МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ВЫПУСК 151

(Гидротехнические сооружения на гидромелиоративных системах)

Ташкент—1976

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт ирригации им. В. Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Выпуск 151

(Гидротехнические сооружения на гидромелиоративных системах)

Ташкент—1976

УДК 626.01

В сборнике приводятся результаты натурных и модельных исследований конструкций водозаборных сооружений и узлов, их гидравлический расчет, данные изучений режима водохранилищ в их эксплуатации; предлагается методика исследований русловых процессов в реках Средней Азии; определяется фильтрационная устойчивость слабосвязных грунтов при строительстве элементов плотин; освещаются вопросы борьбы с заилением; предлагается технология изготовления гидротехнического бетона с добавлением при креплении дамб гидроузлов.

Сборник предназначен для проектировщиков, работников водохозяйственных организаций, преподавателей и студентов институтов гидротехнического профиля.

Редакционная коллегия:

Духовный В.А. (отв.ред.САНИИРИ), Абдужаббаров А.А., Белоцерковский К.И., Валентини Г.Г., Дерлятка Т.И., Жулаев А.Ж. (зам.ред.КазНИИВХ), Кеберле С.И., Лактаев Н.Т., Машков В.Н., Мухамедов А.М. (зам.ред.), Пулатов У.Ю., Якубов Х.И.(зам.ред.).

(С) Среднеазиатский научно-исследовательский институт ирригации им. В.Д.Журина
САНИИРИ 1976

Предисловие

XXУ съезд КПСС войдет в летопись нашей страны как выдающееся всемирно-историческое событие. В докладе тов. Л.И.Брежнева с исчерпывающей полнотой обобщена многогранная деятельность партии и советского государства при реализации директив XXIУ съезда. Советский народ достиг в девятой пятилетке новых крупных успехов и создал мощную базу для дальнейших великих свершений.

Как отметил тов. Л.И.Брежнев, - главная задача десятой пятилетки состоит в последовательном осуществлении курса Коммунистической партии на подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе динамичного и пропорционального развития общественного производства и повышения его эффективности, ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда, всемерного улучшения качества работы во всех звеньях народного хозяйства.

В десятой пятилетке особое внимание уделяется дальнейшему развитию народного хозяйства Средней Азии и Южного Казахстана. Особенность этого развития связана с ограниченностью водных ресурсов бассейна Аральского моря.

Республики Средней Азии и Южный Казахстан являются одним из важнейших экономических регионов страны. Это самые крупные районы орошаемого земледелия, где сосредоточено более 40% поливных земель страны, и выращивается 95% хлопка, 30% риса, более 30% фруктов и винограда, 25% овощей и бахчевых культур.

На развитие производительных сил здесь решающее влияние оказывает водный фактор. За последние годы резко возросло потребление воды для сельского хозяйства: изъятие стока рек на орошение достигло 70% от имеющихся водных ресурсов.

В связи со сказанным, большое значение имеет водохозяйственное строительство, которое за последние 15 лет получило огромное развитие. Построен ряд крупных уникальных оросительных, мелиоративных систем, гидроузлов, русловых водохранилищ комплексного и специального назначения и других водохозяй-

ственных объектов. В результате орошаемые площади в Средней Азии и Южном Казахстане удалось довести до 6,3 млн.га.

Однако в дальнейшем развитии орошения и использования водных ресурсов рек настал критический момент, когда возникло несоответствие между природным объемом и режимом стока рек и потребностями народного хозяйства в воде. В связи с этим проблема рационального экономического использования водных ресурсов и разумного перераспределения их по территории стала самой актуальной проблемой.

По этому поводу в своем докладе тов. А.Н.Косыгин на XXV съезде КПСС говорил, что „...будут предусматриваться меры по комплексному и рациональному использованию и охране водных и лесных ресурсов. Во всех отраслях промышленности будет осуществляться переход на использование оборотных вод. Например, в химической промышленности, несмотря на значительный рост объемов производства, сократился сброс промышленных сточных вод в водоемы, а также вредные выбросы в атмосферу, а расход свежей воды на производственные нужды в 1980 г. останется на уровне 1975 г.

Рациональное использование такого ценнейшего природного ресурса, каким является вода, - крупная экономическая проблема. Наша страна богата водными ресурсами, но распределены они по территории крайне неравномерно. Потребности в воде растут очень быстро, а осуществление проектов по межрайонной переброске вод требует не только значительных капиталовложений, но и длительного времени. Поэтому, мероприятиям по экономичному расходованию воды следует уделять большое внимание.

Крупные резервы экономии водных ресурсов имеются в сельском хозяйстве, где особенно много воды идет на нужды ирригации. Эти резервы необходимо использовать. В то же время в десятой пятилетке мы должны будем приступить к проведению научных исследований по такой крупной проблеме, как переброска части стока северных и сибирских рек в бассейн Волги, в Казахстан и Среднюю Азию."

Рационализация использования водных ресурсов бассейна Арала - основная задача водохозяйственных органов, научно-

исследовательских и проектных институтов Средней Азии и Южного Казахстана.

Меры по рациональному использованию водных ресурсов должны быть всесторонними – комплексными и развернуты по следующим направлениям:

1. Завершение регулирования стока рек; управление речными бассейнами; осуществление межбассейновых перебросов путем кольцевания речных и крупных оросительных систем; использование подземных вод(включая магазинирование в маловодные годы); ликвидация непроизводительных сбросов речного стока из бассейна в местные озера; борьба с потерями воды из водохранилищ на испарение и фильтрацию;

2. Борьба с непроизводительными потерями воды в оросительных системах; антифильтрационные мероприятия, автоматизация мелиоративных систем;

3. Эксплуатация мелиоративных систем на промышленной основе, в том числе очистка и ремонт каналов путем повышения водомерности и улучшения учета воды и т.д.;

4. Совершенствование технологии и техники полива;

5. Внедрение оптимальных мелиоративных режимов и промывов засоленных земель на фоне дренажа.

Решением перечисленных выше проблем,наряду с другими НИИ Союза, занимается и САНИИРИ им. В.Д.Журина.

Внедрение результатов исследований в производство будет способствовать успешному развитию водохозяйственного строительства в Средней Азии.

В данном сборнике освещены основные итоги НИР сотрудников ряда отделов и лабораторий гидротехнического направления САНИИРИ, большинство из которых уже внедряются в практике проектирования, строительства и эксплуатации водохозяйственными органами.

А.МУХАМЕДОВ

доктор техн.наук,профессор

А.М.МУХАМЕДОВ
доктор техн.наук, профессор

Х.А.ИРМУХАМЕДОВ
канд.техн.наук, зав.сектором

О.А.КАКМОВ
канд.техн.наук, ст.научный
сотрудник

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ Р.АМУДАРЬИ ОТ РАЗМЫВА

Как известно, дейгиш причиняет значительный ущерб народному хозяйству. В наиболее интенсивной форме это явление наблюдается в нижнем течении реки в пределах территории Хорезмской области и КК АССР, где в среднем ежегодно смывается около 1500 га культурных земель.

В настоящее время борьба с дейгишем в низовьях Амударьи осуществляется областными Управлениями оросительных систем. Несмотря на значительные затраты (например, по Хорезмской области за последние 15 лет израсходовано около 30 млн. руб.) положительный эффект не достигается. Объясняется это, с одной стороны, тем, что берегозащитные сооружения – в основном каменно-хворостяные шпоры – быстро разрушаются из-за подмыва основания, с другой – тем, что противодейгишные мероприятия обычно проводятся на отдельных локальных участках после того, как возник дейгиш. В этих условиях предотвратить размыв берегов с помощью подручных средств практически невозможно.

Исследования САНИИРИ, выполненные в последние годы, свидетельствуют о том, что самым эффективным методом борьбы с дейгишем являются мероприятия, направленные на устранение возможности возникновения свальных течений – основной причины возникновения дейгиша. Такого положения, как показали результаты проведенных исследований, можно достигнуть

при условии заблаговременного регулирования реки следующими способами:

I) превращением блуждающего участка реки в нормально меандрирующее русло с помощью системы сквозных или глухих шпор;

2) оперативным регулированием русла с помощью землечерпалки мощными земснарядами;

3) регулированием русла путем спрямления излучин.

Превращение блуждающего участка реки в нормально меандрирующее русло с помощью специальных гидротехнических устройств (шпор) - один из наиболее эффективных способов предупреждения возникновения дейгиша и обеспечения удовлетворительных условий водозабора в районах головных участков ирригационных каналов. Системы шпор используются не только в качестве берегозащитных, но и русловыправительных сооружений, так как каждая шпора отклоняет часть расхода воды, уменьшая среднюю скорость потока. В результате в прибрежной полосе, застроенной шпорами, участок постепенно заиляется осаждающимися наносами.

Габариты сквозных и глухих шпор необходимо назначать с учетом максимально возможной глубины местного размыва, величину которой можно определять по формулам, полученным в отделе русл САНИИРИ на основании данных специально проведенных исследований [I, 2]:

для сквозных шпор -

$$H_{max} = K_F \left[\frac{K_Q \cdot V_h}{3{,}7 K_\rho d_{90\%}^{0{,}25}} \right]^{0{,}8}; \qquad (I)$$

для глухих шпор -

$$H_{max} = 10{,}4 K \frac{h F_r^{0{,}5}}{(1 + 1{,}35 F_r)^{0{,}75}}. \qquad (2)$$

В формуле (I) коэффициенты выражают следующее:

$K_F = (1+\xi)^{0{,}25}$ - размывающую способность потока;

$K_q = 1 + \sqrt{\xi}$ – повышение удельного расхода у оголовка шпоры;

$K_\rho = \sqrt{1 + 3\rho^{2/3}}$ – уменьшение глубины размыва за счет влияния наносов (ρ – весовая концентрация наносов, кг/м^3);

$d_{90\%}$ размеры частиц, соответствующие 90%-ному гранулометрическому составу донных отложений;

$\xi = \beta\sqrt{\left(\frac{\rho}{1-\rho}\right)^4 K_c \sin\theta}$ – коэффициент сопротивления шпоры,

где β – коэффициент, зависящий от формы свай, образующих шпору (для круглых β = 1,79; для прямоугольных β = = 2,42);

$\rho = \frac{D}{D+S}$ – коэффициент сквозности (D – диаметр или толщина свай, S – просвет между сваями);

$K_c = \frac{\ell \cdot \sin\alpha}{B}$ – коэффициент стеснения потока (ℓ – длина шпоры, B – ширина реки, α – угол установки шпоры относительно направления движения потока).

В формуле (2) опытный коэффициент определяется по зависимости

$$K = \frac{(\sin\alpha)^{0.25}(\cos\theta)^{0.5}}{n\,\xi_{85\%}^{0,166}(1 + 0,09\rho)}, \qquad (3)$$

где α – угол атаки потока;

θ – угол отклонения напорной грани шпоры от вертикальной плоскости;

n – степень стеснения русла ($n = \frac{B-\ell}{B}$, B – ширина реки, ℓ – длина шпоры);

$\xi = \frac{d_{85\%}}{d_{50\%}}$ – степень неоднородности грунта, слагающего русло;

ρ весовая концентрация донных наносов, кг/м^3.

Не менее перспективным способом борьбы с дейгишем является оперативное регулирование Амударьи с помощью землечерпания мощными земснарядами. При этом способе работы должны

осуществляться в направлении сосредоточения всего расхода воды в одном главном русле. В этих случаях за счет увеличения расхода воды повышается транспортирующая способность потока. Следовательно, уменьшается аккумуляция наносов и тем самым ограничивается возможность блуждания реки и возникновение свальных течений.

Для определения размеров устойчивого русла рекомендуется использовать морфометрические зависимости, полученные в отделе русл САНИИРИ на основании обработки натурных данных /3/:

$$B = 3{,}0\left(1+3\rho^{2/3}\right)^{0.5}\left(\frac{Q}{\sqrt{gi}}\right)^{0{,}4}, \qquad (4)$$

$$h = \frac{0{,}15}{\left(1+3\rho^{2/3}\right)^{0{,}75}}\left(\frac{Q}{\sqrt{gi}}\right)^{0.4}, \qquad (5)$$

$$V = 2{,}25\left(1+3\rho^{2/3}\right)^{0.25} Q^{0.2}\left(gi\right)^{0{,}4}, \qquad (6)$$

$$1+3\rho^{2/3} = 3{,}7\left(\frac{Q}{\nu d}\right)^{0{,}25}\left(\frac{i}{a}\right)^{0{,}75}, \qquad (7)$$

где $B, h, и\ V$ - соответственно ширина, глубина и скорость потока;

Q, i, d - расход воды, уклон водной поверхности и средний диаметр грунта, слагающего ложе реки;

ν - кинематический коэффициент вязкости воды;

$a = \frac{\gamma_н - \gamma_в}{\gamma_в}$ - относительный вес наносов.

Возможность применения третьего способа - регулирования жидкого стока путем спрямления излучин - доказана самой природой - наличием естественных спрямлений и, кроме того, уже имеющейся успешной практикой его осуществления.

Работы по спрямлению русла Амударьи могут проводиться как с предварительным перекрытием излучины, так и без осуществления этого мероприятия. Первый вариант наиболее

трудоемкий. Его рекомендуется осуществлять лишь в том случае, когда трасса пионерного прокопа проходит по местности, образованной легкоразмываемыми грунтами, и когда соотношение уклонов в спрямлении и в реке мало ($K_i = \frac{i_{спр}}{i_{реки}} \leq 1{,}3$).

Следует отметить, что осуществление этого способа на практике в условиях Амударьи связано с выполнением значительного объема работ. В то же время отсутствует гарантия продолжительности получаемого эффекта: спрямление в результате саморазмыва через короткий промежуток времени (I,5–2,5 г.) превращается в бытовое русло со всеми характерными признаками блуждающей реки. Поэтому применение этого способа может быть о-правдано лишь в наиболее опасных ситуациях, когда другие способы не могут дать быстрого эффекта. Для определения минимально возможного первоначального расхода воды и размеров пионерного прокопа при спрямлении излучин рекомендуется использовать формулы, полученные на основании натурных исследований, проведенных отделом русл САНИИРИ:

$$Q_c = 1{,}2\, Q_{реки} \left(\frac{i_{реки}}{i_{спрям}}\right)^3, \qquad (8)$$

$$B_{спр} = 1{,}5\left(1 + 3\rho^{2/3}\right)^{0{,}5} \left(\frac{Q}{\sqrt{g}\, i_{спр}}\right)^{0{,}4} \qquad (9)$$

$$h_{спр} = \frac{0{,}15}{\left(1 + 3\rho^{2/3}\right)^{0{,}75}} \left(\frac{B_{спр}}{\sqrt{g}\, i_{спр}}\right)^{0{,}4} \qquad (10)$$

$$H_{наполн.} = h_{спр} + 0{,}5\ м. \qquad (11)$$

В формулах (8–II) обозначения те же, что и в ранее приведенных формулах (4–7).

Следует отметить, что наибольший эффект защиты берегов от размыва может быть достигнут только при комплексном сочетании рекомендованных выше способов в зависимости от конкретных особенностей того или иного участка реки. При этом противодейгишные мероприятия должны осуществляться по заранее разработанной общей схеме, в которой должны быть взаимоувязаны не только виды руслорегулировочных работ, но и сроки их осуществления.

Литература

1. Уркенбаев Р. Некоторые вопросы гидравлики сквозных шпор. Труды САНИИРИ, вып.II7, Ташкент,I968.

2. Абдураупов Р.Р., Ирмухамедов Х.А., Каюмов О.А. Прогноз глубины размыва у береговых креплений, поперечных глухих шпор и дамб. Труды САНИИРИ, вып.I20, Ташкент,I970.

3. Каюмов О.А. Морфометрические закономерности р.Амударьи. Сб.научных трудов, вып.I40,Ташкент,I974.

Х.А. ИСМАГИЛОВ
канд.техн.наук, ст.научный сотр.
С.Х. ТУЛЯГАНОВ
мл.научный сотрудник
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

ЗАИЛЕНИЕ СЕЛЕХРАНИЛИЩ ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Полоса адыров, простирающаяся с запада на восток на более сотни километров, по северной и южной сторонам Ферганской долины прорезана многочисленными руслами саев, по которым сели затапливают долину. В связи с отсутствием на конусах выноса временных водотоков, явно выраженных русл и водоприемников для селевых потоков, защита народнохозяйственных объектов и орошаемых земель осуществляется путем устройства селехранилищ, струенаправляющих и перехватывающих дамб /I, 2/. Таких селехранилищ в Андиканской области насчитывается более 60, в Наманганской - 8 и в Ферганской - 4.

Широкая применяемость указанных мероприятий и их огромное народнохозяйственное значение привлекли внимание отдела русл САНИИРИ, который с 1972 г. проводит натурные исследования построенных противоселевых сооружений. Одним из вопросов этих исследований являлось определение состояния заиленности действующих селехранилищ. В процессе полевых изучений селехранилищ были проведены промерные работы, планово-высотная съемка, зондирование толщи и отбор проб отложений для определения их объемного веса и механического состава.

Оказалось, что площадь водосбора одной трети общего числа построенных селехранилищ не превышает 100 км^2, а для двух третей из них она меньше 5 км^2. Объемы этих селехранилищ при НПГ колеблются от 5,0 тыс.м^3 до 5,6 млн.м^3.

Самые старые селехранилища эксплуатируются около 12 лет. Объем заиления (таблица) получен путем совмещения поперечных профилей чаши селехранилищ до и в период эксплуатации. Как видно из таблицы, в чашах селехранилищ

противоселевой системы № I Андиканской области за период 1967-1974 гг. осело от 2,5 до 55 тыс.м^3 наносов; в Наманганской 6-30 тыс.м^3, и в селехранилище № I Дальверзинской системы 1140 тыс.м^3.

В зависимости от срока эксплуатации селехранилищ и повторяемости селевых потоков, заиление составляет от 2 до 27 процентов от емкости селехранилищ. Наибольший процент заиления (27 и 24%) наблюдается в селехранилище № I3 противоселевой системы № I Андиканской области и Кызсайском Наманганской области. Селехранилище № I3 противоселевой системы № I Андиканской области к началу катастрофических селевых паводков 1967 г. было закончено полностью, и прошедшие селевые паводки в ночь с 27.IУ на 28.IУ и I7.У.1967г.и в последующие годы были полностью трансформированы. Интенсивность заиления селехранилищ Наманганской и Андиканской областей составляет I-5% в год, но в отдельные годы она достигает I4-I6% в год (селехранилище № I3 противоселевой системы № I, 1967 г.). Средняя интенсивность заиления селехранилищ Ферганской и Ленинабадской областей-0,5-I,7% в год. Это объясняется малым стоком наносов и незначительным поверхностным стоком воды по сравнению с водотоками Наманганской и Андиканской областей. Для определения механического состава наносов были сделаны анализы проб, взятых из чаш I0 селехранилищ: в устьях саев при впадении их в селехранилища, в середине чаш и у плотины селехранилищ. Как показал анализ взятых проб, частицы с наибольшей гидравлической крупностью в пределах I56-I70 мм/с располагаются в нижних слоях отложения; илистые - в верхней, т.е. в чаше селехранилищ происходит сортировка твердых составляющих селевых потоков.

Распределение отложений по длине селехранилищ характеризуется величиной гидравлической крупности: самые крупные наносы выпадают у входа в селехранилище. В чаше селехранилища скорость потока резко замедляется, в результате в направлении плотины крупность наносов заметно уменьшается. Наиболее гидравлически крупные фракции отлагаются непосредственно у плотины, составляя 37,37 мм/с; в середине чаши они равны 39,7I мм/с; а у самого входа

Таблица

Объемы и средний слой заиления селехранилищ

Наименование селехранилища	Год ввода в эксплуатацию	Емкость проектная, тыс.м³	Элементы заиления: средний слой, м	Элементы заиления: объем тыс.м³	Процент от первоначального объема селехранилища	Интенсивность заиления, % в год
Андижанская область						
Противоселевая система № I						
Селехранилище 2	I968	200	2,55	2I,8	I0,9	2,0
Селехранилище I3	I967	204	2,5	55,0	27,0	3,4
Селехранилище 2I	I968	I67	I,0	I5,0	9,0	I,3
Селехранилище 33	I968	54	0,90	3,0	6,0	0,90
Селехранилище 36	I968	50	I,I3	4,0	8,0	I,30
Бутакаринская система	I972	600	0,60	6,0	I0,0	3,30
Селехранилище Мархамат I	I972	I750	0,50	4,4	2,5	I,25
Селехранилище Мархамат 2	I972	I00	2,00	I5,3	I5,3	5,I
Наманганская область						
Селехранилище Кызсай	I967	676	3,65	I60,0	24,0	3,0
Селехранилище Бештал	I968	450	I,80	36,0	8,0	I,I5
Селехранилище Гирванское	I969	3400	I,20	II0,0	4,0	0,90
Селехранилище Ирваданское	I967	I570	I,0	I80	II	I,40
Селехранилище Кандиянское	I974	I930	0,30	40,0	2,50	2,5
Ферганская область						
Водоудерживающие:						
дамба № I	I967	I50	0,4	20,0	I3	I,50
дамба № 2	I967	50	0,35	6,0	II	I,40
дамба № 3	I969	240	0,25	9,0	4,0	0,80
дамба № 4	I969	800	0,30	30,0	4,0	0,80
Селехранилище № I Дальверзинской системы Ленинабадской областя	I962	5600	7,0	II40,0	20,3	I,70

сая в селехранилище достигают 85,47 мм/с и более. Содержание илистых частиц, гидравлическая крупность которых равна 20-0,02 мм/с, преобладает в отложениях у плотины селехранилищ.

Объемный вес отложений достигает I,4-I,6 т/м^3. Твердый сток состоит из легкого суглинка с прослойками супеси и песка, редко - мелкого гравия, т.е. тесно связан с литологическим составом пород, слагающих селевые бассейны. Это дает основание считать, что твердый сток в предгорной части Ферганской долины формируется в основном за счет наносов, идущих с водосбора, а сток наносов, поступающих с русл саев, менее значителен.

