

4. Лапшенков В.С. Прогнозирование русловых деформаций в бьефах речных гидроузлов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1979. - с.
5. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. - М.: Физматгиз, 1960. - 716 с.
6. Исмагилов Х.А. Исследование водовыпусков из селехранилищ. - Сб. "Проблемы противоселевых мероприятий".

М.М.Кучкаров, А.А.Шереметовский
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСХОДА ВЛЕКОМЫХ НАНОСОВ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ р. АМУДАРЬИ

В настоящее время в среднем течении Амударьи широко распространен бесплотинный водозабор.

В условиях Амударьи, несущей большое количество взвешенных и донных (влекомых) наносов, для поддержания пропускной способности водозаборных каналов бесплотинный водозабор требует ежегодного выполнения на головных участках каналов больших объемов очистных работ.

Объемы очистных работ определяются оперативно, исходя из объемов отложений, устанавливаемых ежемесячно на основе специальных промеров заиленных участков водозаборных каналов. Поэтому при планировании очистных работ их объемы определяются ориентировочно по опыту прошлых лет, а расстановка применяемых для очистки земснарядов по длине водозаборных каналов не планируется.

Определенную ясность в вопросах планирования объемов очистки и правильной расстановки земснарядов могли бы внести специальные расчеты ожидаемого поступления наносов и их осаждения по длине водозаборных каналов, выполняемые балансовым методом.

Однако серьезным препятствием для составления таких расчетов являются трудности учета завлечения в водозаборные каналы влекомых речных наносов.

В настоящее время сток влекомых наносов Амударьи в основном определяют исходя из некоторого процента от стока взвешенных. При этом рекомендуется широкий диапазон значений этого процента: А.Г. Хачатрян [1] - 10% (по измерениям в голове Ташсаинского канала); Г.И.Шамов [2] - 5%, Р.Р.Абдураупов [3] - 10...15% и даже до 25%. В.Е.Тузov [4] - от 18,4 до 54% (в руслах Вахша и Амударьи).

Отсюда и результаты расчета стока влекомых наносов Амударьи весьма различны.

Непосредственное измерение расхода донных наносов в натуральных условиях весьма затруднено из-за отсутствия надежных для условий Амударьи приборов и методики.

Исходя из сказанного, нами для конкретных условий участка Амударьи в районе бесплотинного водозабора Амубухарского канала был определен расход донных наносов методом натуральных измерений скорости перемещения и размеров донных песчаных гряд.

Скорость движения донных гряд определялась путем сравнения продольных профилей дна по продольным створам, полученных с помощью эхолотов "Кубань" и "ИРИЭЛ" через определенные промежутки времени.

Первые две серии эхолотирования дна были произведены по 10-ти продольным створам, с засечками через 15 поперечных створов при интервале времени между проходами эхолота 24 ч. Расход реки при этом составлял $1320 \text{ м}^3/\text{с}$.

Обработка эхограмм показала, что интервал в 24 ч слишком велик, а скорость движения гряд и их размеры сильно искажены за счет деформации гряд. Поэтому в дальнейшем эхолотирование дна производилось всего по трем продольным створам, но с интервалом времени от двух до шести часов.

Одновременно с эхолотированием замерялись глубины и скорости течения воды вертушкой, а взятие проб взвешенных наносов на вертикалях производилось пятиточечным способом в начале и в конце эхолотируемого продольного створа.

За период с 28/УП по 29/УШ-1982 г. было произведено 106 измерений дна.

На основе обработки полученных эхограмм определялись высота и длина гряд, а также глубина воды над их гребнем и подошвой.

Сравнивая положение гребней гряд на каждых двух эхограммах, снятых на одном и том же продольном створе, находили их смещение за интервал времени между эхолотированиями, исходя из которых вычисляли скорость движения гряд.

