

**Н.Н. Магеррамов**

**Исследования конструктивных особенностей  
и гидравлических режимов работы водозаборного  
сооружения**

**АзНИИГиМ, Азербайджан**

Исследуемый водозабор расположен на предгорном участке р. Самур для обеспечения водой Самур-Абшеронского (САК), Ханархского и Самур-Дербендского каналов. По результатам многолетних опытов эксплуатации речных водозаборов установлено, что плановый и устойчивый водозабор из реки обеспечивается при решении задачи по борьбе с донными наносами. На реках Закавказья, а также в других регионах, построен ряд водозаборных узлов, на которых при водозаборе из реки борьба с наносами проводится, в основном, в три ступени. На начальной ступени эта борьба проводится в русле реки, где обеспечивается недопущение крупных фракций наносов к фронту водозабора. Очередная ступень борьбы с наносами выполняется непосредственно в водозаборе, где наносы улавливаются и удаляются в нижний бьеф гидроузла. Борьба с взвешенными наносами проводится на последней ступени путем строительства отстойников различных типов.

Необходимо отметить, что САК длиной 183 км, а также другие вышеуказанные каналы питаются в основном водой р. Самур, мутность которой достигает  $70...100 \text{ кг/м}^3$ . САК построен для обеспечения водой городов Баку и Сумгаит, а также для полива земель Абшеронского массива площадью 20 тыс. га. В конце САК сооружено Джейранбатанское водохранилище полезной вместимостью 150 млн  $\text{м}^3$  и полной максимальной вместимостью 186 млн  $\text{м}^3$  [1].

Для улучшения забора воды в САК в 1950 г выполнена реконструкция гидроузла и в русле реки построена бетонная водосливная плотина высотой порядка 5,0 м, щитовые промывные отверстия из трех пролетов и водозаборное сооружение индийского типа.

Водозаборное сооружение с карманом, которое широко применяется в ирригационной практике, построено на правобережном береговом участке реки. При этом забор воды осуществляется из поверхностного и донного слоя речного потока. Поэтому на входе водозаборного сооружения предусмотрены два крайних и два центральных поверхностных щитовых отверстия, а также два центральных донных щитовых отверстия. Ширина каждого пролета крайних поверхностных щитовых отверстий составляет 2,0 м. Поверхностные и центральные щитовые отверстия имеют одинаковую ширину каждый по 4,0 м. Кроме того, пороги поверхностных крайних и центральных щитовых отверстий установлены на одном уровне с отметкой  $\nabla 287,0 \text{ м}$ , отметка порогов центральных донных щитовых отверстий принята  $\nabla 284,0 \text{ м}$ . Кроме того, для

обеспечения забора воды в зимний период предусмотрено щитовое отверстие с отметкой входного порога  $\nabla 284,5$  м и шириной пролета 4,5 м [2].

При очередной реконструкции САК проводились натурные и лабораторные исследования по изучению гидравлического режима работы Самурского гидроузла с целью улучшения его эксплуатации и проверки возможности повышения пропускной способности водозаборного сооружения до  $10 \text{ м}^3/\text{с}$  без изменения его существующей конструкции.

В натурных исследованиях в основном изучались руслообразовательные процессы в верхнем бьефе гидроузла и характер его заиления наносами. По данным этих исследований, в составе русловых отложений верхнего бьефа гидроузла фракции наносов менее 20 мм составляют 7,2-12,5 %, а фракции крупностью 80-120 мм составляют 26,9 %. На расстоянии 1200 м от гидроузла в составе русловых отложений крупные фракции уменьшаются до 9,7 % и мелкие фракции составляют 29,1 %. Кроме того, выполнена русловая модель верхнего бьефа гидроузла при величинах горизонтального масштаба  $\lambda_r=500$  и вертикального масштаба  $\lambda_v=100$ . Как натурные, так и лабораторные исследования показывают, что на изучаемом участке русло реки подвергается интенсивной деформации в плане и по высоте. По результатам проведенных исследований получены графики заиления верхнего бьефа Самурского гидроузла (рис. 1). Глубина заиления русла в 1956-81 гг. на расстоянии 0,8 км составляла 4,1 м, на расстоянии 1,0 км - 3,5 м, на расстоянии 2,0 км - 1,8 м и на расстоянии 3 км - 0,8 м.