Следует отметить, что осуществление мер борьбы по защите народнохозяйственных объектов от вредного действия селевых потоков в предгорной зоне Ферганской долины в будущем потребует строительства еще целого ряда новых селехранилищ, при проектировании которых должны быть использованы, наряду с материалами по заилению существующих селехранилищ, также и достоверные данные о стоке наносов малых водотоков. В связи с этим научные организации должны усилить исследования существующих селехранилищ и в сравнительно короткий срок получить необходимые данные, в том числе по стоку наносов временных водотоков.

Литература

I. Бердышев М.Э. Проектирование противоселевых гидротехнических сооружений в Ферганской долине. Журн."Хлопководство" № I0, Изд-во "Колос", М., I968.

2. Мухамедов А.М., Исмагилов Х.А. Противоселевые мероприятия в Ферганской долине. Тезисы докладов Всесоюзного совещания "Состояние и пути развития научных исследований по селевой проблеме и проектирования противоселевых сооружений", ЦБНТИ, I4, I974.

Д. МУХАМЕДОВ
инженер
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ СТРАТИФИКАЦИИ

Исследование плотностных потоков представляет собой сравнительно новую и в теоретическом отношении весьма сложную проблему. В последнее время в ряде стран (СССР, Франция, Югославия, США, Канада, Япония, Бельгия и др.) проведены многочисленные эксперименты в связи с ростом ее практического значения. В народном хозяйстве Советского Союза стратифицированные водоемы находят разностороннее применение.

В инженерной практике существенное значение преобретает вопрос о картине распространения соленой воды в пресные озера и водохранилища. В частности, этот вопрос возник в связи с проблемой использования минерализованных вод Арнасая для орошения путем подпитывания ими вод Чардаринского водохранилища.

Гидравлика плотностных потоков отличается от гидравлики однородных потоков, не имеющих стратификацию. Плотностная стратификация потоков по глубине может быть обусловлена разной их температурой, содержанием взвешенных частиц, а также их соленостью. Как показала практика, изучить гидравлику плотностных потоков невозможно из-за сложности механизма образования самого плотного потока без проведения предварительных методических исследований в экспериментальных лотках и на пространственных моделях с последующей проверкой их результатов наблюдениями в натуре.

Нами проведена серия опытов по изучению процесса смещения чистой и минерализованной воды. Опыты проводились в русловой лаборатории САНИИРИ. Подача в гидравличе-

ский лоток минерализованной воды нужной концентрации осуществлялась из дозатора.

Лоток длиной 13 м и шириной 0,5 м предварительно заполнялся чистой водой, затем из дозатора подавалась минерализованная вода в совокупности с индикатором, которая сразу же погружалась в придонные слои чистого потока, образуя донный плотный поток, который продвигался по дну лотка. Отметка уровня воды в лотке поддерживалась постоянной (т.е. расход выходящей из лотка воды соответствовал расходу подаваемой минерализованной воды).

Всего было проведено 168 опытов, в том числе 24 опыта при постоянной ширине лотка, а при сужении и расширении ширины лотка, а также изменении уклона дна лотка и направления течения- соответственно, по 36 опытов (см. рис. I). Расход минерализованной воды менялся от 0,5 до

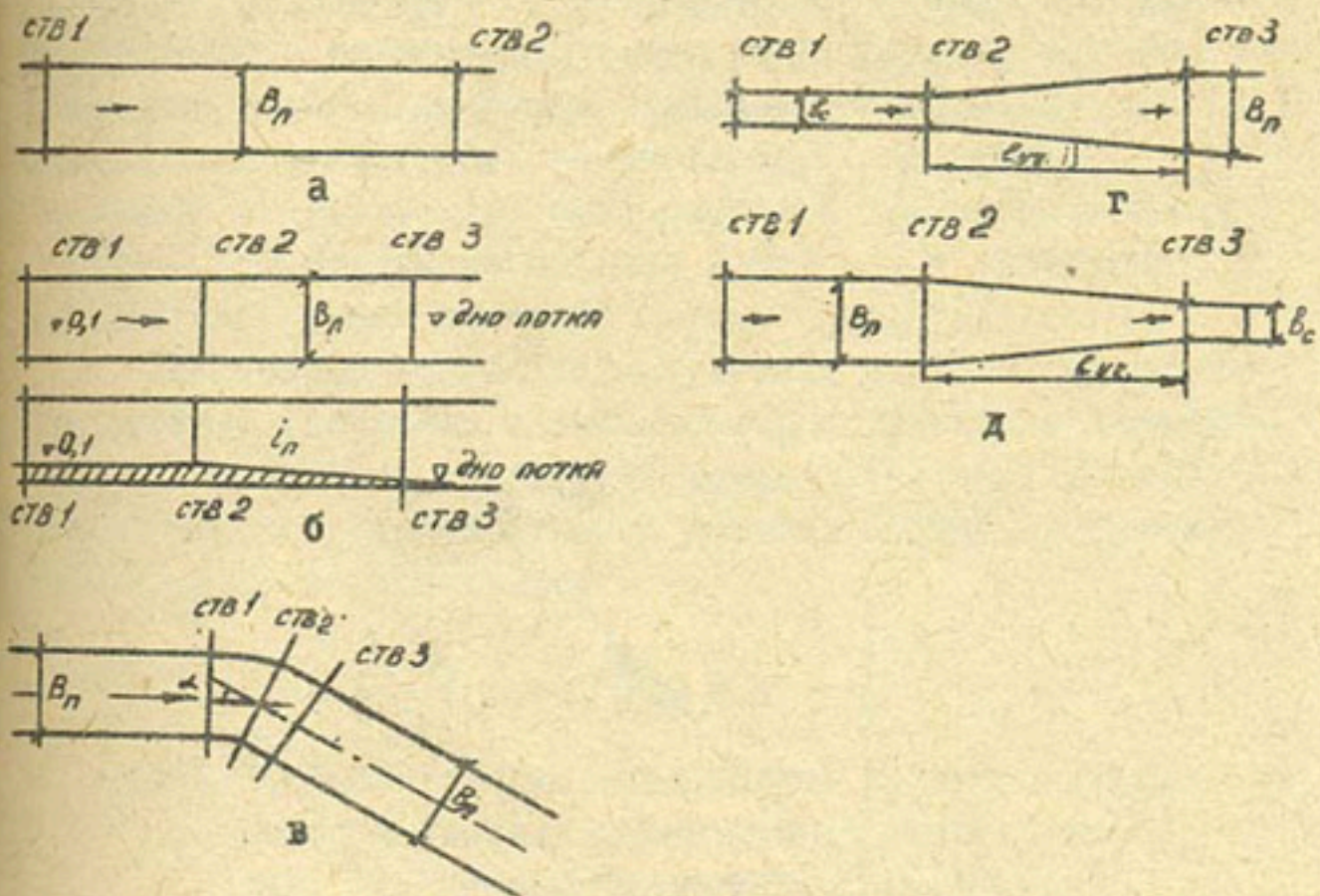


Рис. I. Схемы экспериментальных установок: а – постоянная ширина $B_п = const$; б – при уклонах дна $i_л = 0,05; 0,07; 0,1$; в – при изменении направления течения под углом $\alpha = 30°; 50°; 70°$; г и д – при расширении и сужении потока в пределах $\frac{B_п - b_c}{2 l_{уг}} = 0,05; 0,1; 0,2$.

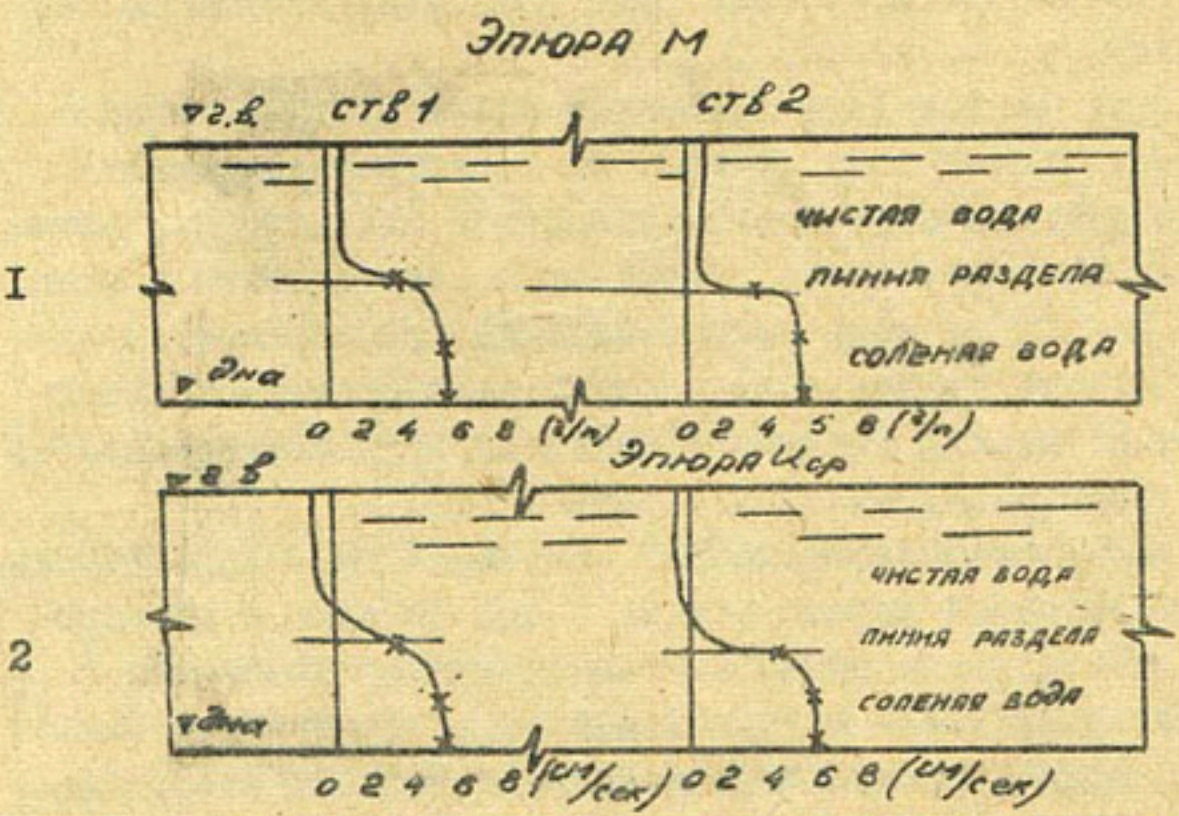


Рис.2. I-Эпюры минерализации и 2-средней скорости по сечению (по вертикали) плотного потока расход минерализованной воды Q=I,5л/с концентрация M =5 г/л)

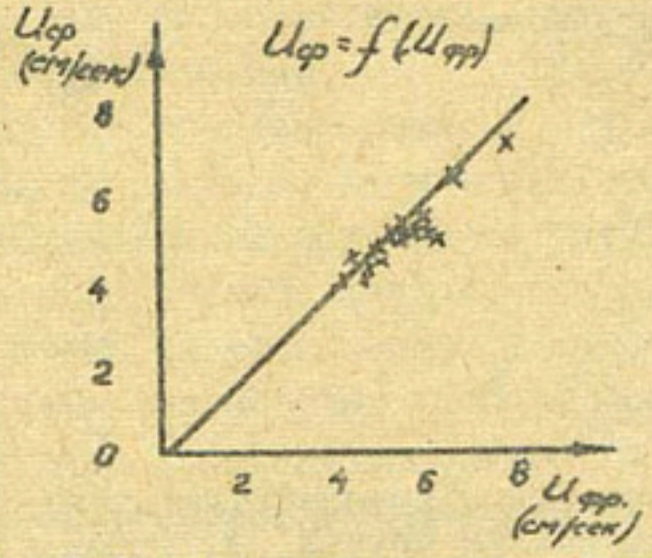


Рис.3.График зависимости скорости продвижения фронта плотного потока от средней скорости по сечению.

2 л/с, а концентрация – от 3 до 8 г/л.

В ходе опытов измеряли скорость предвижения фронта плотного потока, среднюю скорость по сечению и определяли распределение концентрации плотного потока по вертикали.

Исследование скорости движения фронта плотного потока дает следующую картину. Головная часть минерализованного плотного потока, смешиваясь со светлой водой, чуть расширяется и поэтому имеет немного большую толщину. В течение короткого времени (20–30 с) после прохождения фронта плотный поток сохраняет определенную толщину, а затем граничная поверхность изменяется до определенной высоты. Последняя и определяет устойчивую толщину плотного потока для данного расхода и концентрации. Толщина плотного потока в продольном направлении уменьшается.

По результатам проведенных опытов построены эпюры изменения скоростей и концентрации по вертикали в створах (рис. 2). Результаты опытов показали, что величина минерализованного плотного потока у дна по длине его продвижения существенно не меняется ($\mu = const$). По данным экспериментов была получена зависимость между средними скоростями по сечению в створах и скоростью продвижения фронта плотного потока (рис. 3).

Дальнейшая обработка полученных результатов позволит вывести расчетные зависимости для выявления гидравлических элементов и определить методику расчета плотностных течений (с учетом степени минерализации) при химической природе стратификации.

Литература

1. Кинд К.Я. Исследование плотностных потоков. Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. XI, Изд-во "Энергия", М.-Л., 1964.

2. Левин И.И. Моделирование гидравлических явлений, Л., Госэнергоиздат, 1960.

Л.А.МАШКОВИЧ
канд. техн. наук
Б.Г.МАЛЛАЕВ
канд. техн. наук
(САНИИРИ имени В.Д. ЖУРИНА)

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ КОНСТРУКЦИИ ВХОДНОЙ ЧАСТИ РЕГУЛЯТОРОВ-ПЕРЕПАДОВ С РОМБОВИДНЫМ ВОДОСКАТОМ

Многолетний опыт эксплуатации транзитных перепадов-быстротоков с ромбовидным водоскатом свидетельствует о том, что применение их надежно обеспечивает отсутствие местных размывов русла в нижнем бьефе при сравнительно небольшой длине и мощности его крепления /I/.

С целью приспособления этих сооружений к условиям работы регуляторов-перепадов, в конце входной части их устанавливаются плоские затворы /2/. В этом случае, при истечении потока из-под щита, когда числа Фруда больше единицы, необходимого растекания бурного потока на расширяющемся участке водоската не происходит и в нижнем бьефе образуются боковые водовороты и сбойные течения.

Устранение этих явлений может быть наиболее просто достигнуто путем увеличения длины лотка входной части, а, следовательно, и длины формирующейся в нем (ниже сжатого сечения) кривой подпора до размеров, позволяющих приблизить глубину потока перед водоскатом к критической глубине, а соответствующие числа Фруда уменьшить до значений, при которых угол расширения бурного потока может быть достаточно велик /3/.

Для суждения о том, насколько это предложение является практически приемлемым, необходимо рассмотреть вопрос о наименьшей длине входной части, в пределах которой удельная энергия потока могла бы во всех случаях работы регулятора уменьшаться до минимальной величины, отвечающей критической глубине.

Ниже излагается решение этой задачи.

Предположим, что вода под напором H вытекает из прямоугольного подщитового отверстия в расположенный перед перепадом горизонтальный лоток такой же формы и ширины. Примем также, что длина лотка $\mathcal{L}$, ширина его b и коэффициент шероховатости n таковы, что истечение из-под щита оказывается незатопленным, а избыточная энергия потока, равная $\mathcal{E}_c - \mathcal{E}_{min}$, где $\mathcal{E}_c$ - удельная энергия сечения в сжатом сечении с-с, полностью погашается в пределах кривой подпора C_0, сопрягающей глубину h_c с критической глубиной, устанавливающейся в конце лотка в сечении к-к (рис. I).

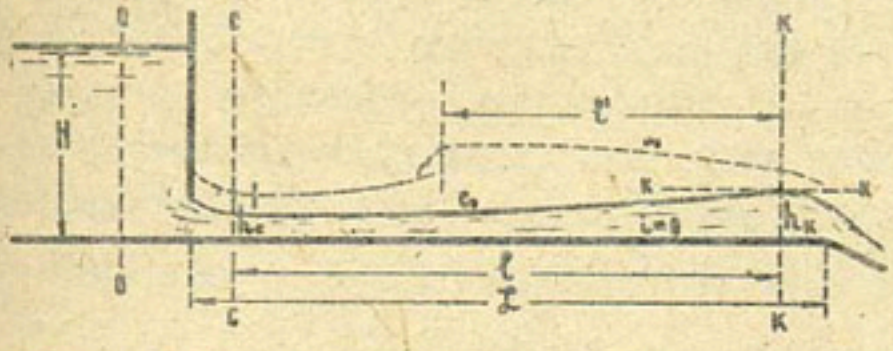


Рис. I. Формы кривых свободной поверхности потока в лотке за щитовым отверстием перед перепадом.

В случае незатопленного истечения значение удельного расхода q определяется по формуле:

$$q = \varphi_c h_c \sqrt{2g(H - h_c)}, \qquad (I)$$

где h_c - глубина в сжатом сечении;

φ_c - коэффициент скорости, учитывающий потери напора на участке потока от сечения о-о до сечения с-с.

Соответствующее этому расходу число Фруда в сжатом сечении должно быть равно:

$$Fr_c = \frac{q^2}{g h_c^3} = 2\varphi_c^2 \left(\frac{H}{h_c} - 1\right), \qquad (2)$$

отсюда следует, что

$$h_c = \frac{2\varphi_c^2}{2\varphi_c^2 + Fr_c} H \qquad (3)$$

Так как критическая глубина $h_к$ равна:

$$h_к = h_c \sqrt[3]{Fr_c}; \qquad (4)$$

то для ее определения при заданных величинах H, φ_c и Fr_c получаем следующую формулу:

$$h_к = \frac{2\varphi_c^2}{2\varphi_c^2 + Fr_c} \sqrt[3]{Fr_c}\, H, \qquad (5)$$

откуда видно, что отношение $\frac{h_к}{H} = K$ равно:

$$K = \frac{2\varphi_c^2}{2\varphi_c^2 + Fr_c} \sqrt[3]{Fr_c}. \qquad (6)$$

Для определения длины ℓ кривой подпора C_0 между сечениями с–с и к–к, на основании которой, в основном, устанавливается расстояние λ от плоскости отверстия до конца лотка, воспользуемся известным уравнением Бахметева, которое при $i=0$, $\frac{h_1}{h_к} = \frac{h_c}{h_к} = \frac{1}{\sqrt[3]{Fr_c}}$, $\frac{h_2}{h_к} = 1$ и гидравлическом показателе русла $x = 3$ может быть представлено в следующем виде:

$$\ell = \frac{h_к}{g}\left[\frac{C_{ср}^2 B_{ср}}{\chi_{ср}}\left(1 - \frac{1}{\sqrt[3]{Fr_c}}\right) - \frac{C_к^2 B_к}{\chi_к}\left(0{,}25 - \frac{0{,}25}{\sqrt[3]{Fr_c^4}}\right)\right]. \qquad (7)$$

При прямоугольной форме живого сечения потока и относительной ширине его $\beta = \frac{b}{h}$ смоченный периметр χ и коэффициент Шези C (по Маннингу) определяются по формулам:

$$\chi = h(\beta + 2) \quad и \quad C = \frac{h^{1/6}}{n}\left(\frac{\beta}{\beta+2}\right)^{1/6};$$

Принимая во внимание, что

$$h_к = KH; \quad h_{ср.} = \frac{h_c + h_к}{2} = KH\frac{1 + \sqrt[3]{Fr_c}}{2\sqrt[3]{Fr_c}};$$

$$\beta_к = \frac{b}{h_к} = \frac{\beta_H}{K}; \quad \beta_{ср.} = \frac{b}{h_{ср.}} = \frac{\beta_H}{K} \cdot \frac{2\sqrt[3]{Fr_c}}{1 + \sqrt[3]{Fr_c}},$$

где

$$\beta_H = \frac{b}{H},$$

можно уравнение (7) привести к такому виду:

$$\frac{\ell}{H^{4/3}} g n^2 = K^{4/3}\left\{\left[\frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{\sqrt[3]{Fr_c}}\right)\right]^{1/3}\left[\frac{1}{1 + \frac{K}{\beta_H}\left(1 + \frac{1}{\sqrt[3]{Fr_c}}\right)}\right]^{4/3} \times \left(1 - \frac{1}{\sqrt[3]{Fr_c}}\right)\right.$$

$$\left. \times \frac{1}{4}\left[\frac{1}{1 + \frac{2K}{\beta_H}}\right]^{4/3}\left(1 - \frac{1}{\sqrt[3]{Fr_c^4}}\right)\right\}. \qquad (8)$$

При заданных значениях коэффициента скорости φ_c и отношения β_H правая часть уравнения (8) представляет собой функцию числа Фруда в сжатом сечении. Следовательно можно написать:

$$\frac{l}{H+b} g n^2 = f_1(Fr_c). \qquad (9)$$

Представленные на рис. 2 графики функции $f_1(Fr_c)$, построенные при $\varphi_c = I$ и $\beta_H = I;\ I,5;\ 2,0;\ 2,5;\ 3$ и ∞, свидетельствуют о том, что в каждом случае эта функция приобретает на участке $I \leq Fr_c < \infty$ максимальные значения, которые приводятся в табл. I. В этой же таблице указаны соответствующие им числа Фруда (Fr_c) и удельные расходы q_0, вычисленные, согласно выражению (5), по формуле:

$$q_0 = \left[\frac{2\varphi_c^2}{(Fr_c)_0 + 2\varphi_c^2}\sqrt{g(Fr_c)_0}\, H\right]^{3/2}. \qquad (10)$$

В последней колонке табл. I приведены значения отношений расходов q_0 к максимальному расходу q_{max}, равному (при $\varphi_c = I$) $I,705\ H^{3/2}$.