Некоторые значения скорости, полученные таким образом, приведены в табл. I. Здесь же даны значения скоростей движения гряд, вычисленные по формуле Смищенко-Копалиани [5]:

$$C_r = 0,019 U F_r^{2.9}, \quad (I)$$

где U - средняя по глубине скорость над гребнем гряды;

Изменение скорости движения гряд на участке
исследований

Дата измерения	Расход воды: : (Q), м ³ /с	Скорость движения гряд		Процент отклонения от измеренной : $\Delta\% = \frac{C_{грас} - C_{гизм}}{C_{гизм}} \cdot 100\%$
		: измеренная : (C _г), см/с	: определенная по : ф-ле Смищенко- : Копалиани	
29.07.82	I965	0,0350	0,0987	I82
		0,0263	0,0497	89
		0,0624	0,0956	53
2.08.82	I4I0	0,0206	0,0438	II2
3.08.82	I342	0,0484	0,0495	2
		0,0323	0,04I4	28
		0,0420	0,04I4	-2
5.08.82	I667	0,0359	0,0406	I3
6.08.82	I875	0,0279	0,0I70	39
IO.08.82	I875	0,0260	0,0429	65
II.08.82	I995	0,0298	0,0370	24
I2.08.82	2055	0,0286	0,0364	27
I3.08.82	I995	0,05 IO	0,0633	24
I9.08.82	I875	0,0760	0,08 IO	7
		0,0730	0,0853	I7
		0,0840	0,0930	II
		0,0700	0,0600	-I4
23.08.82	I4IO	0,0240	0,0380	58
		0,0300	0,0330	IO
25.08.82	I287	0,04 IO	0,0455	II
		0,0300	0,0290	-3
		0,0340	0,0298	-I2
		0,0260	0,03 IO	I9
		0,04 IO	0,0359	-I2

Продолжение табл. I

Дата измерения	Расход воды: :(Q), м ³ /с	Скорость движения гряд		Процент отклонения от измеренной : $\Delta\% = \frac{C_{грас} - C_{гизм}}{C_{гизм}} \cdot 100\%$
		: измеренная :(C _г), см/с	: определенная : по ф-ле Сн- : щенко-Копална- : ни	
26.08.82	1259	0,0296	0,0332	12
		0,0222	0,0217	-2
		0,0370	0,0332	-10
27.08.82	1183	0,0252	0,0298	18
		0,0323	0,0402	24
		0,0293	0,0282	-4
29.08.82	937	0,0237	0,0368	55
		0,0197	0,0213	8
		0,0237	0,0213	-10
		0,0151	0,0200	32
		0,0154	0,0179	16
30.08.82	897	0,0205	0,0225	10
		0,0281	0,0216	-23
		0,0256	0,0204	-20
31.08.82	814	0,0185	0,0180	-3
		0,0185	0,0184	-1
Среднее значение		0,0344	0,0407	18

F_r - число Фруда; определяется исходя из скорости U и глубины воды над гребнем гряды.

Как следует из табл. I, значения скорости движения гряд, вычисленные по формуле (I), в основном превышают натурные (в отдельных случаях до 1,5...2,8 раза). В среднем это превышение составляет 18%, что позволяет рекомендовать формулу (I) для ориентировочных расчетов в условиях среднего течения Амударьи.

Для определения элементарного расхода донных наносов при грядовом движении Б.Ф.Снищенко, умножая скорость движения гряды C_r (формула (I)) на высоту гряды h_r и коэффициент полноты профиля гряд, принимаемый $\phi = 0,6$, рекомендует формулу