На основании балансного уравнения движения речных наносов получена зависимость для определения характера изменения динамики мутности воды вдоль верхнего бьефа гидроузла в виде:

$$\rho_x = \frac{2Q_0\rho_0(\rho_0 - \rho_n)}{(b_0 + b_1)W_0x\rho_0 + 2Q_0(\rho_0 - \rho_n)}, \quad (1)$$

где  $\rho_0$ -мутность речной воды в начале подпертого бьефа;

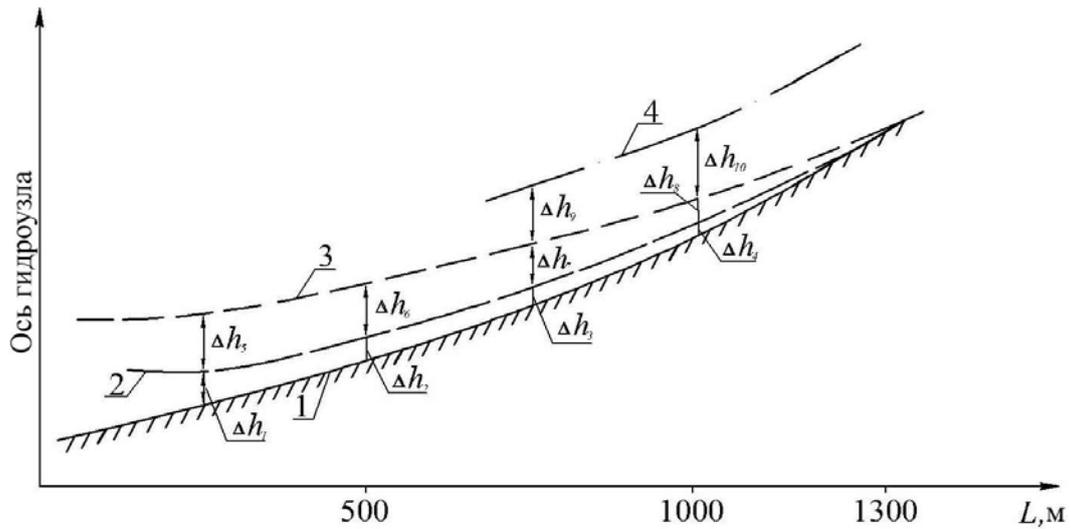
$\rho_n$ -транспортирующая способность речного потока;

$Q_0$ -расход воды реки;

$x$ -расстояние между расчетными створами;

$W_0$ -средняя гидравлическая крупность состава наносов реки;

$b_0, b_1$ -ширина русла в рассматриваемых створах.



**Рис. 1. Формирование русла р. Самур в верхнем бьефе гидроузла**

1-IV.1956 г.; 2-X.1956 г.; 3-XII-I.1959-1960 гг.;

4-1981 г.г.;  $\Delta h_1=1$  м,  $\Delta h_2=0,7$  м,  $\Delta h_3=0,5$  м,  $\Delta h_4=0,3$  м,  $\Delta h_5=1,5$  м,

$\Delta h_6=1,4$  м,  $\Delta h_7=1,0$  м,  $\Delta h_8=0,5$  м,  $\Delta h_9=1,2$  м,  $\Delta h_{10}=1,7$  м.

В (1) транспортирующая способность потока определяется по формуле И.И. Леви [3]:

$$\rho_n = 0.00312 \frac{v^4}{(R_0 W_0 I)^{4/3}} \quad (2)$$

где  $v$ -скорость течения воды;  $R_0$ -гидравлический радиус русла реки;

$I$ - гидравлический уклон реки.

