

## МЕТОДИКА И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА И НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВЛЕКОМЫХ НАНОСОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В условиях морей и крупных водохранилищ измерения расходов и направления движения данных наносов осуществляются с помощью пробоотборников и ловушек различных конструкций, а также путем окраски влекомого материала красителями-люминофорами и изотопами [ 1]. Существенными недостатками, ограничивающими область их применения в условиях малых водоемов являются: большая трудоемкость работ; невысокая точность получаемых результатов; несоблюдение условий охраны окружающей природной среды.

С целью повышения точности и достоверности получаемых результатов и упрощения измерений в ЦНИИКИВР разработаны комплект наносоуловителей и методика определения расхода и направления перемещений влекомых в береговой зоне водоемов наносов, что позволит контролировать заносимость гидротехнических сооружений как на самом водохранилище, так и на прилегающих к водоему мелиоративных системах и сооружениях (шлюзах-регуляторах, трубах-регуляторах, водозаборах, водоприемниках и т.д.). Предлагаемая методика может использоваться как изыскателями при проектировании водных объектов, так и организациями, занимающимися эксплуатацией мелиоративных систем и водоемов на них.

Способ определения объема и направления перемещения влекомых наносов состоит в том, что в береговой зоне водоемов устанавливается по нормали к урезу в количестве пяти единиц комплект наносоуловителей в четырех зонах волнения: первый наносоуловитель — в зоне наката волны, второй — на урезе, третий — в зоне разрушения, четвертый — в зоне трансформации и пятый — в глубоководной зоне, т. е. на внешнем краю береговой отмели. Установка наносоуловителей выполняется на расстоянии:

$$L_1 = 0,5B_n; L_2 = 0; L_3 = 0,05B_n, L_4 = 0,66B_n \text{ и } L_5 = 1,0B_n,$$

где  $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5$  — соответствующие расстояния от центра оси наносоуловителей до уреза воды, м;  $B_n$  и  $B_n$  — соответственно ширина надводной и подводной частей береговой отмели, м.

Точки установки наносоуловителей привязаны к известным зонам волнения [ 2]. За точку отсчета при измерении расхода наносов в створе принят урез, где установлен наносоуловитель № 2.

На рис. 1 показана схема установки наносоуловителей в береговой зоне водохранилища. Все наносоуловители выполнены из металла — оцинкованного железа и состоят из следующих деталей (рис. 2): внешнего цилиндра 5, снабженного корпусом 8 и бортиком 1, который расположен непосредственно в точке проведения измерений; внутреннего цилиндра 7 с перегородками 6, делящими объем наносоуловителя на четыре сектора, бортика 4, заглушки 2 и поплавка-индикатора 3.

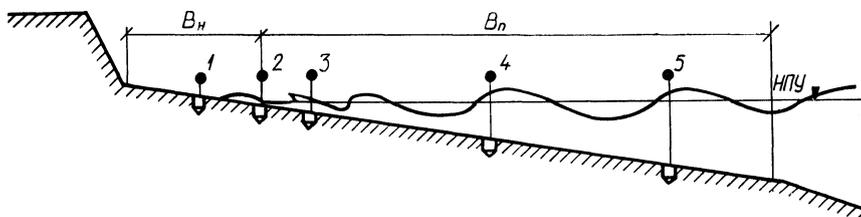


Рис. 1. Схема установки наносоуловителей на береговой отмели

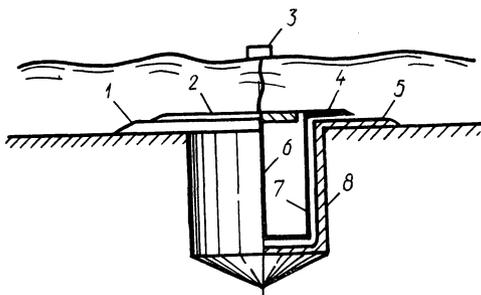


Рис. 2. Схема наносоуловителя

Измерение расхода и направления движения наносов осуществляется следующим образом. Предварительно перед установкой наносоуловителей в береговой зоне водоема выполняется нивелирование профиля контрольного створа и определение ширины надводной  $B_n$  и подводной  $B_p$  частей береговой отмели. Затем весь комплект наносоуловителей (пять единиц) устанавливают строго в пяти указанных точках береговой зоны, обязательно по нормали к урезу воды (рис. 3, а).