$$q_r = 0,011 U h_r F_r^{2,9} \quad (2)$$

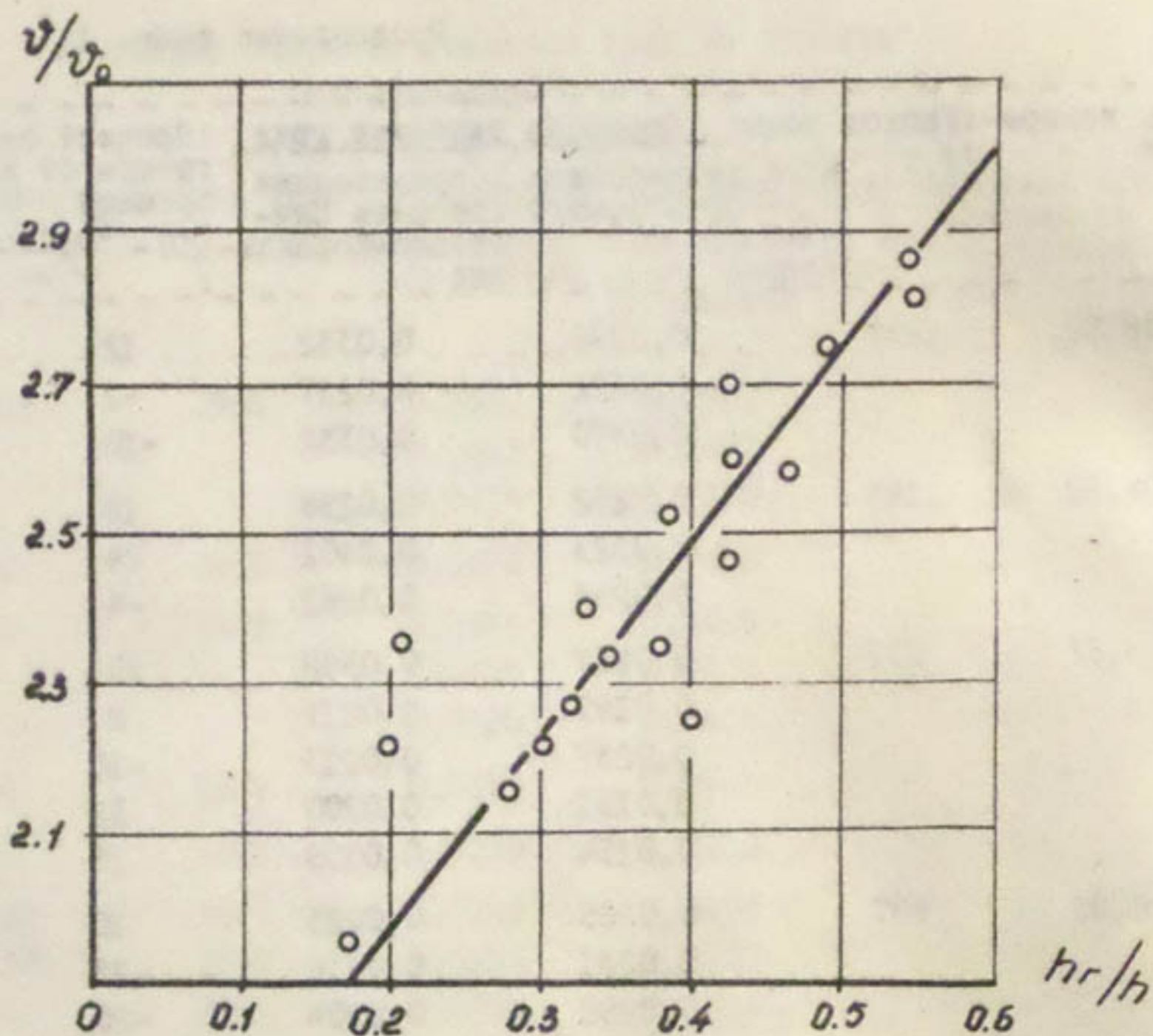


График зависимости относительной скорости от относительной высоты гряд $\frac{v}{v_0} = f\left(\frac{h_r}{h}\right)$.

Формула (2) для практических расчетов требует данных о высоте гряд, средней скорости по глубине и о глубине воды над гребнем гряды, определение которых в натуральных условиях очень трудоемко. На основе данных натуральных измерений САНИИРИ нами выведена формула для определения высоты гряды

$$h_r = 0,385h \left(\frac{v}{v_0} - 1,45 \right), \quad (3)$$

где h — глубина воды;
 v — средняя скорость течения над гребнем;
 v_0 — неразмывающая скорость.

Формула (3) основана на натуральных данных и графической зависимости относительной скорости течения $\frac{v}{v_0}$ от относительной высоты гряд $\frac{h_r}{h}$, $\frac{v}{v_0} = f\left(\frac{h_r}{h}\right)$ (рисунок). Зависимость описывается уравнением

$$\frac{v}{v_0} = 1,45 + 2,6 \frac{h_r}{h}. \quad (4)$$

Отметим, что формулы (3) и (4) применимы лишь при условии $\frac{U}{U_0} > 1,45$.