Таблица I

β_H	$f_1(Fr_c)_{max}$	$(Fr_c)_0$	q_0	$\frac{q_0}{q_{max}}$
I,0	0,0406	I0,0	0,674 $H^{3/2}$	0,395
I,5	0,0466	9,0	0,728 $H^{3/2}$	0,427
2,0	0,0503	8,4	0,750 $H^{3/2}$	0,440
2,5	0,0528	8,2	0,762 $H^{3/2}$	0,447
3,0	0,0546	8,0	0,0776 $H^{3/2}$	0,455
	0,0654	6,8	0,868 $H^{3/2}$	0,509

Приведенные в таблице величины и должны рассматриваться как расчетные [x] при определении наибольшей длины кривой

x) В I934 г. инженер Б.А.Мацман на основании сравнения результатов ряда числовых примеров пришел к выводу, что при $\beta_H = \infty$ наибольшая длина кривой подпора между глубинами h_c и h_N будет наблюдаться при расходе $q = 0,5 q_{max}$. Вывод этот почти точно совпадает с нашим (см. последнюю строку табл. I).

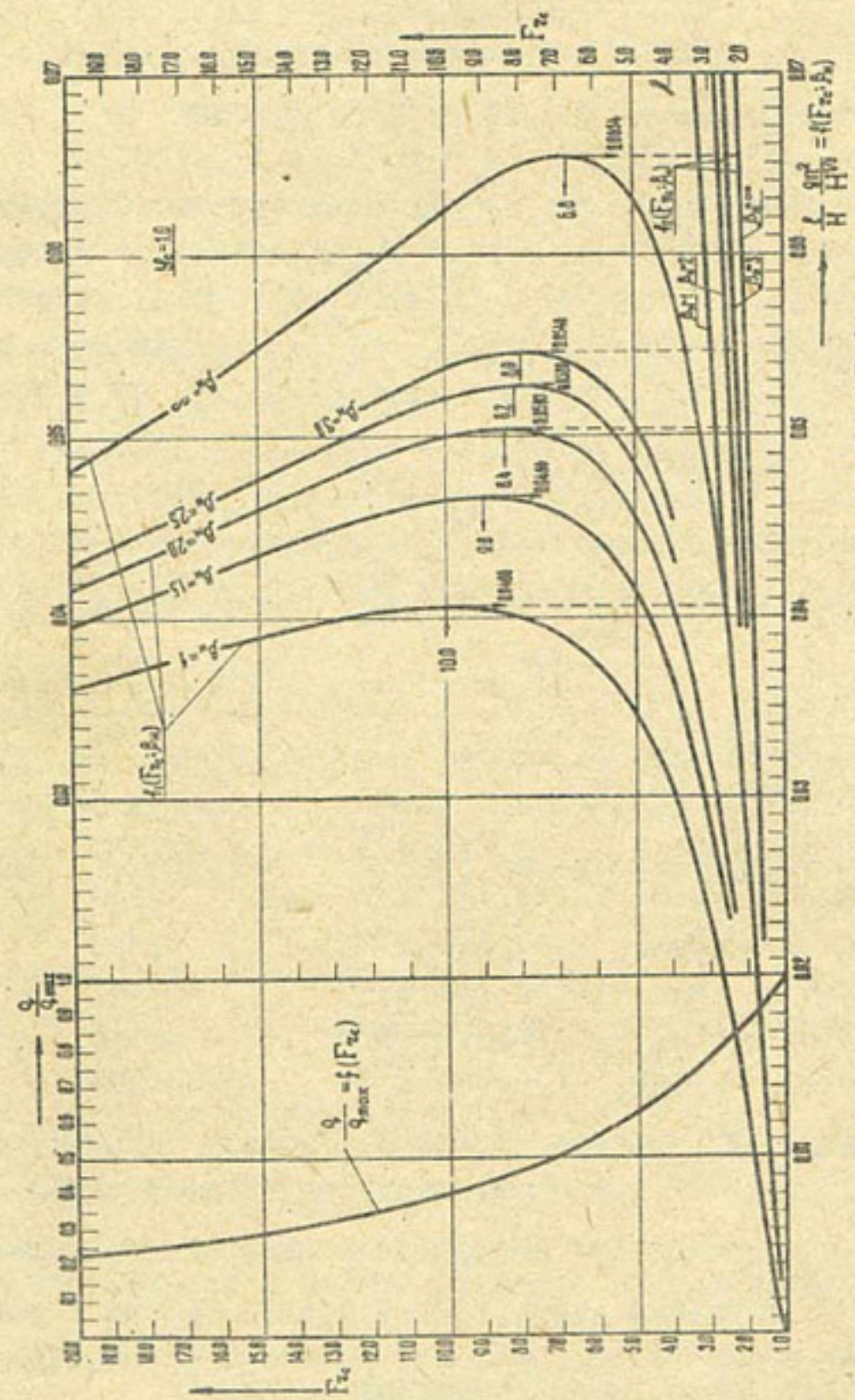


Рис. 2 Расчетный график для определения численных значений функций $f_1(F_{z_1}, \beta_{z_1})$ и $f_4(F_{z_1}, \beta_{z_1})$

подпора C_0, а, следовательно, и той наименьшей длины ℓ лотка (рис. I), которая отвечает условиям рассматриваемой нами задачи.

Действительно, если при расчетных значениях напора $H = H_{расч.}$ и удельного расхода $q = q_0$, мы получаем в конце лотка критическую глубину как вторую граничную глубину кривой подпора C_0, то при $H \leq H_{расч.}$ и всех других расходах в лотке за щитовым отверстием появится гидравлический прыжок, кривая свободной поверхности за ним приобретет вид кривой спада b_0, и в конце лотка опять-таки установится критическая глубина.

Наибольшая длина ℓ' кривой спада b_0 будет наблюдаться в том случае, когда при некотором удельном расходе q_0' и напоре $H_{расч.}$ гидравлический прыжок возникнет непосредственно в сжатом сечении.

Число Фруда Fr_c'' в сечении потока за прыжком может быть, согласно уравнению прыжка в прямоугольном призматическом русле, определено с помощью соотношения:

$$\sqrt[3]{Fr_c''} = \frac{2\sqrt[3]{Fr_c}}{\sqrt{1+8Fr_c}-1}. \qquad (II)$$

Подставляя в уравнение (8) вместо чисел Fr_c значения Fr_c'' выраженные через числа Фруда в сжатом сечении, получим для определения длины кривой спада b_0 при заданных значениях φ_c и $\beta_н$ следующее уравнение:

$$\frac{\ell_{сп}}{H^{4/3}} q n^2 = f_2(Fr_c). \qquad (I2)$$

Используя представленные на рис. 2 графики функции $f_2(Fr_c)$ построенные при $\beta_н = I, 2, 3$ и ∞ и $\varphi_c = I$, нетрудно получить значения чисел Фруда Fr_c' и соответствующие им расходы q_0', при которых значения функции $f_2(Fr_c)$ оказываются равными максимальным значениям функции $f_1(Fr_c)$ (табл.2). При этом наибольшая длина кривой спада b_0 оказывается при напоре $H_{расч.}$ равной максимальной длине кривой подпора C_0, распространяющейся до конца лотка.

Т.к. при всех значениях чисел $Fr_c < Fr_c'$ и расходах $q > q_0'$ кривые спада b_0 будут короче кривой b_0, соответствующей положению прыжка в сжатом сечении при $q_0 = q_0'$,

то прыжок окажется затопленным. Указанными в табл.2 значениями удельных расходов q_0' ограничиваются случаи свободного истечения из-под щита.

Таблица 2

$\beta_н$	$f_2(Fr_c')$	Fr_c'	q_0'	$\frac{q_0'}{q_{max}}$
I	0,0406	2,56	I,45 $н^{3/2}$	0,85
2	0,0503	2,40	I,49 $н^{3/2}$	0,87
3	0,0546	2,33	I,50 $н^{3/2}$	0,88
∞	0,0654	2,I9	I,53 $н^{3/2}$	0,90

В табл. 3 приведены результаты расчета наибольшей длины кривой подпора при напорах перед щитовым отверстием, равных I, 2 и 3 м, и коэффициенте шероховатости лотка $n = 0,0I6$.

Таблица 3

$\beta_н$	$H_н$		
	I	2	3
I	I6,2	40,7	69,7
2	20,0	50,5	86,3
3	2I,7	54,8	93,7

Из этой таблицы следует, что устройство входной части регуляторов-перепадов в виде удлиненного лотка можно считать рациональным только при проектировании сооружений, характеризующихся небольшими напорами и малой шириной входных отверстий.

Разработка экономически приемлемых конструкций входной части регуляторов-перепадов с ромбовидным водоскатом при $H >$ I и $\beta_н >$ I составляет задачу наших дальнейших исследований.

Литература

1. Сариисов Р.К. Надежные конструкции сопрягающих сооружений на оросительных каналах. Гидротехника и мелиорация № 4, 1968.

2. Ибрагимов Ш.А. Некоторые результаты натурного обследования гидросооружений на больших ирригационных каналах. Труды института "Средазгипроводхлопок", вып. 3, 1972.

3. Сухомел Г.И. Угол расширения открытого русла при больших скоростях потока. Гидротехническое строительство № 8-9, 1944.

4. Мацман Б.А. О формах поверхности жидкости, вытекающей из-под щита в лоток, М., Изд-во "Сазгипровод", 1934.

Т.Ш. МАЖИДОВ
инженер
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

МЕХАНИЧЕСКИЙ ДОЗАТОР ДЛЯ ПОДАЧИ НАНОСОВ НА РУСЛОВЫЕ МОДЕЛИ x)

При экспериментальных исследованиях на размываемой модели часто возникает необходимость равномерной подачи твердого расхода - наносов.

До последнего времени подача наносов осуществлялась вручную или в дозиметрах несовершенного типа. Данные способы подачи опытного материала трудоемки, требуют дополнительной рабочей силы и приводят к неточностям дозирования наносов.

Для устранения этих недостатков были разработаны автодозаторы в КиргНИИВХ [1] и дозиметры сырого песка в русловой лаборатории ГГИ [2]. Однако автодозаторы КиргНИИВХ предназначены только для сухого наноса, а дозиметры ГГИ - лишь для песка.

В русловой лаборатории САНИИРИ разработана новая конструкция механического дозиметра шнекового типа для равномерной подачи сырого и сухого наносов разных крупностей в широком диапазоне (рис. I).

Дозиметр состоит из бункера (I) с наклонным дном, оборудованным шнеком (2), вариатора (3) и электродвигателя (4).

Устройство работает в следующей последовательности.

Емкость (I) наполняется опытным материалом опре-

---

x) Работа выполнена под руководством докт.техн.наук, проф. А.М.Мухамедова.

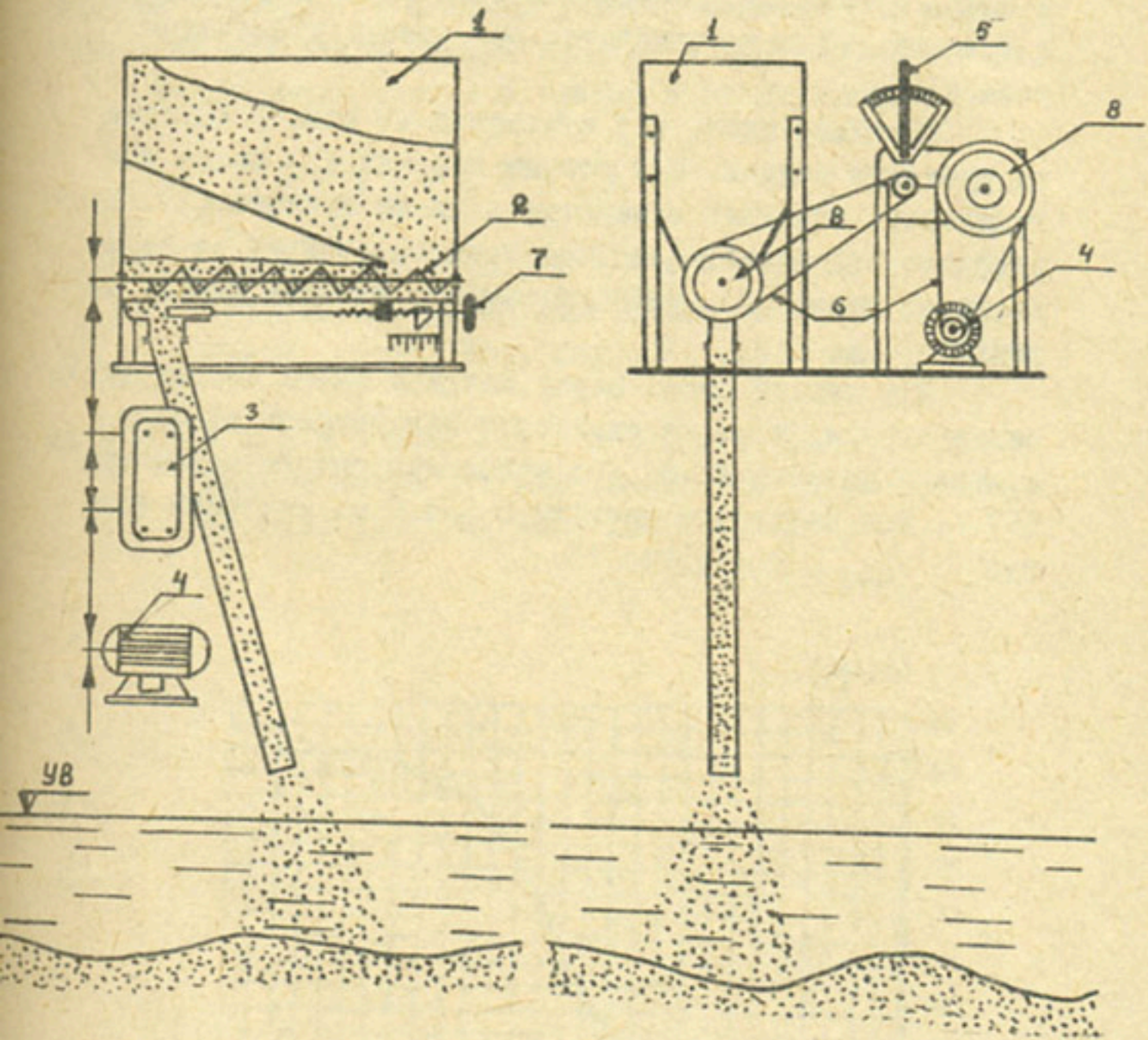


Рис.I.Кинематическая схема дозатора:
I-бункер; 2-шнек; 3-вариатор; 4-электродвигатель; 5-рычаг; 6-кликовидные ремни; 7-вентиль; 8-шкив.

деленной крупности. Рычаг (5) устанавливается в заданном режиме, обеспечивающим подачи определенного количества наносов. Затем электродвигатель (4) включается в сеть. Привод от электродвигателя (4) к вариатору (3) и к шнеку (2) осуществляется при помощи клиновидных ремней (6).

Вращение шнека (2) обеспечивает подачу наносов на русловую модель. При помощи вентиля (7) можно регулировать выходное отверстие в днище бункера (I). Количество подаваемого расхода наносов зависит от числа оборотов шнека (2), регулируемого с помощью рычага вариатора (5).

Для каждой смеси перед началом опыта производится тарировка, т.е. определяется зависимость расхода опытного материала $Q_{mб}$ от положения рычага вариатора (5) n. При тарировке фракций 0,5–I,0 мм получили кривую $Q_{mб} = f(n)$ (рис. 2).

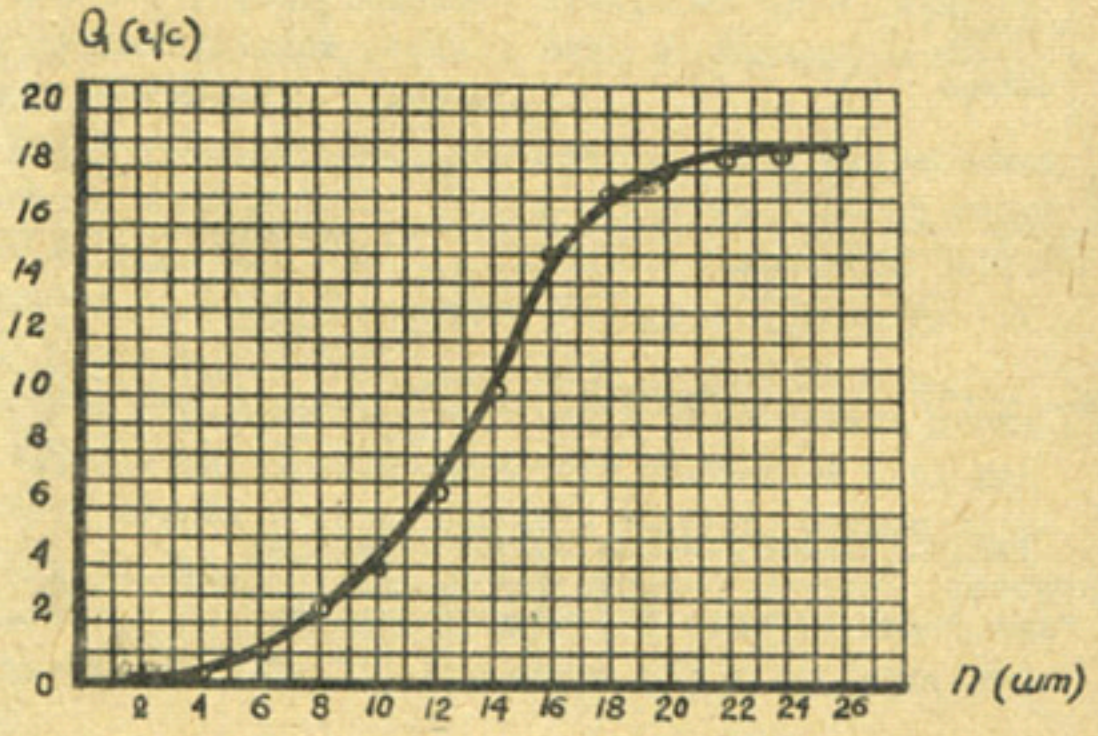


Рис. 2. Тарировочная кривая дозатора.

Бункер дозиметра вмещает 0,05 м^3 опытного материала. Расход наносов меняется в пределах 0–20 г/с, что вполне отвечало условиям данного эксперимента. Изменяя размеры бункера (I) и меняя диаметр шкивов (8), можно увеличить емкость и расход наносов в широком диапазоне.

Конструкция проста и удобна в эксплуатации.

Литература

I. Артамонов К.Ф., Сатаркулов С.С. Устройства, дозирующие подачу наносов на русловые модели. Изв. КиргССР, т.II, вып.4, 1960.

2. Великанова З.М., Ярных Н.А. Дозиметр сырого песка для подачи наносов на размываемую модель. Тр. ГГИ, вып. 183, Л., 1970.

А.Р. ХАЛИКОВ
аспирант
(САНИИРИ имени В.Д.Журина)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭГДА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ГЛУХИХ ШПОР x)

Руслорегулирование и защиту берегов рек от размыва часто производят глухими поперечными сооружениями - шпорами. Расчет шпор в основном сводится к установлению межшпорного расстояния и определению поля скоростей для выявления деформаций русла. Результаты этих расчетов зависят от формы и размеров сооружения, ориентации относительно береговой линии и набегающего потока, а также ряда других факторов, одновременный учет которых затруднителен.

Изучением данного вопроса занимался целый ряд исследователей /I-3/, однако рекомендуемые ими расчетные зависимости справедливы лишь для условий, когда русло прямолинейно и водный поток движется параллельно размываемому берегу, что в натурных условиях не часто случается.

Известно /4/, что при решении задач струйного обтекания тел электромоделированием ни форма береговой линии или твердой стенки, о которую ударяется струя, ни форма обтекаемых препятствий, ни их число не вносят трудностей (в отличие от теоретических методов).

Для определения расстояния между шпорами и выявления поля скоростей, т.е. плана течений, сделана попытка использовать широко доступный метод электрогидродинамических аналогий (ЭГДА), основанный на формальной аналогии потенци-

---

x) Работа выполнена под руководством канд.техн.наук Х.А.Ирмухамедова

ального течения жидкости течению электрического тока. Некоторые исследователи /3/ считают возможным применять метод ЭГДА для определения плана течения только лишь в зоне сжатия, до створа шпоры, так как за шпорой наблюдается расширение потока и образование вторичных течений, что не позволяет использовать в этой зоне модель обтекания пластины плоским потенциальным потоком жидкости. Однако, известно, если транзитный поток отделить от циркуляционного, установив по их границе криволинейную твердую стенку, получим безотрывное обтекание /6/, что соответствует потенциальному течению жидкости.

При использовании метода ЭГДА необходимо, чтобы движение жидкости соответствовало расчетному потенциальному потоку. Для этого делаем следующие допущения:

I. В транзитном потоке движение жидкости потенциальное.

2. Граница раздела основной циркуляционной зоны и транзитного потока - линия тока, где соблюдается условие, соответствующее свободным струям /4/. Величина вектора скорости постоянна, и свободные струи являются граничными линиями тока.

3. Длина основной циркуляционной зоны - не менее 4-х длин шпоры.

Соблюдая общеизвестные граничные условия /4/, делаем из электропроводной бумаги модель области потока и приступаем к определению границы раздела транзитного потока и основной циркуляционной зоны. При этом используем способ последовательного приближения, придерживаясь методики, рассмотренной П.Ф.Фильчаковым /4/ с небольшими изменениями, заключающимися в форме обреза электропроводной бумаги не по прямой, а по эллиптической кривой вдоль предполагаемой основной циркуляционной зоны. После определения границы основной зоны циркуляции область потока еще не будет соответствовать безотрывному течению.