С использованием (1) и (2) для 25-летнего периода эксплуатации Самурского гидроузла глубина заиления его верхнего бьефа составляет порядка 2,5 м, а по данным 1956-1981 гг. средняя глубина заиления указанного объекта равна 2,625 м. Следовательно, при этом расхождение между рассчитанными и фактическими глубинами заиления равна 4,76 %.

Моделирование водозаборного сооружения изучаемого гидроузла выполнено при масштабе моделирования  $\lambda=40$  (рис. 2). В экспериментальных исследованиях гидравлический режим работы водозаборного сооружения изучался при изменении расхода воды от 3,91 л/с до 11,65 л/с, что соответствует натурному расходу воды водозабора 39,46-117,88 м<sup>3</sup>/с. Кроме того, изучалась пропускная способность исследуемого водозаборного сооружения при изменении уровня горизонта воды в верхнем бьефе гидроузла от  $\nabla 288,3$  м до  $\nabla 288,55$  м. Результаты проведенных исследований показывают, что при указанном изменении уровня воды верхнего бьефа гидроузла и при открытии щитов крайних и центральных поверхностных шлюзов на 1,2 м, а также щитов

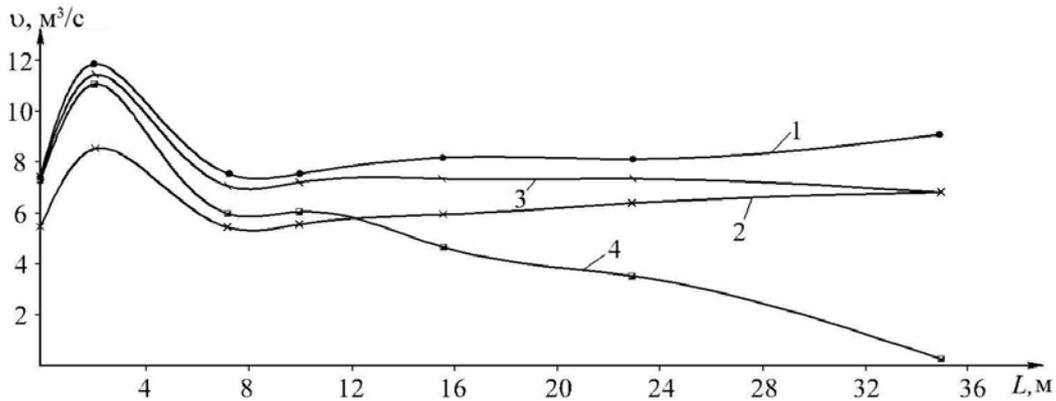
центральных донных шлюзов на 1,84 м расход водозаборного сооружения составлял 107,26-117,88 м<sup>3</sup>/с.



**Рис. 2. Модельная установка водозаборного сооружения**

В разных гидравлических режимах работы донного промывного лотка кармана водозаборного сооружения определялся характер изменения скорости воды по его длине (рис. 3). Скорость потока вдоль промывного лотка изменялась от 5,43 до 8,62 м/с при расходе воды 20 м<sup>3</sup>/с и колебалась от 7,42 до 11,8 м/с при расходе воды 27,88 м<sup>3</sup>/с. В указанных расходах промывной воды скорость потока из-под щита донных шлюзов была 5,48-7,42 м/с, т.е. меньше, чем скорость воды в сжатых сечениях, образующихся за щитами - 8,62-11,8 м/с.

С использованием фракционного состава русловых отложений определены расчетные параметры наносов  $d_{\text{мин}}=2,6$  мм,  $d_{\text{мак}}=480$  мм, а средний диаметр по разным методам  $d_{\text{ср}}=54...66,02$  мм.



