

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕШЕТЧАТЫХ ПЛИТ КРЕПЛЕНИЯ ДНА РУСЛА

В соответствии со степенью гашения избыточной энергии крепление дна русла может иметь различную прочность и конструктивные особенности. В нижнем бьефе водосбросных низконапорных сооружений обычно выделяют три таких участка крепления: водобой, рисберму и концевое устройство [ 1 ].

Конструкция рисбермы должна быть гибкой, приспособляющейся к возможным деформациям русла без нарушения ее прочности и проницаемости для выходящего в нижний бьеф фильтрационного потока. Устраивается она из сборных железобетонных плит и блоков различной конфигурации. Однако в этом случае требуется значительный расход бетона, что соответственно увеличивает стоимость сооружения в целом. Следует иметь в виду, что стоимость крепления в нижнем бьефе в ряде случаев составляет 30—50 % от стоимости всего сооружения.

С целью уменьшения материалоемкости расхода бетона крепление, т. е. рисберма в нижнем бьефе регулирующих сооружений на мелиоративной сети, выполняется из решетчатых плит ПРП 10-20, пустоты в которых заполняются гравием [ 2 ]. При устройстве такого крепления необходимо тщательно подбирать крупность гравия, идущего на заполнение пустот в соответствии с допустимыми скоростями на размыв. Однако в литературных источниках отсутствуют данные области применения креплений из решетчатых плит и методика подбора крупности гравия.

Цель наших исследований заключалась в том, чтобы изучить влияние угла наклона поперечных ребер решетчатых плит на крупность материала заполнителя ячеек и дать рекомендации по проектированию таких креплений.

Лабораторные исследования проводились в прямоугольном проточном лотке размерами 2,0 × 0,16 × 0,40 м. Модель представляла собой систему поперечных пластин, наклоненных к горизонту под некоторым определенным углом и шагом. Поперечные пластины соединялись между собой посредством продольных ребер (высота 2, длина 36 см). Расстояние между поперечными пластинами — 2—10 см, угол наклона 30—90°. Ячейки, образованные поперечными и продольными пластинами, заполнялись песком определенных фракций (диаметр зерен от 0,1—0,25 до 1—2 мм). Исследования проводились в условиях плоской задачи при масштабе моделирования 1:10 в следующем порядке: поперечные пластины устанавливались на минимальном расстоянии друг от друга под определенным углом наклона; ячейки, образованные поперечными и продольными пластинами, заполнялись песком с минималь-

ным средним диаметром зерен. При помощи затворного устройства, расположенного в конце лотка, устанавливалась определенная глубина воды над исследуемой моделью, и в дальнейшем при наращивании скоростей она оставалась постоянной во всех опытах. Глубина воды над моделью была равна 10 см. Отношение глубины потока  $h$  к диаметру заполнителя  $D_{50}$  составляло ( $h/D_{50} = 50-670$ ). Скорость потока увеличивалась до тех пор, пока не замечалась подвижка и вынос частиц грунта из ячеек. После этого изменялось расстояние между поперечными ребрами, и при другом среднем диаметре зерен песка проводился второй опыт и т. д.

Величина размывающей скорости потока, при которой происходил вынос зерен грунта заполнителя ячеек плит, изменялась от 0,20 до 0,71 м/с. Графики зависимости размывающей скорости потока в зависимости от размера ячеек и угла наклона поперечных ребер приведены на рис. 1 и 2. С увеличением размеров ячеек решетчатых плит и уменьшением угла наклона поперечных ребер устойчивость зерен заполнителя уменьшается в 1,1-1,3 раза.

В результате обработки опытных данных были получены и аналитические зависимости относительной толщины ( $t/D_{50}$ ) решетчатых плитных креплений в зависимости от чисел Фруда  $Fr$  и угла наклона  $\alpha$  поперечных ребер плиты

$$\frac{t}{D_{50}} = \frac{1}{\sqrt{3} Fr^{3,3} \operatorname{ctg} \alpha} \quad (1)$$

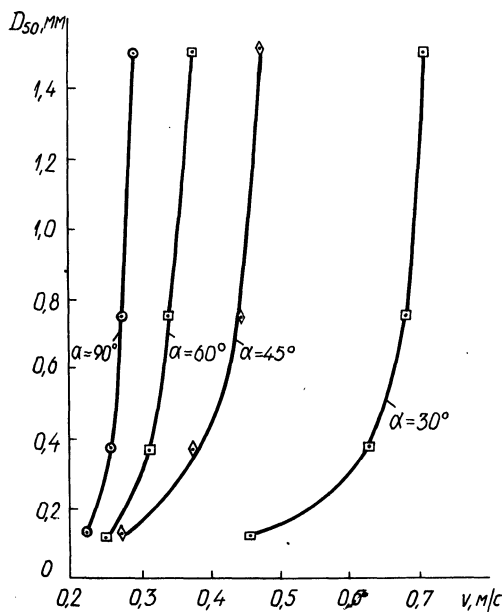
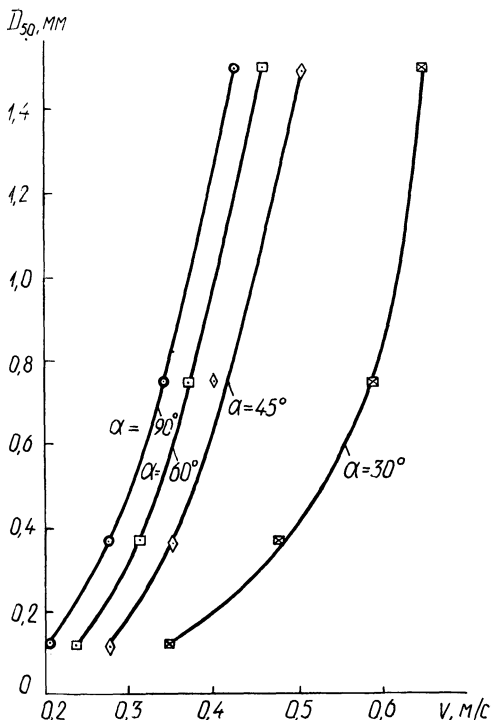