Для получения потенциального течения предлагаем графически плавно продолжить найденную форму свободной струи до

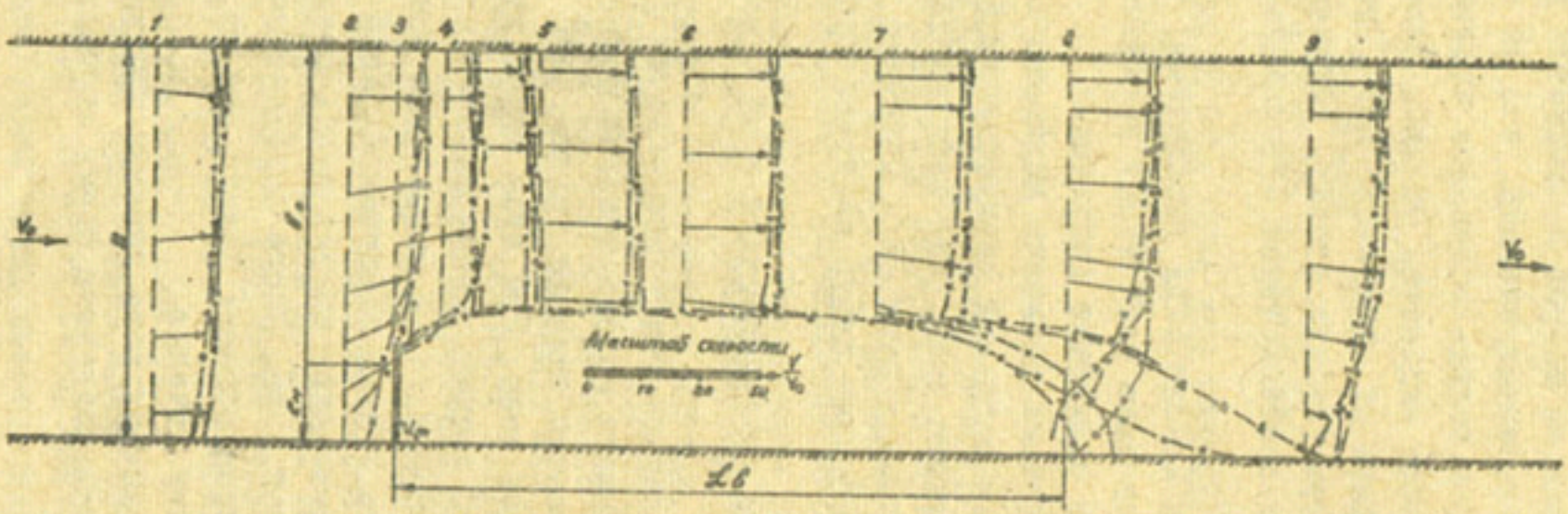


Рис.I.Эпюры скоростей при h =0,2 $\alpha_м$=90°

I- —Δ—Δ— по Бакиеву МР/2/

2- —o—o—по автору (метод ЭГДА)

3- —x—x—по Баланину ВВ и др./3/.

берега, выдерживая угол растекания потока таким же, как получился на струе, а затем по этой линии произвести удаление электропроводной бумаги.

Таким образом, установив граничные условия на электрической модели обычным путем /4/, отыскиваем эквипотенциалы и линии тока, соответствующие линиям равного гидродинамического потенциала и функции тока. По известным зависимостям /5/ производим пересчет сетки электрических потенциалов, определяем скорость и давление в любой точке потока, а на модели - межшпорное расстояние.

Для проверки рассмотренных пограничных условий выполнены контрольные расчеты по определению поля скоростей и межшпорного расстояния для условий прямолинейного участка реки и установки шпоры под углом 90^0. Результаты контрольных расчетов графически представлены на рис. I и 2. С

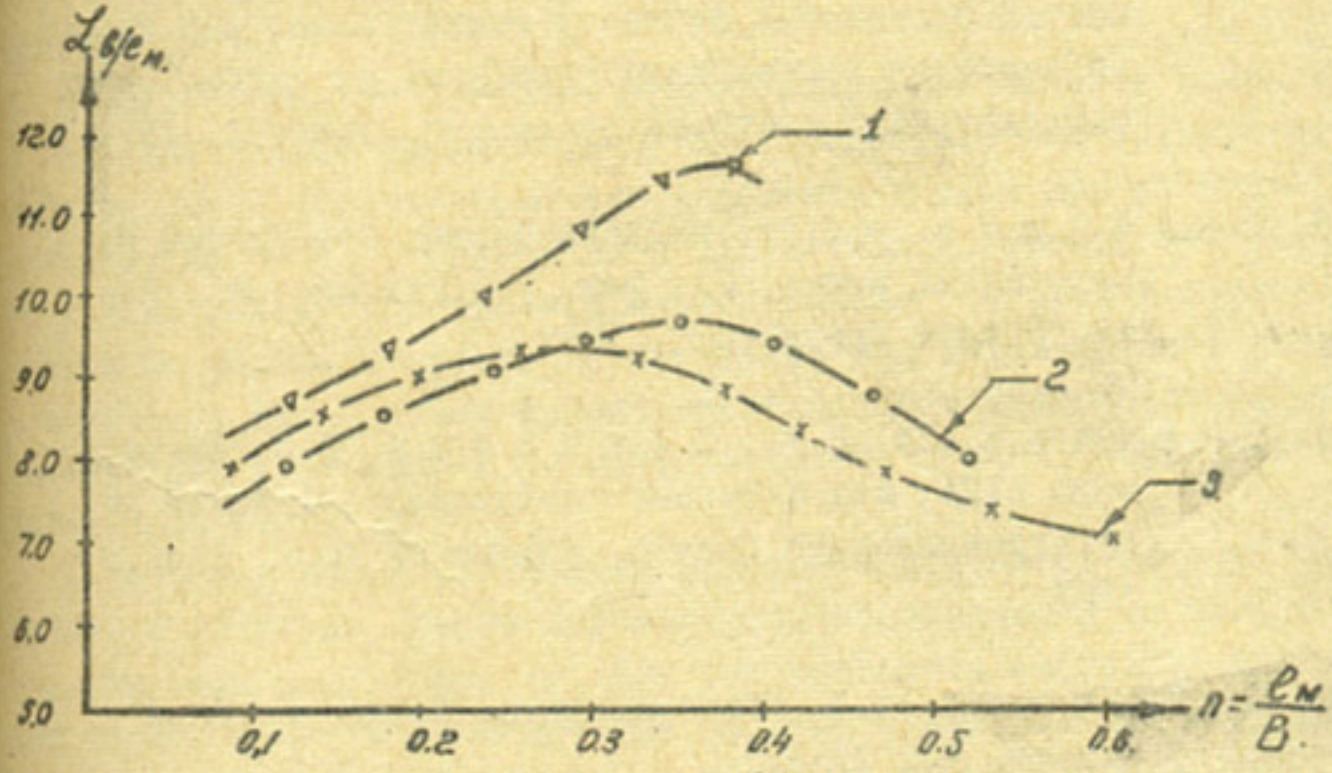


Рис. 2. График $\mathcal{L}_{B/e_M} = f(n)$: I - по Бакиеву М.Р. и др.; 2 - по автору (метод ЭГДА); 3 - по Баланину В.В. и др.

целью сопоставления полученных результатов и выявления их отклонений от теоретических расчетов /2/ и результа-

тов гидравлических исследований /3/ приведены данные и других авторов. Проценты расхождения 8–16(в среднем 10) и 1–8 (в среднем 4) соответственно.

На основании этого делаем вывод, что полученное расхождение удовлетворяет запросам инженерной практики и, следовательно, предлагаемые пограничные условия можно рекомендовать для выполнения аналогичных гидравлических расчетов глухих шпор, проводимых на электрических моделях с использованием метода ЭГДА.

Литература

1. Алтунин С.Т. Регулирование русл. Сельхозиздат, М., 1962.

2. Ирмухамедов Х.А., Бакиев М.Р. Некоторые результаты лабораторных исследований закономерностей растекания потока у глухих одиночных шпор. Сб.докладов Всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам, Ташкент, 1974.

3. Методика расчета выправительных сооружений на судоходных реках. Под ред. Г.М.Матлина. М., Изд-во "Речной транспорт", 1959.

4. Фильчаков П.Ф., Панчишин В.И. Интеграторы ЭГДА. Моделирование потенциальных полей на электропроводной бумаге, Изд-во АН УССР, Киев, 1961.

5. Патрашев А.Н. Гидромеханика, Военно-морское изд-во, М., 1953.

6. Чугаев Р.Р. Гидравлика, Изд-во "Энергия", Ленинградское отделение, 1975.

В.Е.ТУЗОВ
ст.научн.сотрудник
М.Р.КАРАПЕТЯН
мл.научн.сотрудник
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСОВ В НИЗОВЬЕ р.АМУДАРЬИ

В зависимости от крупности частиц и скорости потока наносы перемещаются во взвешенном состоянии и вблизи дна. Исходя из этого, речные наносы условно делят на взвешенные и влекомые или транзитные и руслоформирующие. Деление наносов по характеру перемещения необходимо еще и потому, что речной поток не всегда нагружен до предела взвешенными наносами, а способен переносить их гораздо больше, чем имеется в потоке, т.е. фактическое наличие взвешенных наносов не зависит от гидравлических условий потока.

Присутствие же влекомых руслоформирующих наносов связано с гидравлическими элементами потока: недостаточное количество наносов поток компенсирует путем размыва дна, а при избытке откладывает их [1]. Сказанное в значительной степени относится к р.Амударье, в среднем и нижнем течении которой в период с июня по ноябрь отсутствует поступление наносов за счет эрозии почв. В это время формирование наносов происходит за счет размыва дна и берегов и частично ветровой эрозии песков пустынь Каракумы и Кызылкумы.

Основная масса взвешенных наносов переносится потоком транзитно, а влекомые наносы перемещаются периодически от одного участка реки к другому, где они задерживаются иногда на длительный период времени до следующих благоприятных условий движения [1]. Таким условием является смена межени и половодья, вызывающая существенные изменения в формировании продольного профиля реки, перестраивая плесы и перекаты. В межень плесы размываются, а продукты размыва откладываются на перекатах.

В половодье - наоборот: продукты размыва перекатов откладываются на плесах. Поэтому на реках с одним пиком гидрографа продукты размыва (влекомые наносы) перемещаются на расстояние

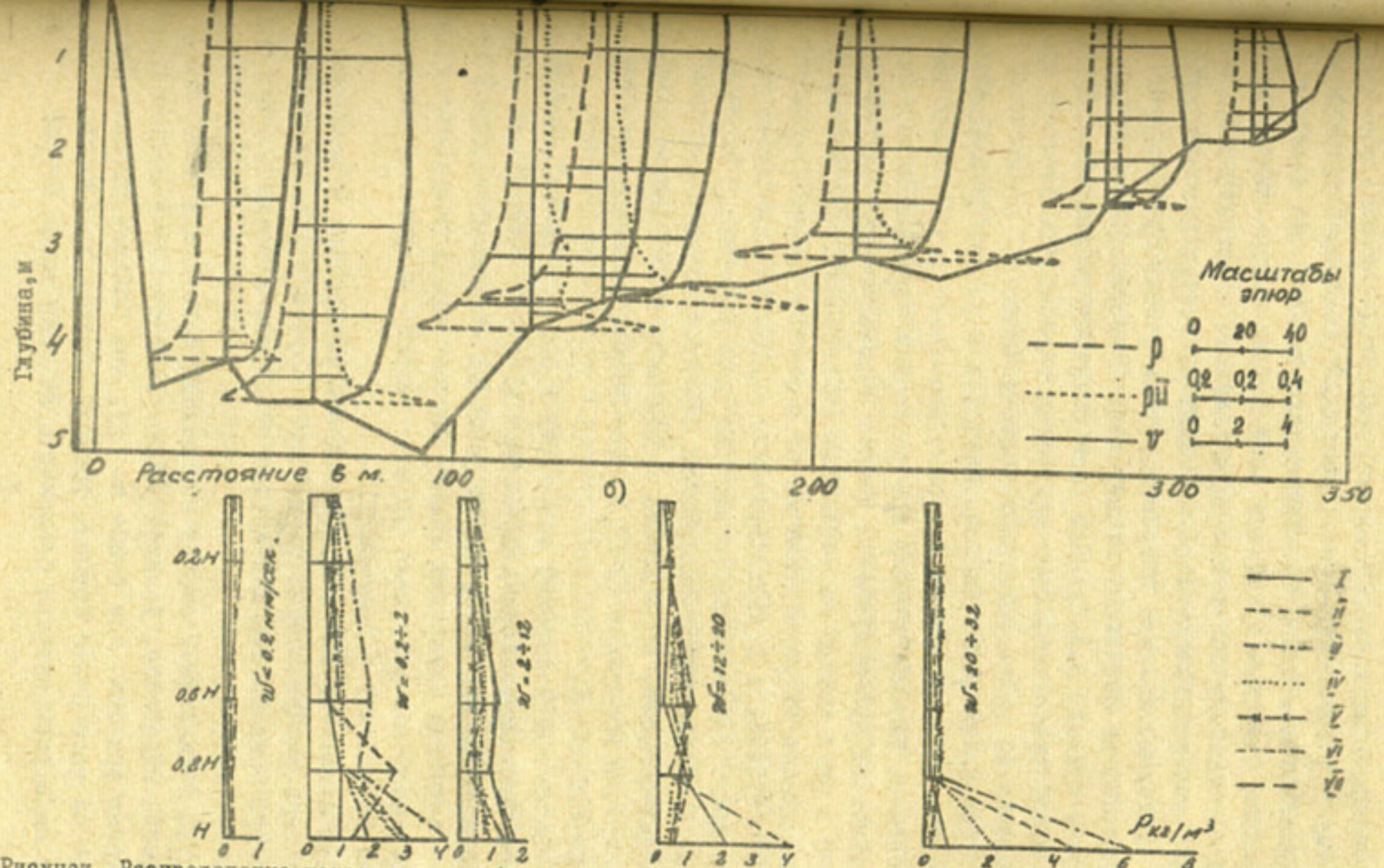
одного плеса и одного переката, т.е. на длину одной русловой единицы. Таким образом, гидрограф р.Амударьи имеет несколько самостоятельных пиков подъема и спада расхода воды. Частицы влекомых наносов могут перемещаться в течение гидрологического года на расстояние нескольких русловых единиц. Взвешенные наносы преодолевают это расстояние за более короткое время, поскольку они перемещаются со скоростью потока. Например, если отдельный пик гидрографа р.Амударьи продолжается 10-15 суток, то влекомые наносы преодолевают расстояние русловой единицы за то же время, а взвешенные - всего за несколько часов.

По-видимому, к общепринятому понятию деления наносов на влекомые и взвешенные можно сделать следующее дополнение, характеризующее скорость перемещения наносов. Наносы, которые за период гидрологического цикла, т.е. одного пика гидрографа, перемещаются с остановками на расстояние, равное длине одной русловой единице, будут являться влекомыми или руслоформирующими, а наносы, перемещающиеся за тот же период без остановки на расстояние нескольких русловых единиц - взвешенными или транзитными.

На Амударье отдельные частицы крупных наносов, оторвавшись от дна (особенно интенсивно этот процесс протекает в период половодья), поднимаются до верхних слоев потока и некоторое время находятся во взвешенном состоянии. При взятии проб потока на мутность эти частицы попадают в разряд взвешенных и влекомых наносов. Поэтому фракционный состав взвешенных и влекомых наносов на р.Амударье идентичен, разница наблюдается только в процентном содержании фракций (рисунок,а).

Присутствие мелких и крупных фракций во всей толще потока объясняется интенсивным наносообменом между руслом и потоком, происходящим в результате высокой его турбулентности, и наличием большого количества наносов, образующихся вследствие постоянного переформирования плесов и перекатов.

Следовательно, крупные фракции, поднимающиеся до верхних слоев потока и временно находящиеся во взвешенном состоянии, являются влекомыми наносами, а не взвешенными, так как согласно своим размерам они могут перемещаться за период паводка не более чем на длину русловой единицы и основная масса их перемещается в придонном слое потока (рисунок,б).



б)

Рисунок. Распределение наносов по глубине потока Амударьи: а – общая мутность на вертикалях; б – мутность по фракциям гидравлической крупности: I–эпюра мутности; 2–эпюра нагрузки потока; 3–эпюра скорости; I–УП–эпюры мутности соответствующей вертикали.

Наносы р.Амударьи, особенно влекомые, как в качественном, так и в количественном отношении в настоящее время изучены недостаточно. Одной из причин является то, что наиболее насыщенный наносами придонный слой потока трудно поддается инструментальному измерению. Существующие конструкции приборов для определения расхода влекомых наносов в условиях Амуда мало пригодны: большие скорости потока сносят прибор, а их конструкция не позволяет исследовать непосредственно придонный слой потока. В.Е.Тузовым была разработана конструкция донного батометра мгновенного действия, позволяющая отбирать пробы наносов из придонного слоя высотой 10 см.

С целью изучения наносов Амударьи в районе Тахиаташского гидроузла были выполнены натурные измерения путем отбора проб мутности по глубине потока при различных расходах воды в разных створах. Пробы мутности потока отбирались батометром-бутылкой в пяти точках на вертикали (наинизшая точка взятия пробы находилась на расстоянии 25 см с учетом высоты гидрометрического груза), а в придонном слое - донным батометром, упомянутым выше. Одновременно с отбором проб измерялись скорости потока в каждой точке. Было взято 275 проб взвешенных, 55 - влекомых наносов, 55 - донных отложений, в 275 точках измерены скорости вертушкой ГР-21 М. Все работы выполнялись с борта катера БМК-135 М.

По данным измерений скоростей и проб мутности для каждого замера были определены два расхода наносов. Первый - по данным измерений батометром-бутылкой (обычный способ измерения); второй - с учетом измерений донным батометром. В результате между двумя способами измерения расхода наносов получена разница, которая составляет в среднем 11%.

Для качественной оценки наносов р.Амударьи и выявления характера распределения их в потоке выполнен фракционный анализ проб мутности потока пипеточным способом, который показал следующие результаты:

1. Фракционный состав взвешенных и влекомых наносов в р. Амударьи идентичен, разница заключается только в процентном содержании фракции: чем ближе ко дну, тем больший процент приходится на долю более крупных фракций. Наносы крупностью до 2 мм/с распределены равномерно по всей толще потока.

2. Гидравлическая крупность наносов и нагрузка потока увеличиваются по глубине и у дна достигают своего наибольшего значения, что совпадает с результатами исследований других авторов /2, 3/.

3. Мутность потока, определенная донным барометром в придонном слое, в среднем в 7 раз превышает поверхностную; в 3 раза среднюю мутность на вертикали и в 2 раза мутность в придонной точке, замеренную батометром-бутылкой (в так называемой обычной донной точке /4/).

4. Гидравлическая крупность наносов, определенная донным батометром, превышает поверхностную в 3 раза, среднюю крупность на вертикали - в 2,5 раза, в обычной донной точке - в 2 раза.

5. Нагрузка потока ($\rho\bar{u}$) в придонном слое в 17 раз превышает поверхностную, в 7 раз - среднюю на вертикали и в 5 раз - нагрузку в обычной донной точке.

6. Крупность наносов придонного слоя потока не равна крупности донных отложений, в зависимости от гидравлических элементов потока и других факторов может быть больше или меньше. Поэтому практикуемый метод замены крупности влекомых наносов крупностью донных отложений в расчетных зависимостях ведет к неправильным результатам.

Полученные данные о количестве, качестве и распределении наносов в потоке не позволяют пока выявить общей закономерности, но они свидетельствуют о важности и необходимости изучения наносов Амударьи, особенно в придонном слое потока.

Выводы

1. При классификации наносов рек, подобных р.Амударье, необходимо учитывать их специфическое особенности.

2. При определении количества наносов следует учитывать наносы придонного слоя потока.

3. Нагрузка наносами ($\rho\bar{u}$) придонного слоя в 2,5 раза больше суммарной величины нагрузки всего остального слоя потока.

4. В гидравлических расчетах нельзя заменять крупность влекомых наносов крупностью донных отложений.

Литература

1. Великанов М.А. Динамики русловых потоков, т.II, Гос.изд.технической литературы, М., 1955.

2. Абальянц С.Х. Движение взвесей в открытых потоках. Труды САНИИРИ, вып. 96, Ташкент, 1958.

3. Цветкова Н.А. Режим наносов р.Амударьи. Вопросы гидротехники, вып.13, Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1963.

4. Лопатин Г.В. Наносы рек СССР. Географгиз, М., 1952.

Х.Х. НАСРИДДИНОВ
инженер
(САНИИРИ им. В.Д. ЖУРИНА)

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМА СОПРОТИВЛЕНИЯ РУСЛ ПРЕДГОРНЫХ УЧАСТКОВ РЕК УЗБЕКИСТАНА[x)]

При гидравлическом расчете бытового зарегулированного русла, руслорегулировочных, берегозащитных и других сооружений на горных и предгорных участках рек часто приходится определять величины коэффициентов шероховатости $(n=\frac{1}{n}H^{y})$ Шези $(C=\frac{V^2}{HJ})$ и сопротивления $(\lambda=\frac{2gHJ}{V^2})$.

Коэффициент шероховатости n для горных и предгорных участков рек обычно берется из таблиц, приведенных в гидравлических справочниках /3/. Величина λ с учетом относительной шероховатости определяется по предложенной различными авторами /I, 2/ зависимости $\lambda=f(Re;\frac{H}{\Delta})$, где Re число Рейнольдса, $\frac{H}{\Delta}$ – относительная шероховатость, Δ – величина выступа шероховатости. Однако в этих зависимостях не учтены изменчивость гидрографа реки и величины деформаций ложа русл в течение года и их влияние на изменение величины Δ и λ и сопротивления.

В данной работе сделана попытка изучить сопротивление аллювиальных русл рек предгорной зоны и установить основные факторы, определяющие изменчивость сопротивления. Основным определяющим фактором изменчивости сопротивления может быть переменность режима протекания потока в русле реки, вследствие чего наблюдается деформация русла в течение года: в период паводка отмечается размыв и сплошное движение всех фракций донных наносов, благодаря чему – сглаживание дна русла и уменьшение величины Δ ; при спаде паводка и межени происходит намыв ложа русла реки, и за счет отложе-

---

x) Работа выполнена под руководством докт. техн.наук, проф. А.М.Мухамедова.

