

Литература

1. Гатилло С.П. Распределение давлений при раскрытии стыков сборных трубчатых сооружений//Мелиорация и водное хозяйство.- 1991. № 11-12. - С. 21-26.
2. Руководство по проектированию и гидротехническому расчету регулируемых мелиоративных сооружений. - Минск, 1984. - 96 с.

УДК 627.41

Е.М.Левкевич, Н.В.Сурма
(БГА)

КРЕПЛЕНИЕ ЗЕМЛЯНЫХ ОТКОСОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ СЕТКОЙ С УСИЛЕННОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ

В гидротехническом строительстве для защиты откосов земляных дамб, берегов рек и водохранилищ применяется сетчатое покрытие, представляющее собой сетку, изготовленную из мягкой оцинкованной проволоки диаметром 2-3 мм с ячейками размером 2-50 см. Сетка прикрепляется к откосу кольями, шпильками или пригружается железобетонными блоками [1,2]. Сеткой с мелкими ячейками защищают откосы, сложенные гравелистыми и крупнозернистыми песчаными грунтами; если откосы сложены мелкими песками, то под сетку укладывается слой крупнозернистого материала (гравий, галька) или хворост.

Указанное покрытие имеет ряд существенных недостатков, ограничивающих его применение: повышенный расход строительных материалов из-за наличия в нем гравия, а при пригрузке сетки блоками - и железобетона; значительные трудозатраты на его устройство; недостаточная надежность, так как в силу неоднородности гравийной отсыпки по составу и толщине возможны участки с ослабленной устойчивостью против размыва, вследствие чего под действием течений или волн могут произойти деформации, которые приведут к полному разрушению крепления; не во всех случаях обеспечивается прорастание покрытия кустарниковой и травяной растительностью.

Для повышения надежности защиты откоса от размыва, уменьшения

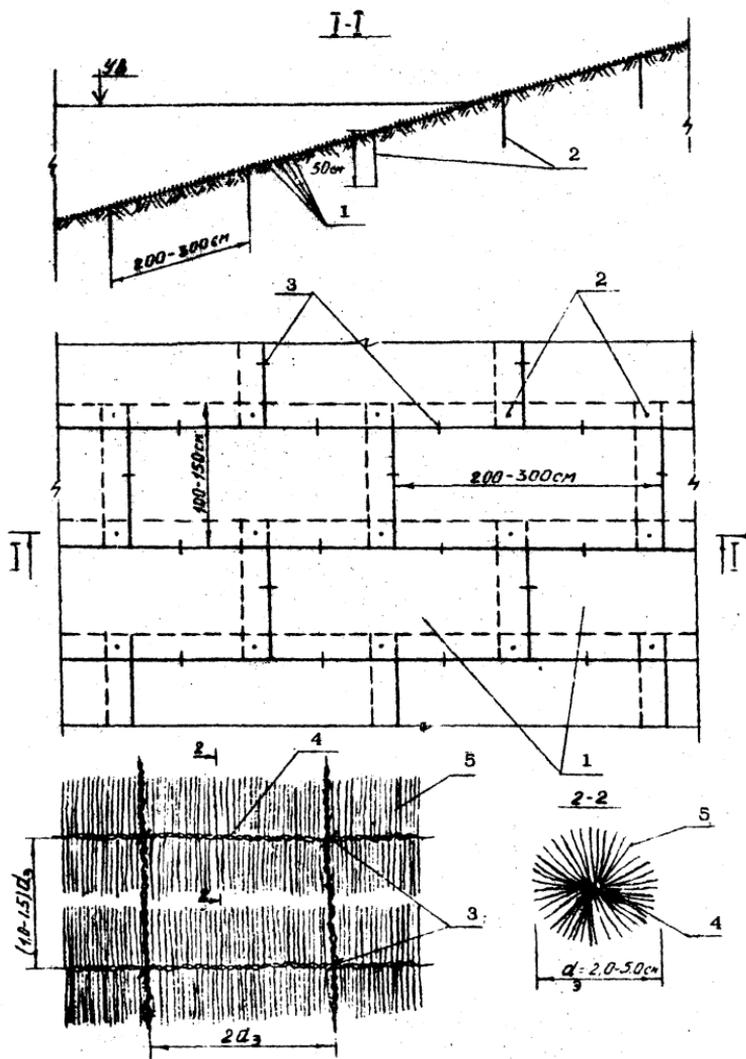


Рис.1. Покрытие откоса сеткой с усиленной шероховатостью.
 1 - полотнище из сетки; 2 - стальные шпильки или колья; 3 - скобы; 4 - проволоки 2x2 мм; 5 - упругие нити

материалоемкости покрытия авторами было предложено сетчатое покрытие с усиленной шероховатостью [3], разработана его конструкция и составлены рекомендации по технологии устройства.