Рис. 1. Графики зависимости средней скорости потока от диаметра зерен заполнителя и угла наклона поперечных ребер (при расстоянии между ребрами  $l = 2,0$  см)

Рис. 2. Графики зависимости скорости потока от диаметра зерен заполнителя и угла наклона поперечных ребер (при расстоянии между ребрами  $l = 4,0$  см)



Из зависимостей (1) видно, что в одних и тех же условиях, т. е. при постоянной скорости потока и его глубине, над решетчатыми плитами отношение  $t/D_{50}$  при угле наклона поперечных ребер  $\alpha = 30^\circ$  будет меньше по сравнению с другими.

Нами получены также графические зависимости относительного размера ячейки  $l/D_{50}$  ( $l$  — расстояние между поперечными ребрами,  $D_{50}$  — средний диаметр частиц грунта заполнителя ячеек) от чисел Фруда ( $Fr = v^2/gH$ , где  $v$  — средняя скорость потока,  $g$  — ускорение свободного падения,  $H$  — глубина потока). Из графиков зависимости  $l/D_{50} = f(Fr)$  для определенного угла наклона поперечных ребер (рис. 3) видно, что наибольший эффект получится,

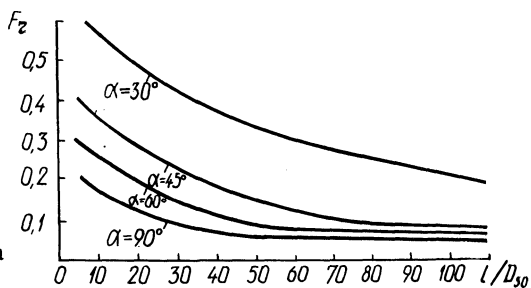


Рис. 3. Графики зависимости относительного размера ячеек плит от числа Фруда

когда поперечные пластины наклонены под углом  $30^\circ$  к горизонту. Однако в этом случае будет значительный расход материала, идущего на изготовление плит крепления. При угле наклона поперечных пластин, равном  $45^\circ$ , защитный эффект плит крепления примерно такой же, как и при угле наклона  $60^\circ$ . Исходя из этого, при проектировании крепления из решетчатых плит можно рекомендовать поперечные их ребра устраивать с наклоном  $45^\circ$  к горизонту. Крупность зерен грунта заполнения ячеек плит и их размеры можно определять, используя рис. 3.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чугаев Р.Р. Гидротехнические сооружения. Водосливные плотины. — М., 1985. — 302 с. 2. Мелиорация и водное хозяйство. Строительство: Справ. — М., 1984. — 344 с.

УДК 626.823.8

А.А. СМЕРНОВ

### СПОСОБ РАЗРАБОТКИ ПОДВОДНЫХ ТРАНШЕЙ

При прокладке дюкеров, заглубленных под русла рек, бо́льшая часть их стоимости (примерно 60—70 %) приходится на разработку траншей. В зависимости от характеристик грунтов при отрывке траншей применяют различные способы и разрабатывающие механизмы вплоть до рыхления грунтов взрывами.

В 1984 и 1986 гг. Минским отделением Союзводоканалпроект разработана рабочая документация на строительство дюкеров через р. Неман в составе проекта промливневой канализации для Гродненского ПО "Азот" (IV очередь). Запроектировано четыре нитки дюкеров: две из стальных труб диаметрами по 900 мм и две — по 150 мм.

Русло р. Неман сложено очень плотной моренной супесью с включением гравия, галечника, валунов. На поверхности — местами сплошные валунно-галечниковые отложения. Ширина русла по урезу воды 150 м.

При разработке проекта в 1984 г. были приняты и согласованы со строителями следующие методы производства работ:

каждая плеть дюкера укладывается в отдельную траншею шириной по дну 2,4 и 1,7 м (по ширине скреперного ковша);

грунт в траншеях разрабатывается канатно-скреперной установкой с рыхлением взрывами, доработка до проектного профиля — водолазами при помощи гидромониторов;

валуны разрабатываются водолазами, поднимаются механизмами на понтоны и отвозятся на берег.