ния крупных фракций наносов – увеличение величины Δ, а следовательно и сопротивления. Неучет этих факторов приводит к значительным ошибкам при определении сопротивления русла движению воды.

Для установления режима гидравлических сопротивлений нами был обработан обширный натурный материал и данные измерений характеристик донных наносов и отложений русл предгорных участков рек Узбекистана. Коэффициенты Шези и сопротивления при этом были определены по указанным выше формулам, а величины коэффициента шероховатости n были определены по формулам Маннинга, Н.Н.Павловского и И.И.Агроскина.

Обработка обширного гидрометрического материала и определение значений λ, C, n производились с применением ЭВМ марки БСЭМ-4М. Для определения деформации русла в течение года рассмотрены совмещенные поперечные профили некоторых русл рек.

На рис. I, 2 показаны совмещенные, характерные по водности года поперечные профили р.Нарын в гидростворе Учкурган за 1941 г. и р.Чирчик – в гидростворе Ходжикент за 1969 г. Величина размыва и намыва при этом определялась из совмещенных поперечных профилей при помощи планиметра; за основу брали отметки положения русла и горизонта воды в начале года (январь).

На рис. 3, 4 приведены гидрографы р.Нарын и Чирчик за эти же годы и интенсивности глубинной деформации русла (размыв и намыв) в течение года. Берега русла более устойчивые и не деформируются.

Как видно из приведенных рисунков, в период межени значительной глубинной деформации русла не наблюдается. Размыв ложа русла в р.Нарын начинается при расходах воды 300-400 $м^3/с$. Площадь размыва достигает наибольшей величины-60-160 $м^3$-при паводковых расходах 1500-1600 $м^3/с$ в июне-июле. Затем постепенно при спаде паводка начинается намыв русла до расхода реки 200-250 $м^3/с$ (март-апрель), далее русло некоторое время находится в стабильном положении. При этом диапазоне измене-

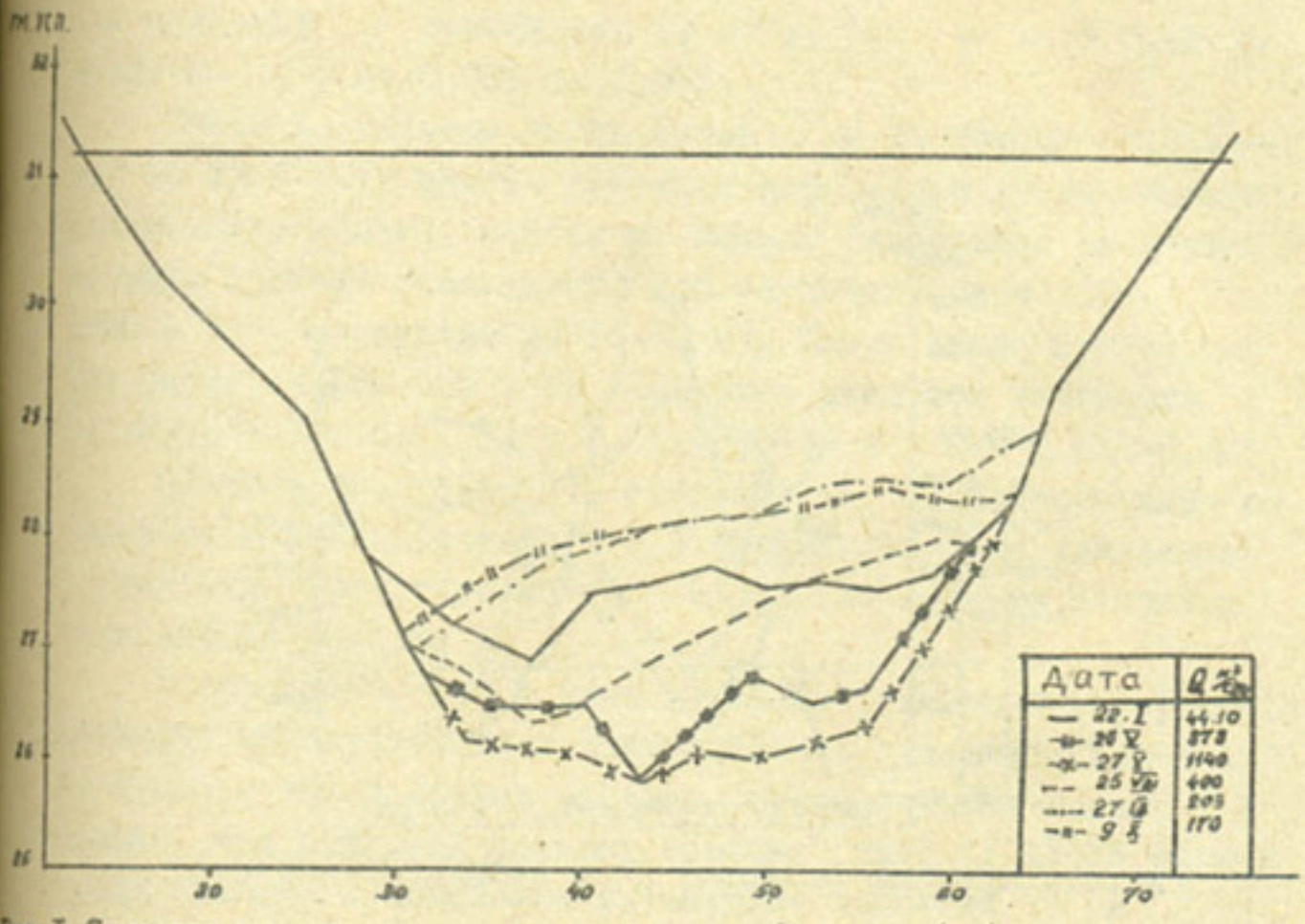


Рис.I.Совмещенные поперечные профили р.Чирчик (г/пХоджикент,I969г.)

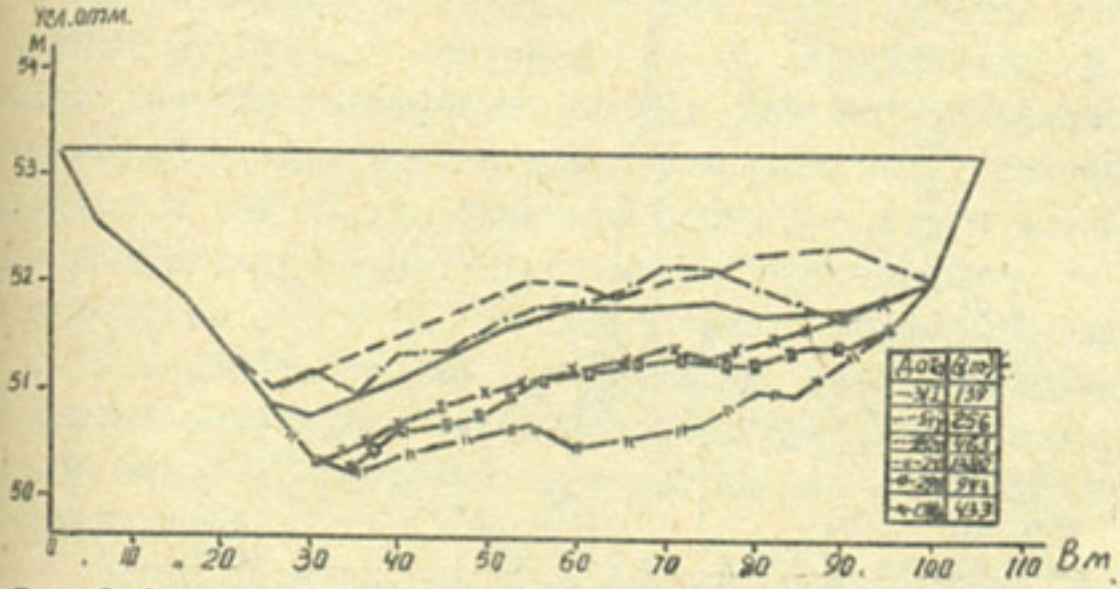


Рис.2.Совмещенные поперечные профили р.Нарын(г/п Учкурган, I94Iг.)

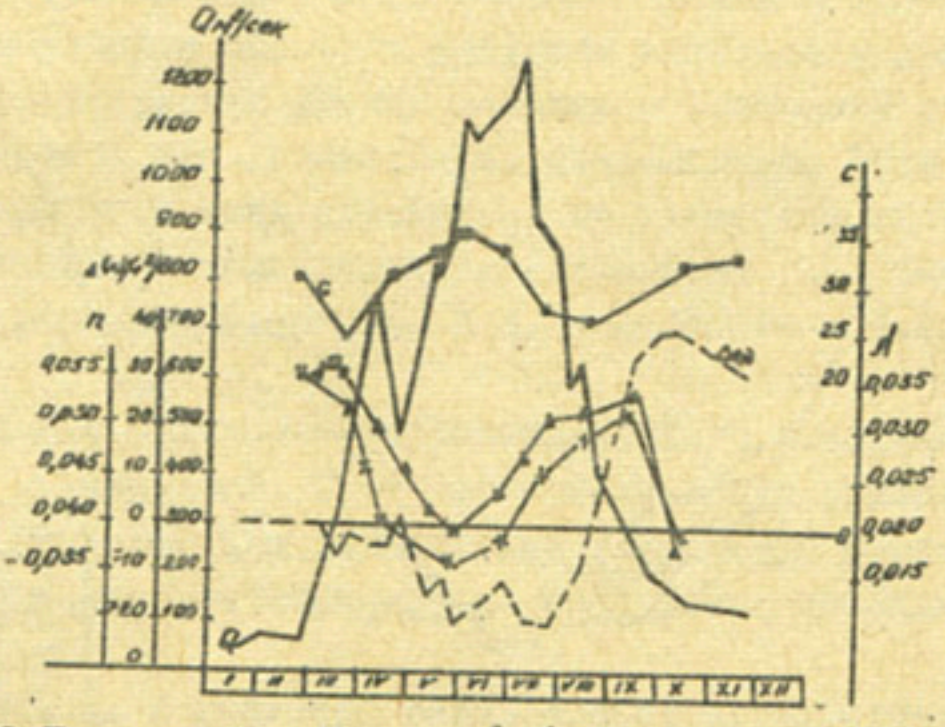


Рис.3.Гидрограф р.Чирчик (г/п Ходжикент,1969г.)

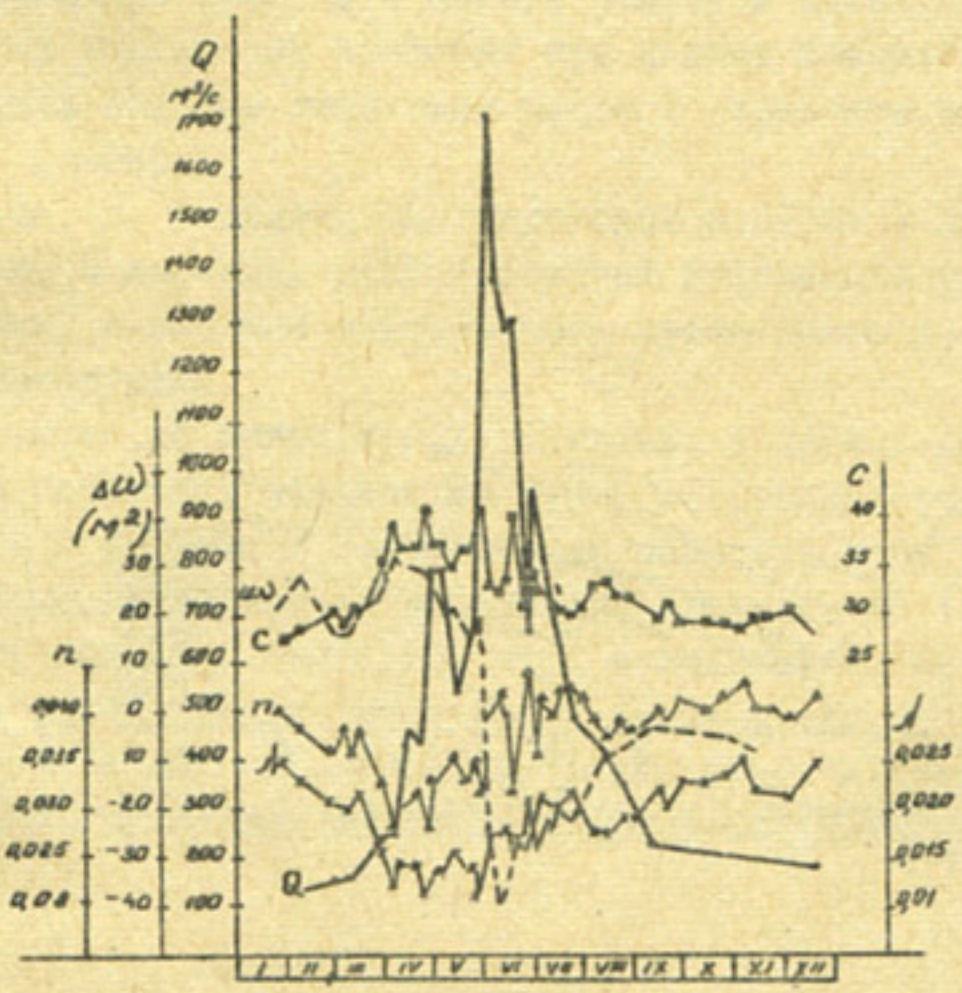


Рис.4.Гидрограф р.Нарын (г/п Учкурган,1941г).

ние значения C колеблется от 27 до 32, λ = от 0,02 до 0,025 и n = от 0,055 до 0,035.

Такая же картина наблюдается и на р. Чирчик (наблюдения за 1969 г.); однако величины деформации русла (размыв) значительно меньше, чем на р. Нарын. Наибольшая величина площади размыва наблюдается при расходах более 1100-1200 $м^3/с$ - достигают до 30-40 $м^2$. Намыв русла происходит при расходах 400-500 $м^3/с$. При этом диапазон изменений C составляет 30-40; λ - 0,012-0,025 и n - 0,036-0,025.

Следует отметить, что значения n , подсчитанные по формулам Н.Н.Павловского и И.И.Агроскина, дают одинаковые результаты (расхождение до 3-5%), а по формуле Маннинга расхождение доходит до 10-12%.

Установлено, что в период межени (ноябрь-январь) коэффициенты шероховатости и сопротивления оказались значительно больше, чем в период паводка, а коэффициент Шези (C) меньше, чем в период подъема паводка (рис. 1; 2). В период спада паводка наблюдается увеличение значений n и λ и снижение C . В период межени в величинах C, λ и n значительного изменения не отмечается, они постоянны.

В период подъема паводка происходит интенсивное транспортирование потоком взвешенных и донных наносов. В этот период происходит сглаживание дна русла за счет смеси движущихся наносов, и величины n, λ уменьшаются. В период спада паводка наблюдается полный смыв мелких наносов с образованием самоотмостки дна русла из крупных галечниковых наносов и камня; коэффициенты шероховатости и сопротивления возрастают за счет уменьшения относительной шероховатости русла $\left(\frac{H}{\Delta}\right)$ и, следовательно, увеличения величины Δ. При спаде паводка с уменьшением транспортирующей способности потока дно нарастает, образуются крупные гряды донных наносов, влияющие на коэффициенты шероховатости и сопротивления.

Таким образом, из приведенного выше анализа можно сделать вывод, что на предгорных участках рек при бурном протекании потока имеются две зоны режима сопротивления: первая

соответствует межени (наносы неподвижны), вторая - паводку (донные наносы находятся в состоянии сплошного влечения). Следовательно, при определении величин n, λ, C в различные периоды года необходимо учитывать их изменчивость, связанную с деформацией русл.

Литература

1. Мухамедов А.М. О сопротивлениях в движении бурного потока, "Вопросы гидротехники", вып. 24, "Наука", Ташкент, 1964.

2. Зудина Н.И. О коэффициенте шероховатости рек горно-предгорной зоны Чирчик-Ахангаранского бассейна. Труды САНИИРИ, вып. 134, Ташкент, 1971.

3. Чугаев Р.Р. Гидравлика, Изд-во "Энергия", Л., 1971.

4. Агроскин И.И., Штеренлихт Д.В. Уточненная формула для коэффициента Шези. "Гидротехника и мелиорация", № 9, 1965.

В.А. СКРЫЛЬНИКОВ
канд.техн.наук, ст.научный сотрудник
(САНИИРИ имени В.Д. Журина)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ МОРФОМЕТРИИ НА МОДЕЛЯХ С МЕЛКОПЕСЧАНЫМИ НАНОСАМИ

Для выявления лабораторных морфометрических зависимостей были выполнены опыты [x] по самоформированию русла на трех моделях с мелкопесчаными наносами $d_{ср.} = 0{,}2 \div 0{,}25$ мм, отличающихся высотой возвышения кромки берегов над горизонтом воды (рис. I). На модели с $\Delta h = 4$ см исследовались 6, I2, 24,

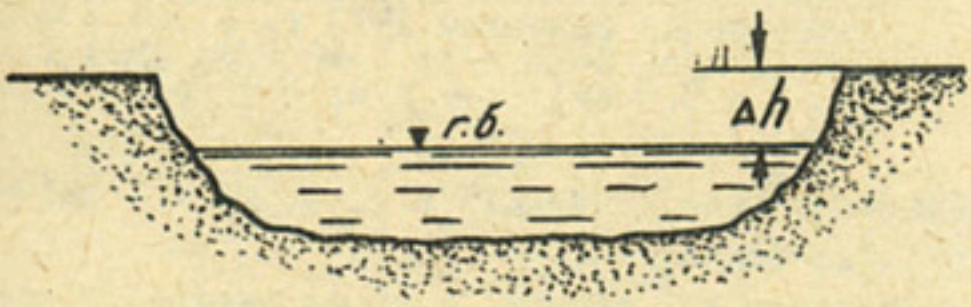


Рис. I. Схематический поперечный профиль лабораторного русла; Δh – высота возвышения кромки берега над горизонтом воды.

48 л/с с нагрузкой потока наносами для каждого расхода от 0 до I г/л. На модели с $\Delta h = I0$ см в дополнение к этим условиям исследовался расход воды 70 л/с; с $\Delta h = 0{,}5$ см – 6, I2, 24 л/с с нагрузкой потока наносами для каждого расхода от 0 до 0,36 г/л.

Из рис. 2 видно, что относительная ширина русла зависит от следующих факторов:

I) мутности потока, так как с ростом ρ увеличивается отношение $\frac{B}{H}$;

2) высоты возвышения кромки берегов над горизонтом воды, так как опытные данные I973 г. с $\Delta h = 0{,}5$ см занимают на

---

x) Опыты выполнены научными сотрудниками Н.Г.Иваненко и Л.Г.Халитовой.

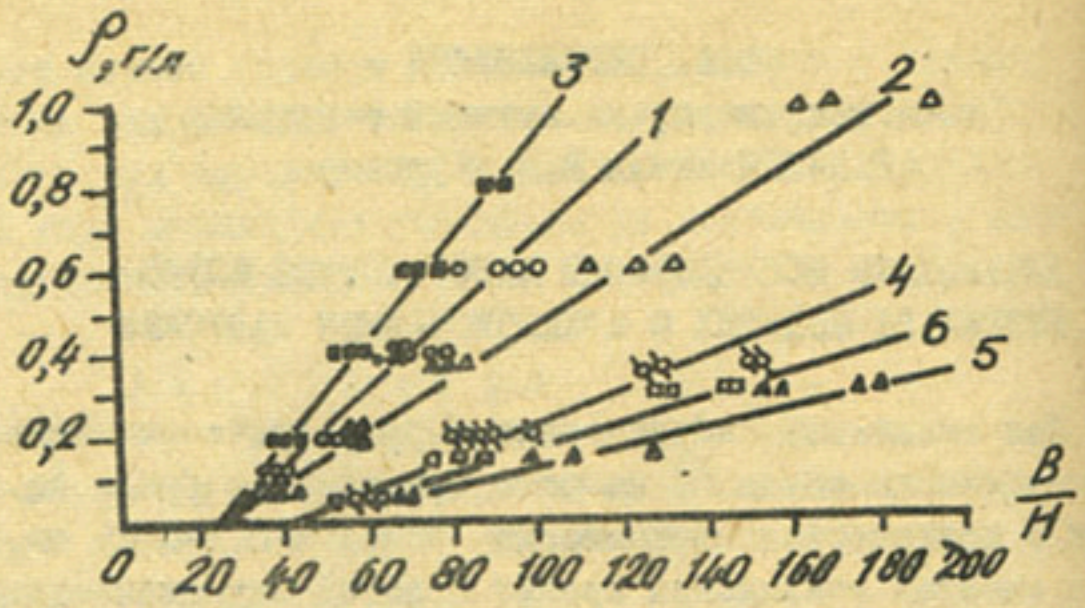


Рис. 2. График изменения относительной ширины русла по данным лабораторных исследований моделей с мелкопесчаными наносами 1972 г. (Δh = 4 см): 1–6, 12 л/с; 2–24 л/с; 3–48 л/с; 1973 г. (Δh = 0,5 см): 4–6 л/с; 5–12 л/с; 6–24 л/с.

графике положение ниже данных 1972 г. с Δh = 4 см;

3) расхода воды;

4) местоположения створа, т.е. от плесов и перекатов, так как на графике имеется некоторый разброс точек относительно прямых.