В качестве контрольного периода, т. е. времени производства непосредственных измерений  $T_k$  по определению расхода и направления движения влекомых наносов, принято время заполнения наносоуловителя № 2, установленного в зоне разрушения волны [2]. В зависимости от высоты волны 1 % обеспеченности длительность времени измерения расхода наносов может изменяться в пределах 30—80 с.

При выполнении измерений в предварительно погруженные в грунт внешние цилиндры 5 опускают внутренние цилиндры 7 и

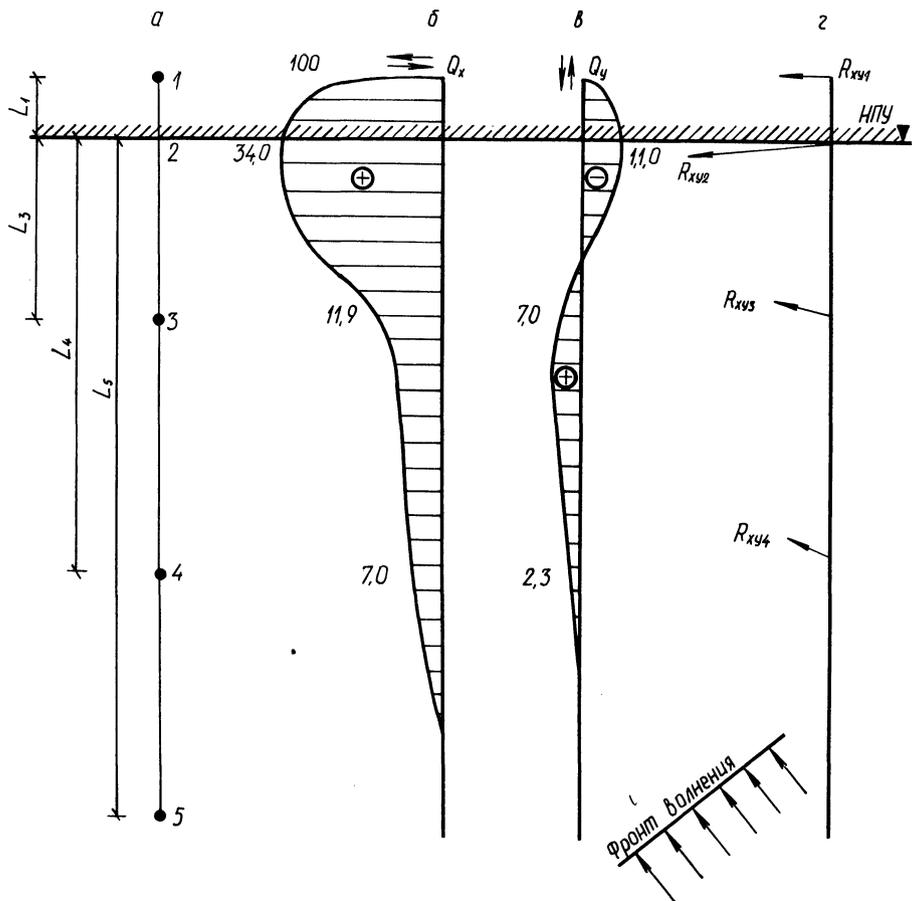


Рис. 3. Эпюры расходов наносов в береговой зоне малых водохранилищ (Заславское водохранилище):

а — точки установки наносоуловителей на отмели; б — эпюра расхода вдольберегового потока наносов; в — эпюра расхода поперечного потока наносов; г — эпюра суммарного расхода наносов

открывают заглушки 2. Затем через контрольный промежуток времени цилиндры 7 извлекают, а из каждой секции берут соответственно пробы наносов ( $Q_I, Q_{II}, Q_{III}, Q_{IV}$ ). Перед измерением расхода наносов регистрируют параметры ветрового и волнового режимов. В качестве приборов для измерения скорости и направления ветра на высоте 2 м от поверхности используются анемометр М-3 и измеритель скорости ветра Ю-1008 М. Высоту волны 1 % обеспеченности определяют с помощью легкой волномерной вежи [3]. Затем устанавливают контрольное время заполнения наносоуловителя. Полученные в результате измерений и замеров пробы наносов