Покрытие сеткой с усиленной шероховатостью предназначено для защиты откосов каналов, верховых откосов земляных плотин и дамб, берегов рек и водохранилищ от разрушающих воздействий течений и волн. Оно применено при скоростях течения до 1,5 м/с и высоте волны до 0,25 м для защиты надводной и подводной частей откосов и берегов, сложенных минеральными несвязными грунтами. Наиболее рационально применять сетчатое покрытие в районах, где отсутствуют в достаточном количестве местные строительные материалы (гравий, камень), а также в местах, удаленных от промышленных баз.

Покрытие (рис.1) состоит из отдельных полос или полотнищ специальной крупноячеистой сетки (1), уложенных с перекрытием швов на предварительно спланированный откос или берег, прикрепленных к нему при помощи стальных шпилек (2) или бетонных блоков. Полотнища между собой соединяются скобами (3). Сетка изготавливается из двух свитых мягких оцинкованных проволок (4), в которые вплетены пучки упругих нитей (5) из синтетических материалов. Для исследования креплений сеткой с усиленной шероховатостью было проведено две серии опытов в гидравлическом проточном и волновом лотках.

Первая серия опытов проводилась в гидравлическом лотке с горизонтальным дном. На дно укладывалась кассета размером 40x15,8x4 см, в боковых стенках которой через 1 см по длине были просверлены отверстия. Перед кассетой и за ней отсыпался вровень с ее верхней кромкой гравий $d = 10$ мм. Кассета заполнялась отсортированным средним или крупным песком, диаметр частиц которых составлял 0,5-1,0; 1,0-2,0; 2,0-3,0 мм. В отверстия в боковых стенках кассеты устанавливались цилиндрические щеткообразные элементы из бытовых пршей, диаметр которых составлял 2-4 см. Щеткообразные элементы устанавливались последовательно в каждом опыте на расстоянии друг от друга 2, 4, 6, 8 и 10 см. Первоначально исследовалось неукрепленное дно при соответствующем диаметре частиц грунта, а затем укрепленное щеткообразными элементами.

При заданной глубине потока, которая на протяжении всех опытов была постоянной и составляла 11,9 см, производилось наращивание расходов, а тем самым и скоростей. Средние скорости потока в опытах (подсчитанные по расходу и живому сечению) изменялись от 26,3 до 33 см/с. Наращивание скоростей производилось до тех пор, когда

частицы теряли устойчивость. Нарушением устойчивости частиц грунта считалось состояние: при неукрепленном дне – начало вычлечения отдельных частиц грунта; в ячейках крепления – когда глубина размыва была менее 0,4 диаметра элемента.

Опыты показали, что если поток протекает над кассетой, в которой цилиндрические элементы были уложены на значительном расстоянии друг от друга, происходит интенсивный размыв, при этом засыпка между соседними элементами принимает ложбинообразную форму с максимальной глубиной между ними. С уменьшением расстояния между элементами размыв уменьшается и прекращается при достижении некоторого минимального расстояния.

Вторая серия опытов проводилась для исследования сетчатого покрытия в условиях волновых воздействий для проверки влияния его на условия движения волнового потока на откосе сооружения.

Исследования проводились в волновом лотке $12 \times 0,6 \times 0,32$ м, в котором устанавливалась модель откоса из среднезернистого песка высотой 0,5 м, шириной по гребню 0,3 м с заложением 1:3. На откосе было уложено защитное покрытие из сетки с усиленной шероховатостью (диаметр щеткообразных элементов был тот же, что и в первой серии опытов). Перед началом каждого опыта покрытие засыпалось полностью мелким песком.

Опыты состояли в том, что при заданном волновом режиме модель опытного откоса подвергалась действию волн до тех пор, пока не происходила полная стабилизация поверхности откоса. В каждом опыте измерялись высота и длина волны, высота наката волны, глубина, на которую произошел вымыв грунта из ячеек покрытия. После окончания опыта ячейки покрытия опять засыпались песком до верха и опыт проводился при новом волновом режиме. Опыты проводились при следующих условиях: глубина воды в лотке – 35 см; длина волны – 102 см.

Полученные в результате опытов данные показывают, что при разрушении волны на откосе в начале опыта происходит частичный размыв поверхности откоса, который затем быстро стабилизируется, так как обнажившиеся в начале размыва нити создают усиленную шероховатость, в результате чего уменьшаются скорость потока, наката, ската и его высота. Опыты также показали, что при высоте волны $h_B = 2,7-7,0$ см, действующей на откос, и относительном диаметре тела щеткообразного элемента $d_3/h_B = 1,0-0,36$ глубина размыва грунта в ячейках покрытия не превышала половины диаметра элемента.