Последний фактор может быть учтен процентом отклонения ширины и глубины на плесах и перекатах от среднего значения. Первые три фактора должны быть включены в формулу. Поэтому в общем виде морфометрические зависимости можно записать так:

$$b = f(\rho, q, \Delta h), \qquad (1)$$

$$h = f(\rho, q, \Delta h). \qquad (2)$$

Анализ существующих морфометрических зависимостей показал, что их можно разделить на две группы. Первая – общая морфометрия, полученная для различных расходов воды и разных значений числа Фруда (М.А.Великанов, Х.А. Исмагилов, Х.Лидов, О.Каммов и др.). Вторая – частная морфометрия; она справедлива лишь для одного расхода воды – для руслоформирующего и соответствующего ему одного значения параметра кинетичности (С.Т.Алтунин, В.С.Лапиенков и др.). Отметим, что ряд исследо-

вателей сопоставляют две группы формул при различных расходах, что является грубейшей ошибкой.

Так как общая морфометрия наиболее полно характеризует участок реки, то из опытных данных будет выявляться лишь общая морфометрия. Из рис. 3, на котором представлены опытные данные моделей с $\Delta h = 0{,}5$ см и $\Delta h = 4$ см, видно, что изменение ширины и глубины модельного русла в зависимости от расходов воды происходит по двум зонам. Аналогичное изменение отмечается и для модели с $\Delta h = 10$ см. С увеличением высоты возвышения берегов расход воды, разделяющий зоны, увеличивается и диапазон расходов первой зоны расширяется.

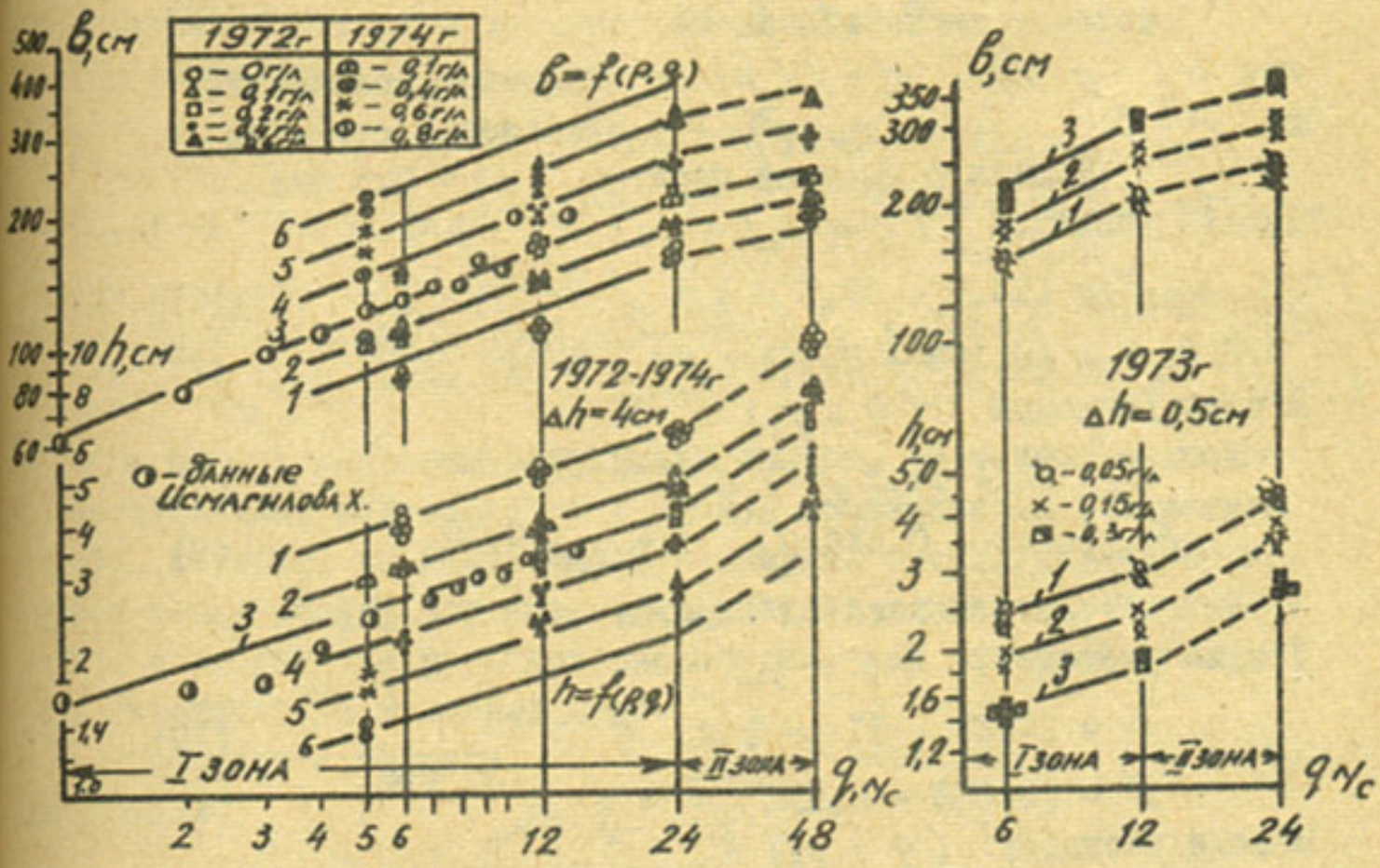


Рис. График сопоставления результатов расчета по зависимостям (6)÷(12) с лабораторными данными.

1972, 1974 гг.: 1–0 г/л; 2–0,1 г/л; 3–0,2 г/л; 4–0,4 г/л; 5–0,6 г/л; 6–0,8 г/л.

1973 г.: 1–0,5 г/л; 2–0,15 г/л; 3–0,3 г/л.

Для определения расхода воды, разделяющего зоны, можно пользоваться приближенной формулой следующего вида:

$$q_o = 10{,}3 + 3{,}43\,\Delta h. \qquad (3)$$

Здесь q_o – расход воды, л/с; Δh – высота берега модели, см.

Следовательно, в первой зоне $q \leq q_o$; во второй – $q > q_o$. Ширину и глубину можно формировать постоянной нагрузкой при различных расходах воды (рис. 3). Из имеющихся графиков связи $b = f(q, \rho)$ и $h = f(q, \rho)$ можно определить морфометрические зависимости (для каждой модели в отдельности) следующего общего вида:

$$b = \kappa_b q^{x_b}, \qquad (4)$$

$$h = \kappa_h q^{x_h}, \qquad (5)$$

где $\kappa_b = f(\rho)$; $\kappa_h = f(\rho)$ – параметры уравнений;

x_b, x_h – показатели степени.

Модель с высотой берегов $\Delta h = 0{,}5$ см:

I зона расходов $(q \leq q_o)$ –

$$b = (14{,}5 + 29{,}5\,\rho) \times q^{0{,}45}, \qquad (6)$$

$$h = (0{,}168 - 0{,}164\sqrt{\rho'}) \times q^{0{,}325}; \qquad (7)$$

II зона расходов $(q > q_o)$ –

$$b = (6 + 12{,}3\,\rho) \times q^{0{,}25}, \qquad (8)$$

$$h = (0{,}46 - 0{,}438\sqrt{\rho}) \times q^{0{,}56} \qquad (9)$$

Модель с высотой берегов $\Delta h = 4$ см:

I зона расходов $(q \leq q_o)$ –

$$b = (6{,}28 + 11\,\rho) \times q^{0{,}372}, \qquad (10)$$

$$h = (0{,}208 - 0{,}152\sqrt{\rho'}) \times q^{0{,}318}; \qquad (11)$$

II зона расходов $(q > q_o)$ –

$$b = (3{,}45 + 6{,}2\,\rho) \times q^{0{,}21}, \qquad (12)$$

$$h = (0{,}68 - 0{,}505\sqrt{\rho}) \times q^{0{,}63}; \qquad (13)$$

Модель с высотой берегов $\Delta h = 10$ см:

I зона расходов $(q \leq q_o)$ –

$$b = (5{,}5 + 3{,}37\,\rho) \times q^{0{,}34}, \qquad (14)$$

$$h = (0{,}23 - 0{,}14\sqrt{\rho}) \times q^{0{,}31}; \qquad (15)$$

II зона расходов $(q > q_0)$–

$$b = (3{,}3 + 2{,}2\,\rho) \times q^{0{,}19}, \qquad (16)$$

$$h = (0{,}713 - 0{,}475\sqrt{\rho}) \times q^{0{,}66}. \qquad (17)$$

Из представленных выражений видно, что параметры уравнений имеют два слагаемых, которые изменяются в зависимости от зоны расходов и высоты берега модели. Построив графики изменения первого и второго слагаемого параметров, а также показателей степени приведенных выше уравнений, в зависимости от высоты берега для каждой зоны в отдельности, можно получить формулы, с учетом которых ниже приведены обобщенные уравнения лабораторной морфометрии для песчаных моделей:

I зона расходов $(q \leq q_0)$–

$$b_1 = \left[10{,}2\,\Delta h^{-0{,}33} + (100 - 76\,\Delta h^{0{,}106})\times\rho\right] q^{0{,}422\,\Delta h^{-0{,}094}}, \qquad (18)$$

$$h_1 = (0{,}18\,\Delta h^{0{,}1} - 0{,}16\,\Delta h^{-0{,}034}\sqrt{\rho}) \times q^{0{,}325 - 0{,}0015\,\Delta h}. \qquad (19)$$

II зона расходов $(q > q_0)$–

$$b = \left[4{,}88\,\Delta h^{0{,}2} + (50 - 39{,}8\,\Delta h^{0{,}079})\,\rho\right] q^{0{,}236\,\Delta h^{-0{,}0925}}, \qquad (20)$$

$$h = \left[0{,}73\,(1 - e^{-1{,}38\sqrt{\Delta h}}) - 0{,}46\,\Delta h^{0{,}035}\sqrt{\rho}\right] \times q^{0{,}584\,\Delta h^{0{,}054}}. \qquad (21)$$

На рис. 3 нанесены результаты опытов, расчетные значения по предложенным зависимостям и данные исследований Х.Исмагилова /3/, которые, за исключением отдельных точек, хорошо согласуются между собой. Для выяснения условий применения формул первой и второй зон расходов рассмотрим, как изменяется параметр кинетичности в каждой зоне.

Подставив в формулу $Fr = \frac{q^2}{g b^2 h^3}$ зависимости (3) и (4), получим:

$$Fr = \frac{1}{g}\,\frac{q^{2(1-x_b-1{,}5x_h)}}{\kappa_b^2 \cdot \kappa_h^3}, \qquad (22)$$

где q – расход воды модели.

На рис. 4 приведены результаты расчетов параметра кинетичности по формуле (22) и опытные данные. Как видно из представленных данных, расчет хорошо совпадает с результатами исследований. Из рис. 4 следует также, что для первой зоны параметр кинетичности возрастает с увеличением расхода воды. Та-

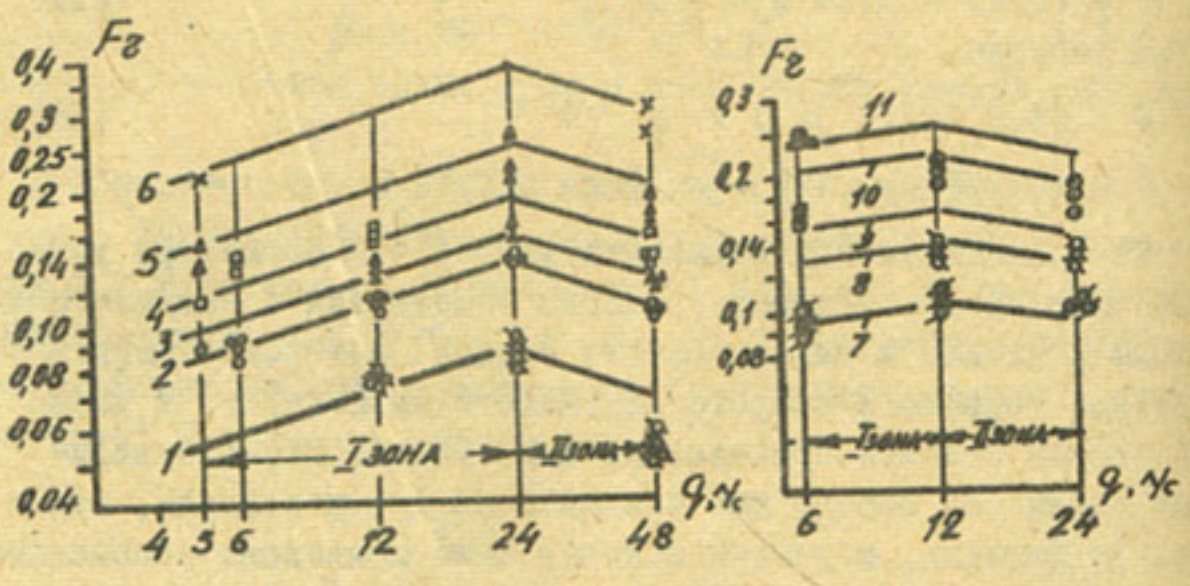


Рис. 4. График сопоставления результатов расчета по зависимости(2,2) с лабораторными данными.
1972, 1974 гг.: 1–0 г/л; 2–0,1 г/л; 3–0,2 г/л; 4–0,4 г/л; 5–0,6 г/л; 6–0,8 г/л.
1973 г. 7–0,05 г/л; 8–0,15 г/л; 9–0,2 г/л; 10–0,3 г/л; 11–0,36 г/л.

кая же закономерность отмечается и для натурных рек. Для второй зоны с ростом расхода параметр кинетичности уменьшается. Поэтому пропускать расходы воды на модели по гидрографу можно лишь в диапазоне расходов первой зоны. Вторая зона расходов может быть использована при моделировании конкретно выбранного расхода воды с соответствующим числом Фруда.

Формула (22) соответствует не только общей, но и частной морфометрии, для которой $Fr = const$ при любых расходах воды вплоть до руслоформирующего. Это достигается при условии, когда показатель степени в числителе равен нулю, т.е. $1-X_в-1{,}5\,X_h = 0$ или же $X_в = 1-1{,}5\,X_h$.

Так, В.С.Лапшенков /4/ на модели с песчаными наносами при сохранении $Fr = 0{,}071 - 0{,}079 = const$ путем самоформирования получил морфометрию, в которой $X_в = 0{,}47$ и $X_h = 0{,}35$; $K_в = 8{,}6$, $K_h = 0{,}262$. При этом выражение $1-X_в-1{,}5\,X_h = 1-0{,}47-0{,}525 = 0$. Поэтому число Фруда по уравнению (22) для полученных значений параметров и показателей степени составит $Fr = 0{,}076 = const$ при любых значениях расхода воды.

Литература

1. Скрыльников В.А. Известия АН УзССР, серия техн. наук, № 2, 1974.

2. Скрыльников В.А. Известия АН УзССР, серия техн. наук, № 6, 1973.

3. Исмагилов Х.А. Труды САНИИРИ, вып. 120, Ташкент, 1970.

4. Лапшенков В.С. Вопросы гидротехники вып. 13, Ташкент, 1963.

5. Каюмов О. Труды САНИИРИ, вып. 140, Ташкент, 1974.

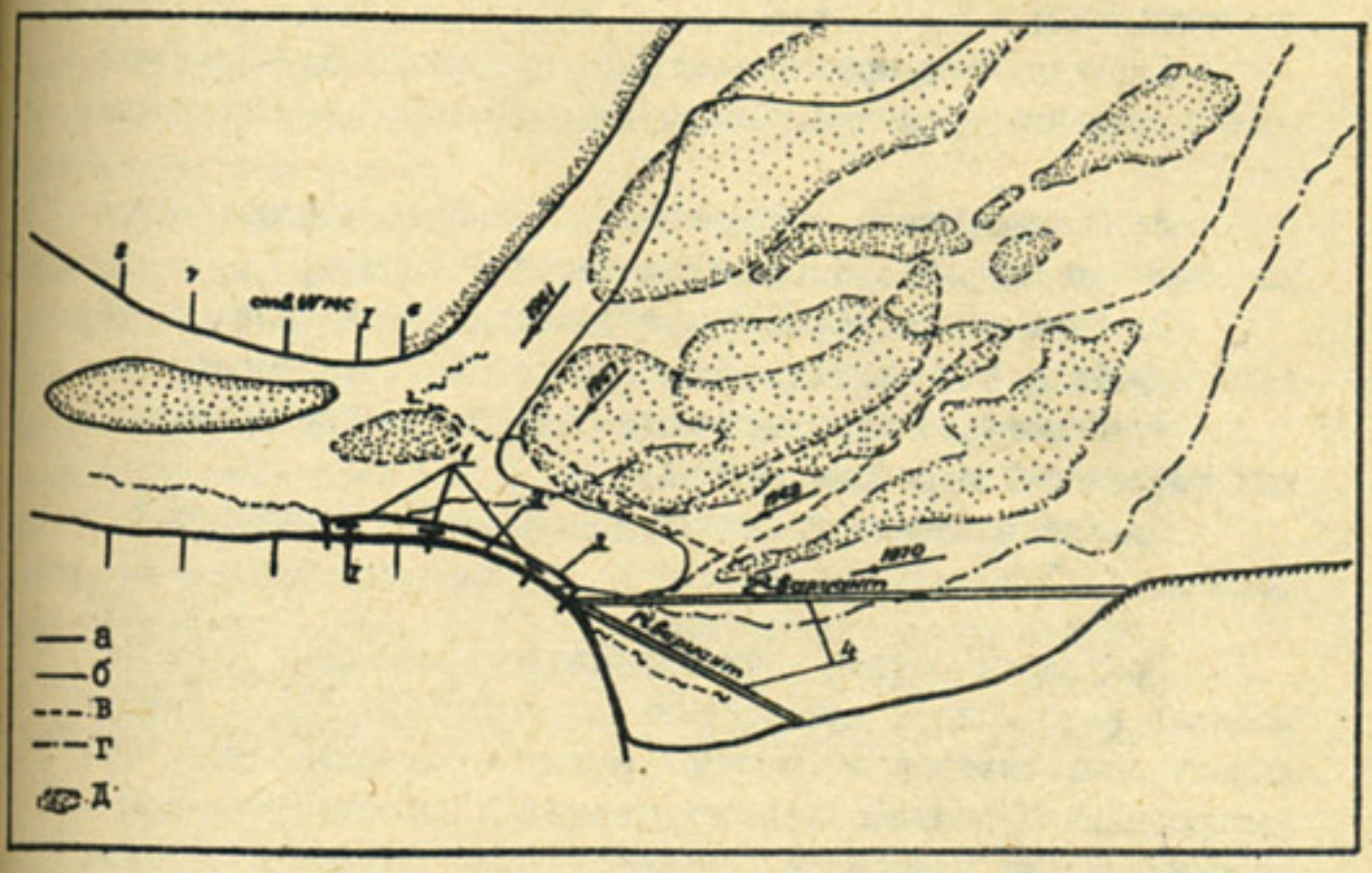
Р.Р.АБДУРАУПОВ
канд.техн.наук, зав.отделом
Д.Ш.АБДУЛЛАЕВ
инженер
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ЧАРДЖОУСКОГО ПРОМВОДОЗАБОРА НА р.АМУДАРЬЕ

Место водозабора для Чарджоуского нефтеперерабатывающего завода институтом "Казводоканалпроект" было выбрано на левом берегу р.Амударьи, непосредственно у входа ее в теснину Ильчик, где берега представляют собой выходы полускальных пород (песчаники). Русло здесь слабоизвилистое , дно сложено песчано-илистыми аллювиальными отложениями и подвержено деформациям. У входа в теснину расположен водопост УГМС ст.Ильчик.

Несмотря на различные условия подхода потока к оси стеснения, на участке размещения створов водозабора в половодье он всегда остается прижатым к левому коренному берегу. У входа в стеснение левый берег имеет неразмываемый выступ, благодаря чему бровка русла в этом месте имеет наименьшие перемещения и у створа 6 как бы закреплена (рисунок).

Но перемещение бровки с удалением от створа вверх по реке возрастает и, причем, существенно больше, чем при удалении вниз, в сторону стеснения. Так, за 15 лет наблюдений у створа водопоста линия уреза воды то отходила, примерно, на 250 м, то приближалась к уступу коренного берега. В то же время перед входом в стеснение положение ее изменялось, примерно, до 1000 м. Кроме того, на участке перед входом в стеснение образуются русловые отложения в форме осередка или побочня. Осередки при этом чаще всего занимают центральную часть русла.



Совмещенные планы русла участка р.Амударьи в районе водозабора с показанием берегозащитного мероприятия: I - водозаборные оголовки; 2 - шпунтовая стенка; 3 - гибкое тюфячное покрытие; 4 - сквозные защитные сооружения из свай оболочек. Условные обозначения: а - коренные берега; б - контуры русла в 1961 г.; в - то же, в 1966 г.; г - то же, в 1970 г. по литоотискам планов; д - острова и мели; М I:25000 в момент съемки.

Отсутствие подробных гидрологических материалов, характеризующих состояние реки во всем возможном диапазоне изменений расходов и уровней в районе Чарджоуского промводозабора, сложность русловых процессов, а также необходимость уточнения местоположения выбранных створов берегового водозабора требовали выполнения специальных исследований режима реки в бытовых условиях. Основные вопросы

исследований:

I. Уточнение правильности выбора масштаба вертикального искажения русловой модели для рассматриваемого участка;

2. Рассмотрение особенности втекания распластанного многорукавного речного потока в теснину Ильчик;

3. Изучение особенности обтекания потоком левого берега в районе размещения створов берегового водозабора;

4. Выяснение необходимости устройства берегозащитных сооружений в районе забора воды;

5. Установление граничных условий для фрагментной модели.

Поскольку точное воспроизведение песчаных русл на моделях невозможно, для решения поставленных задач приходилось пользоваться имеющимися методами приближенного моделирования и оперировать осредненными характеристиками гидравлических элементов потока и русла натуры, с соответствующим уменьшением их на величину принятых масштабов модели.

На искаженной модели в качестве размываемого материала и наносов был использован сырдарьинский песок, фракционный состав которого был близок натурному. Вертикальный масштаб был принят по методике Р.Р.Абдураупова /2/. Размеры площадки позволили в плановом масштабе I:500 охватить участок реки протяженностью I2 км (5 км до створа УГМС ст.Ильчик и 7 км за ним).