Табл. 1. Гранулометрический состав влекомых наносов (Заславское водохранилище, участок 1, створ 9)

| Фракция, мм | Наносоуловитель, секторный объем наносов, см <sup>3</sup> |               |                 |              |                           |               |                 |            |                          |            |             |                |
|-------------|---|---------------|-----------------|--------------|---------------------------|---------------|-----------------|------------|--------------------------|------------|-------------|----------------|
|             | 1   |               |                 |              | 2                         |               |                 |            | 3                        |            |             |                |
|             | I   | II            | III             | IV           | I                         | II            | III             | IV         | I                        | II         | III         | IV             |
| 0,1         | 0,35  | 0,50          | 0,60            | 0,70         | 2,30                      | 0,70          | 0,75            | —          | 0,40                     | —          | —           | 0,60           |
| 0,25        | 1,30  | 1,55          | 3,30            | 3,10         | 25,0                      | 52,20         | 2,95            | —          | 0,20                     | —          | —           | 2,45           |
| 0,50        | 1,10  | 2,10          | 2,20            | 1,60         | 16,80                     | 2,50          | 9,40            | —          | 0,05                     | —          | —           | 2,20           |
| 1,0         | 7,30  | 6,60          | 4,65            | 2,40         | 26,20                     | 9,60          | 4,40            | —          | 0,05                     | —          | —           | 11,70          |
| 2,0         | 13,10   | 8,50          | 5,55            | 1,40         | 1,65                      | 13,60         | 6,15            | —          | —                        | —          | —           | 33,90          |
| 3,0         | 8,60  | 3,80          | 4,40            | 0,40         | 1,0                       | 5,80          | 3,10            | —          | —                        | —          | —           | 20,30          |
| 5,0         | 1,20  | 1,15          | 0,55            | —            | 0,55                      | 1,30          | 0,90            | —          | —                        | —          | —           | 3,10           |
| 7,0         | —   | —             | —               | —            | —                         | —             | 0,50            | —          | —                        | —          | —           | 1,60           |
|             | $Q_I=32,95$   | $Q_{II}=24,2$ | $Q_{III}=21,25$ | $Q_{IV}=9,6$ | $Q_I=73,5$                | $Q_{II}=85,7$ | $Q_{III}=28,15$ | $Q_{IV}=0$ | $Q_I=0,70$               | $Q_{II}=0$ | $Q_{III}=0$ | $Q_{IV}=75,85$ |
|             | $\Sigma Q_{xy1} = 88,0$                                   |               |                 |              | $\Sigma Q_{xy2} = 187,35$ |               |                 |            | $\Sigma Q_{xy3} = 76,55$ |            |             |                |

упаковывают в бьюксы и доставляют в лабораторию для дальнейшей обработки.

После высушивания и взвешивания проб наносов определяют: объем наносов в каждом секторе  $Q_i$  и гранулометрический состав наносов (табл. 1);

геометрическим способом путем сложения векторов (элементарных секторных расходов наносов) суммарный объем  $\Sigma Q_{xy}$ , а также вдольбереговую  $Q_x$  (рис. 3, б) и поперечную  $Q_y$  (рис. 3, в) составляющие расхода наносов по каждому наносоуловителю; по величинам  $Q_x$  и  $Q_y$  для каждой точки измерения строят эпюры расхода наносов (см. рис. 3, б, в) и определяют результирующее значение эпюры  $P_{xy}$  и суммарное направление движения наносов (рис. 3, г).

Апробация способа была выполнена на ряде водохранилищ Белорусской ССР — Дубровское, Петровичи, Цнянское и другие и рекомендуется для ширского использования в гидрологических и гидромелиоративных изысканиях. Полевые изыскания показали, что основными преимуществами описанной методики измерения и приборов являются: простота конструкции и оперативность производства работ; малое число людей (не более двух человек); высокая достоверность и точность результатов измерений; возможность отображения результатов измерений графически.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях. — М., 1975. — 240 с.
2. Пышкин Б.А. Динамика берегов водохранилищ. — Киев, 1973. — 414 с.
3. Левкевич В.Е. Приборы для изучения кинематической структуры волнового потока в береговой зоне малых водоемов. — НТИ / Минводхоз БССР. — 1986. — № 1. — С. 19—22.

УДК 627.831/835+627.131:532.51

П.М. БОГОСЛАВЧИК

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕЗЕРВНОГО ВОДОСБРОСА С РАЗМЫВАЕМОЙ ГРУНТОВОЙ ВСТАВКОЙ

При проектировании резервного водосброса с размываемой вставкой [1] выполняется гидравлический расчет, который состоит из определения размеров водопропускного отверстия и расчета размыва грунтовой вставки при переливе. При определении размеров водопропускного отверстия особых трудностей не возникает. Расчет здесь выполняется известными способами на пропуск расчетного расхода, который равен разности между расходом воды в реке и пропускной способностью основного водосброса.