Высота наката волны на откос с предложенным защитным покрытием.

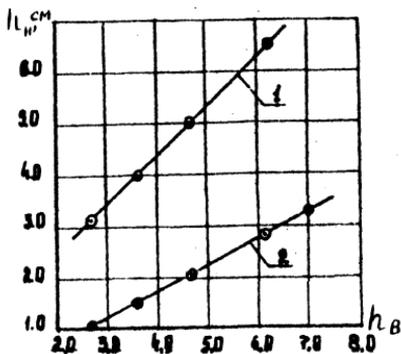


Рис.2. Графики зависимости высоты наката волны h_n от высоты волны h_b .
1 - гладкий откос; 2 - откос, покрытый щеткообразными элементами

h_b характеризующая воздействие покрытия на волновой поток, во всех случаях была меньше, чем на откосе, покрытом гладкими плитами (рис.2).

По результатам опытов были построены графики (рис.3), позволяющие определять минимальные расстояния между элементами (или размеры ячеек) в зависимости от их диаметра и скорости потока.

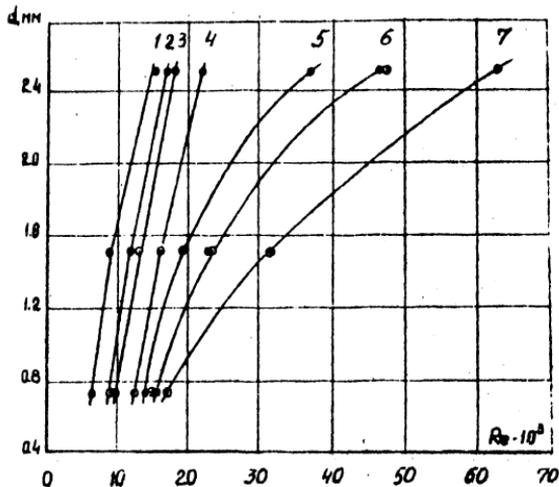


Рис.3. Графики зависимости предельной устойчивости частиц от числа Рейнольдса при различных относительных размерах ячеек сетчатого покрытия. 1 - неукрепленное дно; 2-7 - α_2/l - соответственно 0,20; 0,25; 0,33; 0,40; 0,50 и 0,67.

Устройство покрытия производится следующим образом [4]. Сосуществляется подготовка основания под защитное покрытие - планировка откоса и (при необходимости) его уплотнение. Планировка откосов заложением 1:3 и положе ведется бульдозерами, при заложении 1:2,5 и круче - экскаваторами-планировщиками, к которым подвешиваются стрелы решетчатой конструкции длиной до 15 м, оборудованные передвижными каретками, ковшами или скребками. При малой высоте откоса планировщики устанавливаются на дне и бровке, при большой - на верхней и нижней бремках. Более про-

Изводительной является работа при срезке грунта снизу вверх. При необходимости спланированный откос уплотняется прицепными гладкими катками, перемещаемыми сверху вниз и наоборот тракторной лебедкой. В дополнение к перечисленным операциям на поверхность откоса в надводной части можно производить отсыпку растительного грунта и посев трав. Подбор травосмесей и посев производится по общепринятой методике.

После подготовки поверхности откоса укладывается сетка по схеме облицовки откосов каналов синтетическими материалами. Предварительно подготавливают и раскладывают рулоны сетки на берме вдоль откоса на расстоянии от бровки, обеспечивающем движение транспортных и строительных машин. Количество рулонов определяется площадью поверхности откоса, подлежащей укреплению, и способом укладки. Рулон сетчатого полотна закрепляется на барабане специального навесного устройства на кране, с помощью которого поднимается и ориентируется для раскатки. Полотнища укладываются на откос внахлест с перекрытием на 15-20 см, соединяются стальными скобами и прикрепляются шпильками через 1,0-1,5 м.

Литература

1. Алтунин С.Т., Бузунов И.А. Защитные сооружения на реках. - М., 1953. - 232 с.
 2. Гидротехнические сооружения./ Под ред. Розанова Н.П. - М., 1978. - 647 с.
 3. А.С. № III3454 (СССР). Защитное покрытие земляных откосов гидротехнических сооружений/ Левкевич Е.М., Сурма Н.В. - Б.И. № 34, 1984.
 4. Левкевич Е.М., Сурма Н.В. Защитное покрытие откосов каналов, Информ. листок. - Минск: БелНИИНТИ, № 87-52. - 1987. - 4 с.
-