Левый берег, выполненный из бетонных плит, был неразмываемым; правый - только в пределах теснины, а выше по течению был размываемым, как в натуре.

Предварительная проверка бытовых условий рассматриваемого участка при принятом искажении масштаба α_h = 40 показала приемлемость его к использованию для проведения основных опытов. При уточнении вертикального масштаба моделирования был построен график зависимости расхода наносов от расхода воды; при этом соблюдалось сходство графиков зависимости уровня воды от расходов в натуре и на модели. На

модели воспроизводилось одно из четырех характерных положений русла, для каждого из них соответственно выполнялась одна серия опытов, охватывающая весь диапазон уровней и расходов воды.

Первоначально дно и контуры русла на модели воспроизводились по материалам натурных съемок, выполненных в 1970 г., и по нему пропускался расход воды, соответствующий моменту съемок. По сформированному при этом расходе руслу выполнялись затем последующие опыты. Натурные расходы воды определялись по данным УГМС ст.Ильчик по графику $Q = f(H)$ за период с 1956 по 1965год.Ширина русла на модели назначалась по графику $Q = f(B)$ для стесненного участка, построенному по данным натуры для створа Ильчик, а для участков выше и ниже стеснения - по натурным данным для створа нестесненного участка.

Выводы

1. Исследования в основном подтвердили найденные ранее, по материалам лоцманских карт, особенности характера протекания руслового потока у левого берега в районе водозабора. При всех положениях подхода к стеснению поток протекает, прижимаясь к левому, коренному берегу, хотя обтекание выпуклого левого берега в районе водозабора при различных условиях подхода происходит по-разному. Это позволило рекомендовать на участке левого берега общей протяженностью 800–1000 м (между створами 5–1) разместить створы трехголового водозабора. Наиболее благоприятные условия для забора воды из реки наблюдаются у створа 6. Здесь при всех условиях подхода потока к теснине бровка русла проходит у коренного берега, и поэтому основной створ водозабора рекомендуется разместить у створа 6, а боковые - следующим образом: один выше, в удалении 360 м, а другой ниже - 400 м от основного створа (рисунок).

2. С точки зрения гидравлики потока, наилучшие условия для забора воды создаются при центральном положении

русла на подходе к стеснению. В этом случае контуры русла подходного участка плавно сопрягаются с коренными берегами теснины и русловой поток в районе водозабора протекает, прижимаясь к левому, коренному берегу, и поддерживает здесь глубины, достаточные для забора воды во всех трех головах водозабора.

При левобережном подходе на гидравлике потока в районе водозабора сказывается влияние выступа коренного берега у створа 5, а также неплавность сопряжения выпуклого контура левого берега подходного участка с выступом. Русловой поток в этом случае основной массой протекает по левой части русла и ударяется о выступ, вызывая значительные деформации дна, главным образом, в районе размещения верхового и основного створов. А размытый материал и транспортируемые потоком наносы отлагаются за выступом, и для подвода воды к третьей голове водозабора уже необходима расчистка дна или устройство боковой прорези.

При правобережном подходе поток на входе в теснину получает направление в сторону левого, коренного, берега (примерно, под углом 50–60°) с центром удара в створе 6, и вызывает на этом участке значительные деформации дна и способствует возникновению хороших условий для забора воды в местах размещения основного и низового створов водозабора, а бровка берега русла у верхового створа водозабора отходит от коренного берега, и для подвода воды к ней требуется устройство боковой прорези.

Максимальная глубина размыва дна русла у коренного левого берега в районе водозабора, по модельным данным, достигала II м.

3. По геологическим данным "Казводоканалпроекта", в районе водозабора по обоим берегам имеются выходы на поверхность песчаников, способных ограничить перемещение русла. Но так как песчаники в литологическом разрезе в ряде мест подостланы песками, то при наблюдаемых условиях обтекания левого берега русловым потоком есть опасения его размыва.

Поэтому, если дополнительные геологические материалы

подтвердят опасения разрушения левого берега, рекомендуется предусмотреть берегозащитные мероприятия, показанные на рисунке.

Ширина гибкого крепления у глухой шпунтовой стенки (20 м) и максимальная глубина размыва у сквозных сооружений из свай оболочек (10 м) определены расчетом /1,3,4/.

Следовательно, в условиях теснин характер протекания потока, а также русловые деформации имеют свои специфические особенности. Здесь всегда можно выявить места, наиболее удобные для размещения створов береговых водозаборов.

Литература

1. Абальянц С.Х. Сквозные берегозащитные одежды для низовьев рек. Труды САНИИРИ, вып.120. Ташкент, 1970.

2. Мухамедов А.М., Абдураупов Р.Р. Некоторые результаты лабораторных исследований по регулированию потока и выправлению русла Амударьи системой сквозных шпор в районе Ташсакинского гидроузла. Труды САНИИРИ, вып.120. Ташкент,1970.

3. Туманов А.А. Некоторые вопросы формирования местного размыва при обтекании преград. Труды САНИИРИ, вып.120. Ташкент,1970.

4. Уркенбаев Р. Некоторые вопросы гидравлики сквозных шпор. Труды САНИИРИ, вып.117. Ташкент, 1968.

Ф.М. ИСМАИЛИ
инженер
(САНИИРИ имени В.Д. Журина)

К ВЫБОРУ ДЛИНЫ ПОДВОДЯЩЕГО РУСЛА ПРИПЛОТИННЫХ ВОДОЗАБОРНЫХ УЗЛОВ

В лаборатории эксплуатации водозаборных узлов САНИИРИ в 1972-1973 гг. выполнялись работы по выбору оптимальной длины прямой вставки подводящего русла в двухстороннем приплотинном водозаборном узле фронтального типа.

Исследования выполнялись на искаженной модели с горизонтальным масштабом 1:1000 и вертикальным 1:100. В качестве заменителя наносов и ложа реки были приняты кальцинированные опилки со средним диаметром 1,0 мм, удельным весом 1,04 г/см^3, объемным весом 0,6 г/см^3, средней гидравлической крупностью 15,4 мм/сек и начальной скоростью 10 см/сек.

Задача исследований:

1) изучение влияния формирования верхнего бьефа на условия подхода потока к гидроузлу; и 2) распределения расходов воды и наносов при различных длинах прямой вставки в подводящем русле.

В соответствии с поставленными задачами на модели были испытаны три длины прямой вставки подводящего русла (4,0В; 5, 5В и 6,0В) с подходом потока к входу этой вставки под углами 50-60^0 и 75-80^0; пропускаемые расходы воды при этом равнялись 3,5 и 7 л/сек.

Одновременно с этим для трех длин прямой вставки подводящего русла и при угле подхода 50-60^0 к входу этой вставки (в случае равного водозабора на оба берега) были построены планы течений по методу Н.М.Бернадского, в основу которого положены динамические уравнения, составленные для транзитной струи, и условия, учитывающие взаимодействие между струями:

а) уравнение продольного динамического равновесия –

$$J = \frac{v^2}{c^2 h} + \frac{d\left(\frac{v^2}{2g}\right)}{dx}; \qquad (1)$$

б) уравнение поперечного динамического равновесия –

$$J_z = \frac{v^2}{gr} \qquad (2)$$

где v – средняя скорость в поперечном сечении транзитной струи;

h – средняя глубина струи в пределах клетки ортогональной решетки Шези;

c – среднее значение коэффициента Шези на участке струи;

r – радиус кривизны струи;

J_x и J_z – соответственно продольный и поперечной уклоны свободной поверхности.

Так как для решения поставленный задачи этих уравнений недостаточно, к ним были добавлены уравнение неразрывности –

$$\delta Q = v \delta \omega = v b h = const, \qquad (3)$$

где δQ – расход струи,

и уравнение падений поверхности, охватывающее две соседние струи и взаимосвязывающее их –

$$\delta_0 + i_0 + \delta - i = 0, \qquad (4)$$

где δ – падение струи по длине;

i – падение струи по поперечнику;

δ_0, i_0 – те же величины, относящиеся к начальной струе (рис. I).

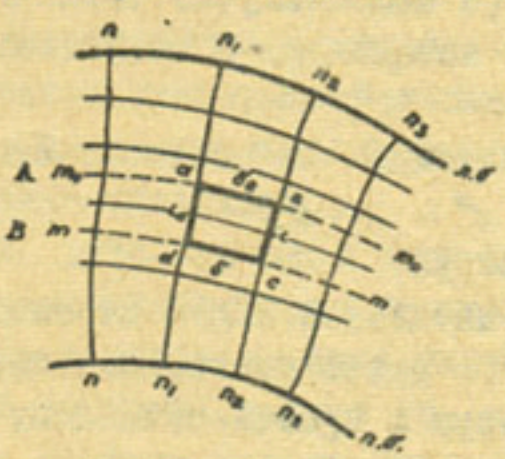


Рис. I. Падения i, δ, i_0 и δ_0 по струям и поперечникам плана течений.

Решив совместно эти четыре уравнения, Н.М.Бернадский получил расчетное уравнение, имеющее вид

$$\varkappa = \varkappa_0 \bar{h}^{1,67} \frac{\eta}{\bar{n}} \qquad (5)$$

где каждый $\eta = \frac{\delta \ell}{\delta_0 \ell_0}$;

$\bar{n}$ – относительная шероховатость $\bar{n} = \frac{n}{n_0}$;

$\bar{h}$ – относительная глубина, равная $\frac{h}{h_0}$

$\varkappa$ – отношение длины клетки ортогональной решетки к ее ширине,

$$\varkappa = \frac{\ell}{\delta}; \quad \varkappa_0 = \frac{\ell_0}{\delta_0}.$$

При построении первого приближения принимаем $n = I$ и $\bar{n} = I$ и вместо уравнения (5) пользуемся расчетной зависимостью

$$\varkappa = \varkappa_0 \bar{h}^{1,67}. \qquad (6)$$

С этой целью в начале изучаемого участка реки нами назначался расчетный ортогональный поперечник. С расчетного поперечника по изобатам снимался поперечный профиль русла, затем для каждой струи определялись средние глубины h и ширина струи δ. Причем, поток делили на струи таким образом, чтобы каждая из них несла равные расходы.

Одна из струй (в нашем случае левая крайняя по течению) принималась за начальную, и относительно ее велся расчет.

Длину клетки находили из соотношения

$$\ell = \varkappa \cdot \delta, \qquad (7)$$

где δ – ширина струи.

Первая клетка начальной струи строилась из расчета К = 0, т.е. $\ell = \delta$. Далее построение клеток велось от клетки начальной струи к противоположному берегу на основании расчета по формуле (6) (рис. 2).

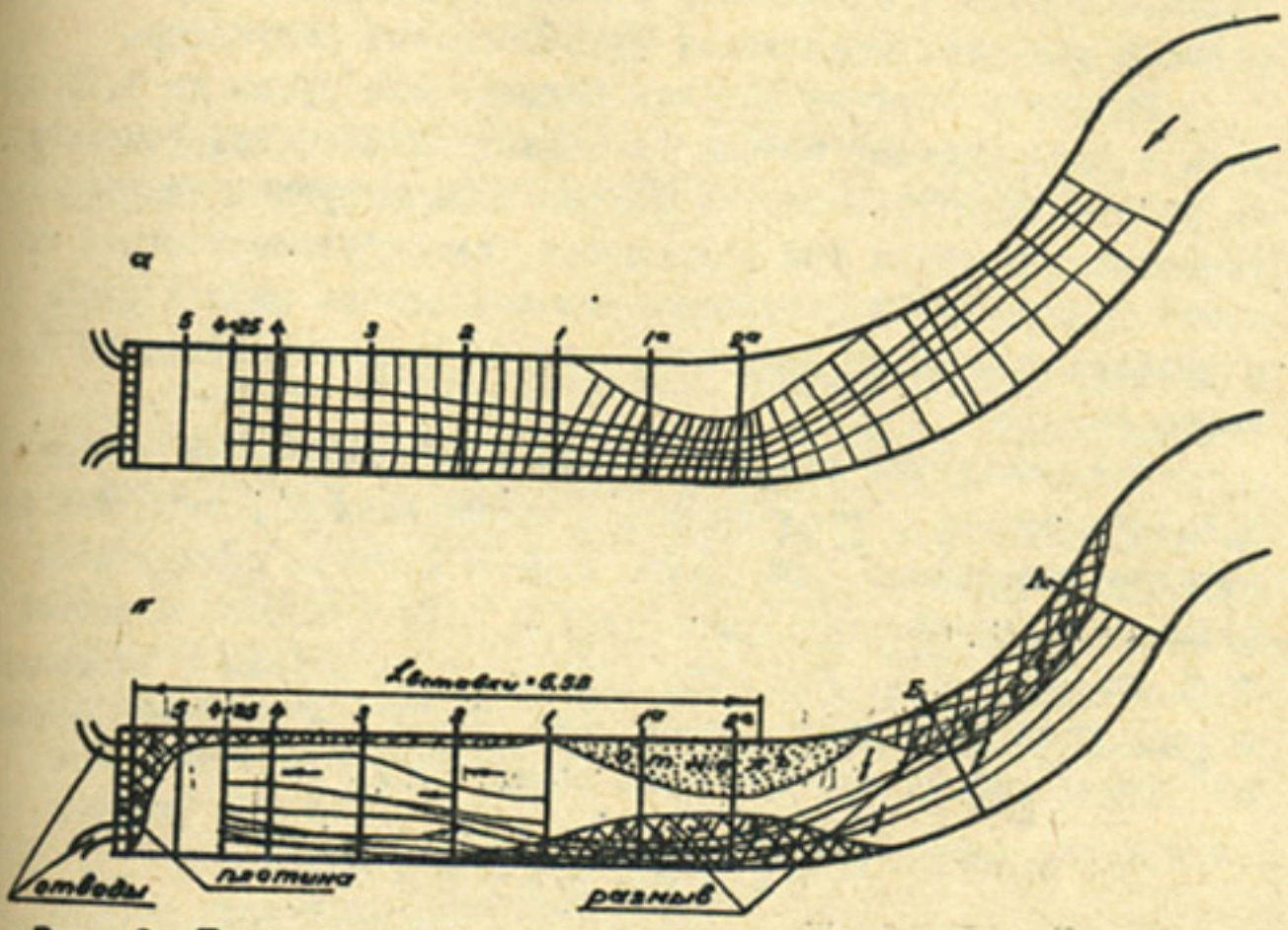


Рис. 2. План течений: а – построенный методом Н.М.Бернадского; б – построенный по экспериментальным данным.

стальные клетки плановой сетки строились аналогичным спосо-ом, постепенно заполняя всю область течения исследуемого отока.

Как показало построение планов течений по методу Н.М.Бер-адского, длина подводящего русла должна быть не менее -5,0В, что дает удовлетворительное сходство с длиной под-одящего русла, найденной экспериментальным путем.

Таким образом, результаты выполненных работ и их анализ озволяют констатировать сдедующее.

Наличие кривизны, расположенной выше прямой вставки под-одящего русла, создавало устойчивое прохождение потока при аданных расходах воды в пределах зарегулированного русла.

При длине прямой вставки, равной 4В, на подходе к плоти-е не удалось создать сколько-нибудь равномерный подход в арактере течения и в большинстве своем независимо от угла

подхода потока к начальному створу подводящего русла в более тяжелых условиях оказывался правобережный регулятор.

Удлинение прямой вставки подводящего русла до 5,5В привело к выравниванию потока на подходе к плотине. Равномерный по фронту гидроузла подход потока создал лучшее условие для управления потоком при водозаборе, способствовал более или менее равномерному распределению наносов по ширине русла и пропорциональному делению расходов воды и наносов по отводам на узле.

Сопоставление плана течения, построенного по методу Н.М.Бернадского и полученного в экспериментах, дает нам основание утверждать, что длина прямой вставки подводящего русла в двухстороннем приплотинном типе водозабора должна быть не менее 5/В. При этом угол подхода потока к входному створу прямой вставки должен быть 50–60^0, а при угле более 60^0 длина прямой вставки – не менее 5,5В.

Литература

I. Алтунин С.Т. Водозаборные узлы и водохранилища, изд-во "Колос", М., 1964.

2. Алтунин С.Т. Регулирование русл. М., Сельхозиздат, 1962.

3. Караушев В.В. Речная гидравлика, М., Гидрометиздат, 1969.

4. Леви И.И. Динамика русловых потоков, М-Л., Госэнергоиздат, 1957.

5. Мухамедов А.М. Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. 15, М., 1964.

В.А.СКРЫЛЬНИКОВ
кандидат технических наук
А.Г.ПУЛАТОВ
инженер

РАСЧЕТ КРИВОЙ ПОДПОРА В ПРОЦЕССЕ ЗАНЕСЕНИЯ ВЕРХНИХ БЬЕФОВ НИЗКОНАПОРНЫХ ГИДРОУЗЛОВ

Вопросу расчета положения кривых подпора верхних бьефов низконапорных гидроузлов в процессе занесения посвящены работы С.Т.Алтунина и И.А.Бузунова /I/, И.И.Леви /2/, В.И.Гончарова и В.И.Полтавцева /3/, В.Н.Шолохова /4/, И.А.Шнеера /5/ и др. Однако ряд вопросов в них остается нерешенным. В частности, требуют выяснения такие вопросы, как влияние фракционного состава на характер кривых подпора, положение кривых подпора на любой момент занесения и т.д.

В настоящей работе излагается методика расчета с учетом указанных выше факторов.

Для определения уклона водной поверхности в расчетных створах при условии общего размыва получена формула /5/, в основу которой положено соотношение транспортирующей способности потока (по И.В.Егиазарову) в сечении "Х" и в бытовых условиях. Поскольку это соотношение применимо и для условий верхнего бьефа, расчетная схема которого

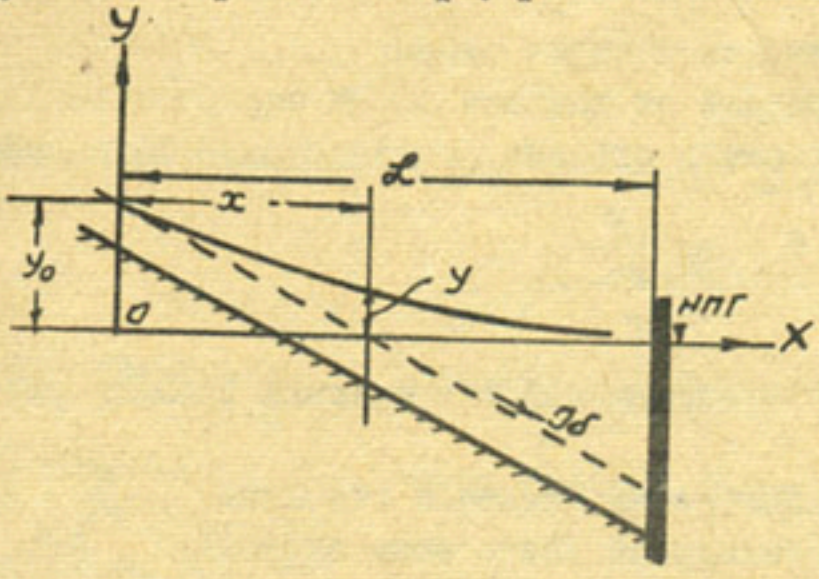


Рис.I.Схема к расчету кривой подпора в заносимых верхних бьефах гидроузлов.

приведена на рис.I, то по аналогии с указанной формулой для этих условий можно написать следующее выражение:

$$J_x = \frac{M_x}{M_б}(J_б - J_н) + J_н, \qquad (I)$$

где J_x – уклон водной поверхности в створе "Х" верхнего бьефа;

$J_б$ – уклон водной поверхности в бытовых условиях;

M_x – нагрузка потока наносами в створе "Х" верхнего бьефа;

$M_б$ – нагрузка потока наносами в бытовом русле;

$J_н$ – уклон водной поверхности, при котором прекращается движение наносов ($M = 0$).

При подставлении в (I) степени осветления ε_x, согласно выражению

$$\varepsilon_x = \frac{M_б - M_x}{M_x} = 1 - \frac{M_x}{M_б}, \qquad (2)$$

формула (I) примет вид:

$$J_x = (1 - \varepsilon_x)(J_б - J_н) + J_н. \qquad (3)$$

Для определения степени осветления ε_x целесообразно использовать зависимость, предложенную в работе /2/:

$$\varepsilon = 1 - \left(\frac{V_р}{V_c}\right)^{\eta}, \qquad (4)$$

где $V_р$ – объем устойчивого русла;

V_c – свободный от наносов объем верхнего бьефа;

η – показатель степени, определяемый по выражению

$$\eta = \frac{3,5}{\frac{D_{max}}{d_{ср}} - 1}; \qquad (5)$$

D_{max} и $d_{ср}$ – максимальный и средний диаметр смеси наносов.

На рис.2 приведены значения отношения $\frac{V_р}{V_c}$ в зависимости от относительной длины зоны занесения $\frac{x}{L}$ в пре-

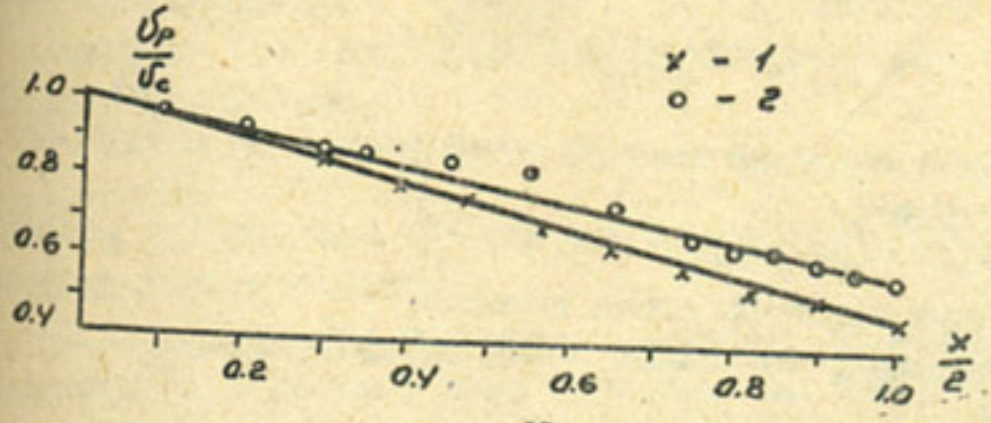


Рис.2.График зависимости $\frac{V_p}{V_c}$ от относительной длины подпора в верхнем бьефе Сарыкурганского гидроузла I-1950г,2-1954г.