**Рис. 3. Графики изменения скорости промывной воды вдоль донной трубы кармана:**

1-при одинаковых расходах подаваемых из реки в донный лоток

и его промывной воды  $Q_{р.л.}=Q_{п.л.}=27.32 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

2-то же  $Q_{р.л.}=Q_{п.л.}=20 \text{ м}^3/\text{с}$ ; 3- $Q_{р.л.}=27.32 \text{ м}^3/\text{с} \neq Q_{п.л.}=20 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

4-  $Q_{р.л.}=27.32 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $Q_{п.л.}=0$ .

Для р. Самур донные наносы составляют 30 % от общего расхода наносов. При мутности воды р. Самур  $\rho_0=80 \text{ кг}/\text{м}^3$  мутность, образованная донными наносами равна  $24 \text{ кг}/\text{м}^3$ . В этом случае при расходе промывной воды лотка  $27,32 \text{ м}^3/\text{с}$  и скорости потока в нем  $9,1 \text{ м}/\text{с}$  транспортирующая способность потока определяется по формуле В.М. Шкундина [4]:

$$\rho_{mp} = 0,107 \left( \frac{0,2}{h_{np}} \right)^2 \left( \frac{v_{np}}{0,35} - 1 \right)^3 \quad (3)$$

где

$h_{np}$ -глубина промывной воды,

$h_{кр}=1,5 \text{ м}$ ;

$v$ -скорость промывной воды  $v_{np}=9,1 \text{ м}/\text{с}$ .

По этим данным из (3) находим  $\rho_T=297 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Для этой цели зависимость И.И. Леви используется в виде [3]:

$$q_m = 0,002 \cdot \left( \frac{v}{\sqrt{gd}} \right)^3 \cdot d(v - v_n) \cdot \left( \frac{d}{h} \right)^{0,25}, \quad (4)$$

где

$v$ -средняя скорость потока,

$v=9,10$  м/с;

$v_{п}$ -скорость промывного потока,

$v_{п}=3,13$  м/с,

$h$ -глубина промывной воды,  $h=2,0$  м.

Таким образом, по (4) находим  $q_{т}=330$  кг/м<sup>3</sup>. С другой стороны расход донных наносов в донных промывных лотках  $C_{д}=\rho_{д}\cdot Q_{д}=24\cdot 54,63=1311,12$  кг/с, и отсюда для удельного расхода наносов находим  $C_{д}/b=163,89$  кг/с. Из приведенного расчета следует, что указанной пример выполнен для самого тяжелого наносного режима реки и промывного устройства водозабора. По среднегодовым данным расход донных наносов реки составляет 22,3 кг/с и, при этом, работа водозабора значительно облегчается.

По результатам выполненных исследований видно, что водозабор Самурского гидроузла при уровне воды в верхнем бьефе  $\nabla 288,3\dots\nabla 288,55$  м обеспечивает забор воды из реки расходом 107,26-117,88 м<sup>3</sup>/с. По условиям эксплуатации гидроузла при уровне воды в верхнем бьефе  $\nabla 288,55$  м забор воды является более надежным по сравнению с другим уровнем режимом. При разных расходных и наносных режимах реки и водозабора транспортирующая способность потока вдоль промывных лотков больше, чем расход воды донных наносов поступающих в водозабор.

### Литература

1. Магеррамов Н.Н. Экспериментальные исследования карманного водозабора Самурского гидроузла // Сборник тезисов докладов III Всесоюзной конференции – Баку, 2009. - С. 263-264.
2. Магеррамов Н.Н. Составление тарифовочных графиков щитовых отверстий головных сооружений Самурского гидроузла // Экология и водное хозяйство. – Баку, 2009. - № 5. - С. 90-95.
3. Леви И.И. Динамика русловых потоков. - М.: Госэнергоиздат, 1957. - 252 с.
4. Вольков И.М., Кононенко П.Ф., Федичкин К.И. Проектирование гидротехнических сооружений. - М.: Колос, 1977. - 384 с.