Принимая для определения U_0 формулу Б.И.Студеничкина и учитывая, что средний диаметр донных наносов на участке проводившихся исследований составляет $d = 0,22$ мм, формулу (3) для этого участка можно привести к выражению

$$h_r = 0,385h(U - 0,11h^{0,25}) \quad (5)$$

Для определения расхода донных наносов предлагается следующая формула:

$$\omega = q_{dt} \cdot K \cdot B \quad (6)$$

где q_{dt} — элементарный расход донных наносов;

K — коэффициент части B , занимаемой зоной грядового движения;

B — ширина по урезу воды; $B = \frac{Q}{H \cdot U}$.

$$\omega = q_{dt} \cdot K \cdot \frac{Q}{H \cdot U} = 0,011K \frac{U \cdot h_r \cdot F_z^{2,9}}{H \cdot U} \cdot Q = 0,011KQ \cdot F_z^{2,9} \cdot \frac{h_r}{H}, \quad (7)$$

$$\text{при } h_r = 0,385H(U - 0,11H^{0,25})$$

$$\omega = 0,011KQF_z^{2,9} \cdot 0,385(U - 0,11H^{0,25}) = 0,00423KQ \cdot F_z^{2,9}(\sqrt{F_z g H} - 0,11H^{0,25}). \quad (8)$$

Коэффициент "К" из формулы (8) определяется путем измерений и зависит от гидрографа реки, изменяется в широких пределах — 0,5...0,9.

Результаты вычислений расхода влекомых наносов по формулам (5) и (8) на участке исследований, для входа в водозабор АБМК и ниже водозабора приведены в табл. 2 и 3.

Из табл. 3 видно, что значения вычисленных расходов влекомых наносов при грядовом движении для участка исследований изменялись от 2,1 до 37% от расхода взвешенных.

Расход влекомых наносов при грядовом движении для створа входа в водозабор АБМК при подъеме паводка (апрель-май) составил от 3,5 до 75%, для паводка (июнь-июль) — от 2,0 до 32,5%, а для спада паводка (август-сентябрь) — от 3,7 до 23,0% от соответствующих взвешенных наносов.

Для створа ниже АБМК расход донных наносов изменялся от 2,5 до 21,4% от расхода взвешенных наносов.

Таким образом, широкий диапазон изменения процента расхода влекомых наносов от взвешенных при их грядовом движении указывает на необходимость осторожного подхода к полученным результатам натурных измерений, что требует прежде всего уточнения методики проведения измерений и получаемых на их основе выводов.

Расходы влекомых и взвешенных наносов при движении гряд на
участке исследований

Дата измерения:	Расход : воды : (Q), : м ³ /с	Высота : гряд : (h _r), : см	Скорость : гряд : (C _r), : см/с	Расход наносов, г/с		Процент : влеко- : мых : наносов : от взве- : шенных
				: взвешенных : (Q _{взв.})	: влекомых : (Q _{влек.})	
29.07.82	1965	120	0,0350	3700	432	11,7
		200	0,0263	3400	606	17,8
		180	0,0624	3400	1260	37,0
2.08.82	1410	160	0,0206	9000	330	3,6
3.08.82	1342	90	0,0484	7480	469	6,5
		140	0,0323	7480	507	6,8
6.08.82	1875	102	0,0188	8600	215	2,5
		62	0,0282	8600	196	3,7
9.08.82	1710	60	0,0179	4720	175	2,6
		65	0,0237	4720	153	3,7
10.08.82	1875	60	0,0260	4720	175	3,7
11.08.82	1995	60	0,0298	5000	134	3,9
12.08.82	2055	70	0,0298	5900	225	3,8
13.08.82	1995	110	0,0510	10400	629	6,0
19.08.82	1875	180	0,0730	28000	1474	5,7
		230	0,0840	28000	2167	8,3
23.08.82	1410	135	0,0240	13700	364	2,7
		160	0,0300	13700	539	3,9
25.08.82	1287	135	0,0410	13100	621	4,7
		140	0,0300	13100	471	3,9
26.08.82	1259	60	0,0370	12000	249	2,1
		110	0,0370	12000	457	3,8
27.08.82	1183	110	0,0252	11300	320	2,8
		145	0,0323	11300	525	4,7
Среднее значение	1445	120	0,036			6,5

