е

Для защиты откосов, подвергающихся воздействию волн, наиболее надежным способом является устройство на их поверхности покрытий из железобетона или при небольших разгонах волн из камня. Необходимо вести исследования по удешевлению существующих типов креплений и изысканию новых более дешевых, но надежных способов защиты.

Л и т е р а т у р а

1. Базыленко Г.М. Искусственные водоемы Белоруссии. - "Вестник БГУ им. В.И. Ленина". Серия II, №1 (7), 1971. 2. Шимко К.И. и др. К созданию кадастра водохранилищ (на примере водохранилищ БССР). - В сб.: Вопросы водохозяйственного строительства. Минск, 1968. 3. Справочник по гидротехнике. М., 1955. 4. Пышкин Б.А. Динамика берегов водохранилищ. Киев, 1973. 5. Шайтан В.С. Проектирование креплений земляных откосов на водохранилищах. М., 1962. 6. Типовые проекты сооружений прудов и водоемов. Ч 2. разд.3. Крепления откосов земляных насыпных плотин высотой до 150 м. Л., 1954.