Т а б л и ц а 3

Расходы влекомых и взвешенных наносов на входе в АБМК
и ниже водозабора

Дата измерения	Расход : воды в : реке и : кана- : ле (Q), : м ³ /с	Расход : взвешен- : ных на- : носов (Q _н), : кг/с	Расход вле- : комых на- : носов (Q _н), : кг/с	Процент : влекомых : наносов : от взве- : шенных	Вид гид- : рографа	Номер во- : дозабора
19.04.82	110	200	7	3,5	подъем	3
23.04.82	73	248	47	19,0	павод-	3
8.05.82	204	728	545	75,0	ка	3
14.05.82	190	882	101	11,0		3
Среднее по водозабору №3				27,1		
28.05.82	207	594	13	2,2	паводок	2
4.06.82	248	1285	113	9,0		2
18.06.82	284	634	27	4,0		2
11.07.82	274	480	11	2,0		2
Среднее по водозабору № 2				4,3		
17.07.82	422	692	225	32,5	спад	1
31.07.82	602	1981	77	3,9	паводка	1
7.08.82	556	1607	92	5,7		1
14.08.82	526	1805	66	3,7		1
21.08.82	476	1490	113	7,6		1
28.08.82	498	1066	245	23,0		1
23.10.82	206	124	27	21,8		1
30.10.82	190	133	9	6,8		1
Среднее по водозабору № 1				13,1		1
Амударья, ств. 18 (ниже водозабора № 3 АБМК)						
7.04.82	695	1750	44	2,5	подъем	
15.05.82	1660	6620	1420	21,4	паводка	
29.05.82	1010	3000	127	4,2		
19.06.82	1900	5280	399	7,6	паводок	
10.07.82	915	1420	49	3,5		
25.07.82	881	1910	42	2,2	спад	
6.08.82	2030	2900	175	6,0	паводка	
14.08.82	1960	4270	162	3,8		
Среднее по реке				6,4		

проведения измерений и получаемых на их основе выводов.

Список использованной литературы

1. Хачатрян А.Г. Отстойники на оросительных системах. - М.: Сельхозгиз, 1957, с. 103.
2. Шамов Г.И. "Речные наносы" Л. Гидрометеиздат, 1959, с. 378.
3. Абдураулов Р.Р. Расчет заиления нижнего бьефа низконапорных гидроузлов наносами. - Сб. "Вопросы гидротехники", вып. 27, Ташкент, Наука АН УзССР, 1965, - с. 39-51.
4. Тузов В.Е. "К вопросу определения расхода донных наносов по объему русловой деформации". Сб. научн. тр. / Средаз. НИИ ирригации. - Ташкент: вып. II4, 1968, - с. 93-114.
5. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снитченко Б.Ф. Основы гидрометеорологической теории руслового процесса. - Л.: Гидрометеиздат, 1982, с. 272.

Х.А. Ирмухамедов,

канд. техн. наук

М.Р. Бакиев, О. Кадиров

(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

О ГИДРАВЛИКЕ ПОТОКА, СТЕСНЕННОГО СКВОЗНОЙ ШПОРОЙ С ПЕРЕМЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЗАСТРОЙКИ

Для регулирования русла Амударьи в районе Каршинского канала проектируются регулировочные сооружения в виде глухих и сквозных дамб. Рассмотрим гидравлику потока у сквозной дамбы с переменным коэффициентом застройки.

Идея строительства сквозных шпор с переменным коэффициентом застройки высказана давно [1], однако в литературе до сих пор нет обоснованных методов расчета подобных сооружений.

Экспериментальные исследования показали эффективность гашения энергии потока этих сооружений по сравнению с обычными сквозными шпорами. Кроме того, уменьшается опасность обхода их с корня благодаря наличию водяной подушки.

Коэффициент застройки, определяемый зависимостью $P = \frac{d}{d+S}$, где d , S - соответственно диаметр и шаг элемента, изменяется от головы к основанию шпоры при $d = const$.

Экспериментальные данные эпюр скоростей говорят о возможности использования некоторых положений теории турбулентных струй при