делах длины кривой подпора ℓ , вычисленные по данным многолетних измерений в верхнем бьефе Сарыкурганского гидроузла, охватывающим различные этапы занесения.

Как следует из рис.2,натурные точки достаточно удовлетворительно располагаются относительно прямой, построенной по выражению

$$\frac{V_p}{V_c} = 1 - p\frac{x}{\ell}. \qquad (6)$$

Подставив (5) в выражение (4) и введя индекс "X", получим

$$\varepsilon_x = 1 - \left(1 - p\frac{x}{\ell}\right)^n. \qquad (7)$$

Для определения значения p используем граничное условие - $X = \ell$.

Степень осветления ε_x равна степени осветления в створе гидроузла ε_ℓ. Подставляя $x = \ell$ и $\varepsilon_x = \varepsilon_\ell$ в (7) и решая относительно "P", получим

$$p = 1 - (1 - \varepsilon_\ell)^{1/n}. \qquad (8)$$

В работе (5) дана формула для определения степени освет-

ления верхнего бьефа в створе гидроузла;

$$\varepsilon_t = \varepsilon' e^{-\kappa t} = \varepsilon' e^{\frac{-\varepsilon' \gamma_0}{V_0} \cdot t}, \qquad (9)$$

где ε' – первоначальная степень осветления (к концу I-го года эксплуатации);

t – время занесения;

γ_0 – объем годового стока наносов;

V_0 – предельно заносимый объем верхнего бьефа.

Таким образом,

$$\rho = 1 - (1 - \varepsilon' e^{\frac{-\varepsilon' \gamma_0}{V_0} \cdot t})^{1/n}. \qquad (10)$$

Возвращаясь к выражению (7), подставим определяемую им величину ε_x в (3), что дает

$$J_x = (1 - \rho \frac{x}{L})^n (J_б - J_н) + J_н. \qquad (11)$$

Выражая уклон, как допускается в гидравлике открытых русл, через тангенс угла наклона касательной к свободной поверхности, т.е. полагая $J_н = -\frac{dy}{dx}$ и интегрируя левую и правую части полученного выражения по "X", имеем:

$$y = \frac{(J_б - J_н) L}{\rho (n+1)} \left(1 - \rho \frac{x}{L}\right)^{n+1} J_н - x + c. \qquad (12)$$

Произвольную постоянную "с" определим, подставляя в (12) граничные условия: $x = L$; $y = 0$, что дает

$$c = -\frac{(J_б - J_н) L}{\rho (n+1)} (1 - \rho)^{n+1} + J_н - J. \qquad (13)$$

Подставляя значение "с" из (13) в (12), получим уравнение кривой свободной поверхности в верхнем бьефе низконапорного гидроузла

$$y = \frac{(J_б - J_н)}{\rho (n+1)} \left[(1 - \rho \frac{x}{L})^{n+1} - (1-\rho)^{n+1} \right] + J_н (L - x). \qquad (14)$$

Выражение (I4) представляет собой параболу, показатель степени которой q согласно (5) зависит от коэффициента разнородности $\frac{D_{max}}{d_{ср.}}$ состава наносов. При q = = I уравнение (I4) принимает вид параболы второй степени, которую в общем виде –

$$y = ax^2 + bx + c —$$

предлагал Н.А.Бузунов /3/ для расчета кривых подпора в зоне занесения верхнего бьефа.

И.Х.Енилеев /4/ рассмотрел вопрос о возможности построения кривых подпора в зоне занесения верхнего бьефа по уравнению параболы с показателем степени n —

$$y = ax^n + bx + c —$$

и высказал предположение о зависимости значения показателя степени от фракционного состава отложений. Однако вид такой зависимости не установлен им.

Подставляя в (I4) $X = 0$, $У = У_0 - J_б \cdot L - (H_п - h_б)$, получим следующую удобную формулу для определения длины подпора в заносимом бьефе:

$$L = \frac{H_п - h_б}{(J_б - J_н)\left[-\frac{(1-\rho)^{q+1}}{\rho(q+1)}\right]} \qquad (I5)$$

или

$$L = K \frac{H_п - h_б}{J_б - J_н}, \qquad (I6)$$

где $K = \frac{1}{1 - \frac{1-(1-\rho)^{q+1}}{\rho(q+1)}} = \frac{(q+1)\left[1-(1-\varepsilon_L)^{1/q}\right]}{(q+1)\left[1-(1-\varepsilon_н)^{1/q}\right] + (1-\varepsilon_L)^{\frac{q+1}{q}}}$. (I7)

В некоторых случаях расчетов занесения бьефов на горно-предгорных участках рек уклоном $J_н$ можно пренебречь, тогда формула (I6) будет выглядеть так:

$$L = K_1 \frac{H_п - h_б}{J_б}.$$

Заметим, что формула вида (I8) ранее была предложена С.Т.Алтуниным /3/ и В.П.Шолоховым /6/, которые рекомендовали принимать средние значения коэффициента "К" в зависимости от этапов (периодов) занесения. При этом С.Т.Алтунин предлагал для конца I периода (полное отложение всех донных наносов) К = I,2; для конца II (поступление в нижний бьеф количества наносов, равного транспортирующей способности размытого русла) - К = 5,5 и для конца III (полное занесение верхнего бьефа) - К = I0.

В.И.Шолохов выделил четыре периода в процессе занесения. Конец дополнительного III периода определяется моментом занесения верхнего бьефа, когда размытое русло нижнего бьефа восстанавливается до бытового. Кроме того, им рекомендуются значения коэффициента "К" для узких и широких бьефов в отдельности.

Так, для узких бьефов в конце I периода

К = I,8 - 2,0; в конце II периода К = 3 - 4.

Для широких бьефов в конце I периода К = 2; в конце II периода К = 5,5; в конце IУ периода (полное занесение) К ≈ 8 - I0.

Указанные методы не содержат рекомендаций для определения, какой из периодов может иметь место в начальный момент работы гидроузла.

Для выяснения диапазона изменений коэффициента "К" нами произведены расчеты по формуле (I7) для случая η = I (коэффициент разнородности наносов $\frac{d_{max}}{d_{ср.}}$ = 4,5) при значениях ε_1, равных I; 0,5; 0,2; 0,I. В результате получены следующие значения: К = 2, 4, I0 и 20.

Сопоставляя полученные коэффициенты с рекомендуемыми методами С.Т.Алтунина /I/ и В.Н.Шолохова /4/, можно отметить, что коэффициент удлинения кривой подпора может превышать указанное ими предельное значение К = I0. Это объясняется отсутствием точных натурных и лабораторных данных для определения этого коэффициента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтунин С. Т. Регулирование русел рек. Сельхозгиз, 1956.

2. Леви И. И. Динамика русловых потоков. Госэнергоиздат, 1957.

3. Гончаров В. Н. Основы динамики русловых потоков. Л., 1954.

4. Шолохов В. Н. К вопросу о формировании русел в бьефах низконапорных плотин на горно-предгорных участках рек. Труды САНИИРИ, вып.84, Ташкент, 1957.

5. Скрыльников В. А. Расчет общего размыва русла в мелкопесчаных грунтах. Изв.АН УзССР, серия техн.наук, № 2, 1965.

6. Скрыльников В. А. Некоторые закономерности процесса занесения верхних бьефов низконапорных гидроузлов. Труды САНИИРИ, вып.120, Ташкент, 1970.

7. Енилеев И. Х. Метод построения кривых подпора в верхнем бьефе водозаборных узлов. Бюлл.ТИИИМСХ, Ташкент, 1958.

8. Скрыльников В. А. Прогноз общего размыва русла в нижнем бьефе низконапорных гидроузлов. Труды САНИИРИ, вып.117, Ташкент, 1968.

А.Г.ПУЛАТОВ
инженер

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРУПНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ В ВЕРХНЕМ БЬЕФЕ НИЗКОНАПОРНОГО ГИДРОУЗЛА

Согласно предложению С.Т.Алтунина и И.А.Бузунова /I/ при расчетах общего размыва нижнего бьефа низконапорных плотин на горно-предгорных участках с учетом самоотмостки дна крупными фракциями, кривая фракционного состава гравелисто-галечниковых отложений может быть описана показательной формулой следующего вида:

$$P_d = \left(\frac{d_i}{D_{max}}\right)^{1/m} \cdot 100, \qquad (I)$$

где P_d - процентное содержание фракций крупностью $d \leq d_i$;
D_{max} - наибольший диаметр отложений.

Показатель степени в формуле (I) легко определяется из условия:

$$d_{cp} = \frac{\Sigma \Delta P_d \cdot d_i}{100} = \frac{1}{100}\int_0^{D_{max}} d_i \, d\cdot(P_d). \qquad (2)$$

Подставляя в (2) P_d согласно (I) и интегрируя, имеем

$$d_{cp} = \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{1+\frac{1}{m}} \cdot D_{max} = \frac{1}{1+m} D_{max}.$$

Откуда

$$m = \frac{D_{max}}{d_{cp}} - 1. \qquad (3)$$

Проведенная нами в САНИИРИ обработка натурных данных по ряду низконапорных гидроузлов показала, что формула (I), в которой " m " определяется по (3), достаточно удовлетворительно описывает распределение крупности как донных гравелисто-галечниковых отложений, так и влекомых наносов. Поэтому формулы (I) и (3) приняты нами за основу дальнейших построений.

Рассматривая створ верхнего бьефа в зоне подпора, находящемся на расстоянии "X" от створа выклинивания кривой подпора (рисунок), пренебрегая пересортировкой донных наносов, примем (как и многие исследователи), что через этот створ проходят все частицы с диаметром $d \leq d_x$.
Тогда степень осветления для этого створа $\mathcal{E}_x$ может быть определена по выражению

$$\mathcal{E}_x = \frac{100 - P_x}{100} = 1 - \left(\frac{d_x}{D_{max}}\right)^{1/m}. \qquad (4)$$

Откуда

$$d_x = (1 - \mathcal{E}_x)^m \cdot D_{max}. \qquad (5)$$

В работе /I/ нами получено выражение

$$1 - \mathcal{E}_x = \left(1 - \rho \frac{x}{\alpha}\right)^{\eta}, \qquad (6)$$

где

$$\eta = \frac{3\delta}{m};$$

x и α – расстояния до рассматриваемого створа и створа плотины от створа выклинивания кривой подпора;
$\rho = (1 - \mathcal{E}_x)^{1/\eta + 1}$ – параметр бьефа.

Для определения α и $\mathcal{E}$ в работе /2/ рекомендуются формулы

$$\alpha = K \frac{H_0 - h_\delta}{J_\delta};$$

$$\mathcal{E}_t = \mathcal{E}_e^{-\kappa t}.$$

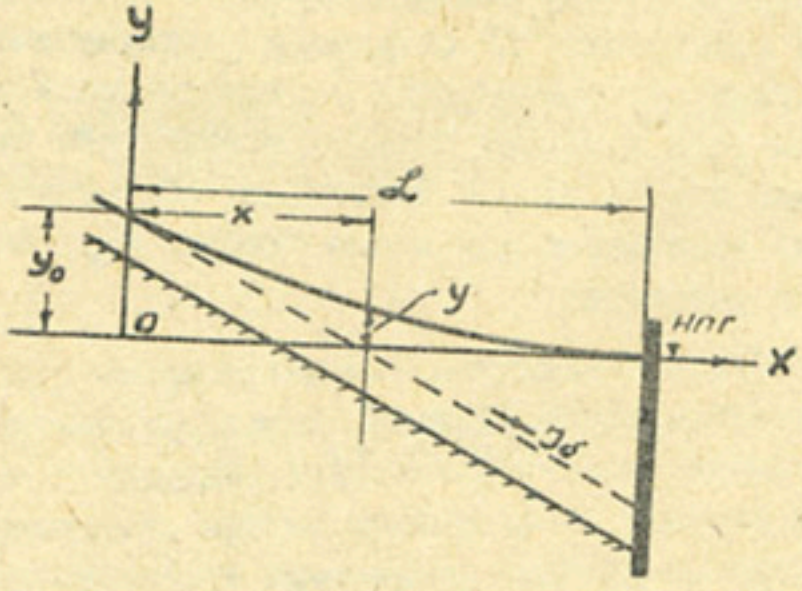


Схема к расчету кривой подпора в заносимых верхних бьефах гидроузлов.

Исключая ($1-\varepsilon_x$) из (5) и (6), имеем

$$dx = \left(1 - P\frac{x}{L}\right)^{3,5} D_{max.} \qquad (7)$$

Полученная формула позволяет определять наибольший диаметр частиц наносов, проходящих через рассматриваемый створ. Узнав этот диаметр по формуле (I), можно определить общий процент содержания фракций $d \leq dx$ в бытовом составе наносов:

$$P_{x\%} = \left(\frac{dx}{D_{max}}\right)^{1/m} \cdot 100.$$

Тогда в соответствии со сделанным ранее предположением процент содержания каждой фракции $d_{ср} \leq dx$ в составе наносов, проходящих через расчетный створ, определится по формуле

$$P'_{ср} = \frac{P_{ср}}{P_x} \cdot 100 = P_{ср}\left(\frac{D_{max}}{dx}\right)^{1/m} \cdot 100,$$

где $P_{ср}$ - процент содержания этой фракции в бытовом составе наносов. Анализируя входящие в формулу (7) величины, можно отметить, что согласно приведенным выше формулам параметр бьефа "Р" уменьшается по времени (степень осветления

бьефа уменьшается с увеличением t), а длина кривой подпора " α " увеличивается (с уменьшением "Р" увеличивается коэффициент "К"). Если же рассматривать какой-то момент времени t, то из формулы (7) следует, что диаметр " d_x " уменьшается с увеличением "х", т.е. по мере приближения рассматриваемого створа к плотине. При этом в створе выклинивания кривой подпора ($X = 0$), $d_x = D_{max}$, т.е. фракционный состав наносов равен бытовому, а в створе плотины при $X = \alpha$

$$d_\alpha = (1-\rho)^{3,5} D_{max} = (1-\varepsilon)^m D_{max}. \quad (9)$$

Полученная формула может быть использована для определения наибольшей крупности донных наносов, сбрасываемых в нижний бьеф плотины в различные моменты ее занесения. При этом процентное содержание фракций $d < d_x$ в сбрасываемых наносах на данный момент времени может определяться по формуле (8) с учетом (9):

$$P'_\varphi = \frac{P_\varphi}{1-\varepsilon_t} \cdot 100 \quad (10)$$

Результаты расчетов по формулам (9) и (10) могут найти практическое использование при прогнозах общего размыва нижнего бьефа и разработке АСУ гидроузлов. Что же касается формул (8), то они могут быть использованы для выяснения общей динамики изменения фракционного состава наносов по длине бьефа в процессе его занесения, что по-видимому позволит судить о возможном развитии боковой эрозии (т.е. размыва берегов), связанном с повышением сопротивляемости дна размыву.

В заключение заметим, что в настоящее время, ввиду сложности определения D_{max} по натурным измерениям, для характеристики неоднородности гранулометрического состава используют диаметр D_ρ, соответствующий диаметру частиц, мельче которых содержится " ρ " по весу (обычно Р = 95%).

Подставляя диаметр D_ρ в (I), получим

$$D_{max} = D_\rho \left(\frac{100}{\rho}\right)^{1/m}, \quad (11)$$

откуда согласно (3) для определения "m" получим следующее выражение:

$$(m+1)\left(\frac{\rho}{100}\right)^{1/m} = \frac{D\rho}{d_{cp}} . \qquad (12)$$

Полученные формулы (II) и (I2) позволяют использовать изложенную выше методику расчетов, если максимальный диаметр наносов остался не определенным. Подставляя в (I2) вместо D_g наибольший диаметр сита, а вместо "Р" - процент фракций, прошедших через сито (т.е. разницу между I00% и процентом фракций, оставшихся на сите с наибольшим диаметром), подбором определяем " m ", а затем по выражению (II) находим искомые D_{max}. Дальнейшие расчеты в зависимости от поставленной задачи производят по выражениям (I0) и (II) или (7) и (9).

ЛИТЕРАТУРА

I. Алтунин С.Т. и др. Методическая записка к составлению курсового проекта по регулированию русла у водозаборных узлов. Ташкент, ТИИИМСХ, I957.

2. Скрыльников В.А., Пулатов А.Г Расчет кривой подпора в процессе занесения верхни бьефов низконапорных гидроузлов. Сб.научных трудов, вып.I5I, Ташкент, САНИИРИ, I976.

С.И. КЕБЕРЛЕ
канд.техн.наук, зав.лабораторией
Л.А. ГЕХТЕР
ст.научный сотрудник
В.В. ПЕРЕПЕЛКИНА
канд.техн.наук, ст.научн.сотрудник
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

К АВТОМАТИЗАЦИИ СИФОНОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Натурные исследования сифонов Кукмазарской насосной станции выявили необходимость разработки и установки дополнительно к имеющимся еще двух автоматически действующих ограничителей. В настоящее время на клапане срыва вакуума имеется устройство в виде реле времени. При включении насоса закрытие клапана срыва вакуума (КСВ) автоматически задерживается до подхода воды к гребню, чем обеспечивается свбодный выход воздуха из сифона при заполнении трубопровода водой. Необходимо дополнительно разработать и установить на всех крупных насосах автоматически действующие устройства, ограничивающие при включении насоса закрытие клапана срыва вакуума при горизонтах воды в канале, близких к отметке шелыги сифона во избежание прорыва воздуха из водобойного колодца в заряжающийся сифон. КСВ должен закрываться только после надежного затопления шелыги сифона.

Прорыв воздуха в сифон при преждевременном закрытии клапана срыва вакуума (при малом затоплении шелыги сифона) может вызывать неблагоприятный (помпажный) режим работы насоса в результате недопустимой пульсации давления в сифоне.

Минимально допустимый уровень воды в отводящем канале будет выше отметки шелыги сифона (наинизшей кромки потолка выходной части) на величину

$$h_{доп} = \frac{v_{ср\ вых}^2}{2g} + h_{зап}$$

Величина $h_{доп}$ должна включать в себя небольшой запас в высоте уровня воды и величину пульсации давления воды за выходным сечением сифона, вызываемую пульсацией расхода, неравномерностью распределения скоростей по сечению и конструкцией сопряжения сифона с отводящим каналом.

При выходных скоростях $h_{ср\ вых}$ = I,5–2,0 м/с можно ориентировочно назначить $h_{доп} \approx$ 0,4–0,5 м, а при $V_{ср\ вых}$ = 2–3 м/с, $h_{доп}$ = 0,5–0,75 м и при проведении пусконаладочных работ по насосной станции – уточнить эту величину.

Второе автоматически действующее устройство надо разработать и установить (также на всех крупных насосных станциях с осевыми насосами) с целью ограничения закрытия клапана срыва вакуума сифона при напоре насоса, меньшем минимально допустимого. В противном случае при закрытии КСВ и зарядке сифона рабочая точка на характеристике насоса попадет в вибрационную зону работы.

Минимальный напор насоса, допустимый для включения сифона, определяется по рабочей характеристике насоса и величине уменьшения напора от включения сифона и проверяется при проведении пусконаладочных работ по насосу. Конструкции упомянутых автоматических ограничителей необходимо разработать и проверить в натуре.

Наличие подобных автоматических органичителей предохранит насос от недопустимых режимов работы.

М.С.КОЖЕВНИКОВА
ст.научный сотрудник
И.В.ОСАДЧАЯ
ст.научный сотрудник
Б.И.БЕЛЕСКОВ
канд.техн.наук, ст.научный сотрудник
(САНИИРИ им. В.Д.Курина)

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА И ВЫСОТЫ ВОЛНЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Одним из важных вопросов при проектировании водохранилищ является определение расчетной высоты волны. Правильная оценка ожидаемого волнового режима - гарантия надежности проектируемых на водохранилище сооружений, удобства и экономической выгоды их эксплуатации.

Существенным вопросом при определении расчетной высоты ветровой волны является определение скорости ветра в районе проектируемого водохранилища. В большинстве случаев используются срочные наблюдения за ветром по флюгеру ближайшей метеостанции, которые дают недостаточно правильную характеристику ветрового режима проектируемого водохранилища.

Исследованиями, проведенными отделом эксплуатации водохранилищ на Ташкентском, Каттакурганском, Чардаринском, Кизакском, Талимарджанском, Гиссаракском, Одырдагском и других водохранилищах, показано, что автоматически переносить на проектируемый объект результаты наблюдений на ближайшей метеостанции неправильно.

Топографические условия (особенно в горных районах) приводят к тому, что даже на небольших расстояниях - 5-10 км - наблюдается значительная разница в характере ветрового

режима. Кроме того, срочные наблюдения характеризуют ветровой режим района лишь приблизительно. Поэтому необходимо на месте строительства водохранилищ проводить наблюдения за ветром при помощи самописцев-анеморумбографов, непрерывно регистрирующих среднюю скорость ветра за каждые 10 мин. и его направление. Полученные материалы даже при коротком ряде наблюдений дадут возможность внести коррективы в расчетную скорость.

Наличие связи между скоростями ветра на месте строительства водохранилища и на метеостанции устанавливается по величине коэффициента линейной корреляции. Можно считать, что существует реальная связь между скоростями ветра в этих двух пунктах, если коэффициент, вычисленный по n парам наблюдений за скоростью ветра в этих пунктах, окажется больше величины r, найденной по графику (рисунок) для уровня значимости 0,01.

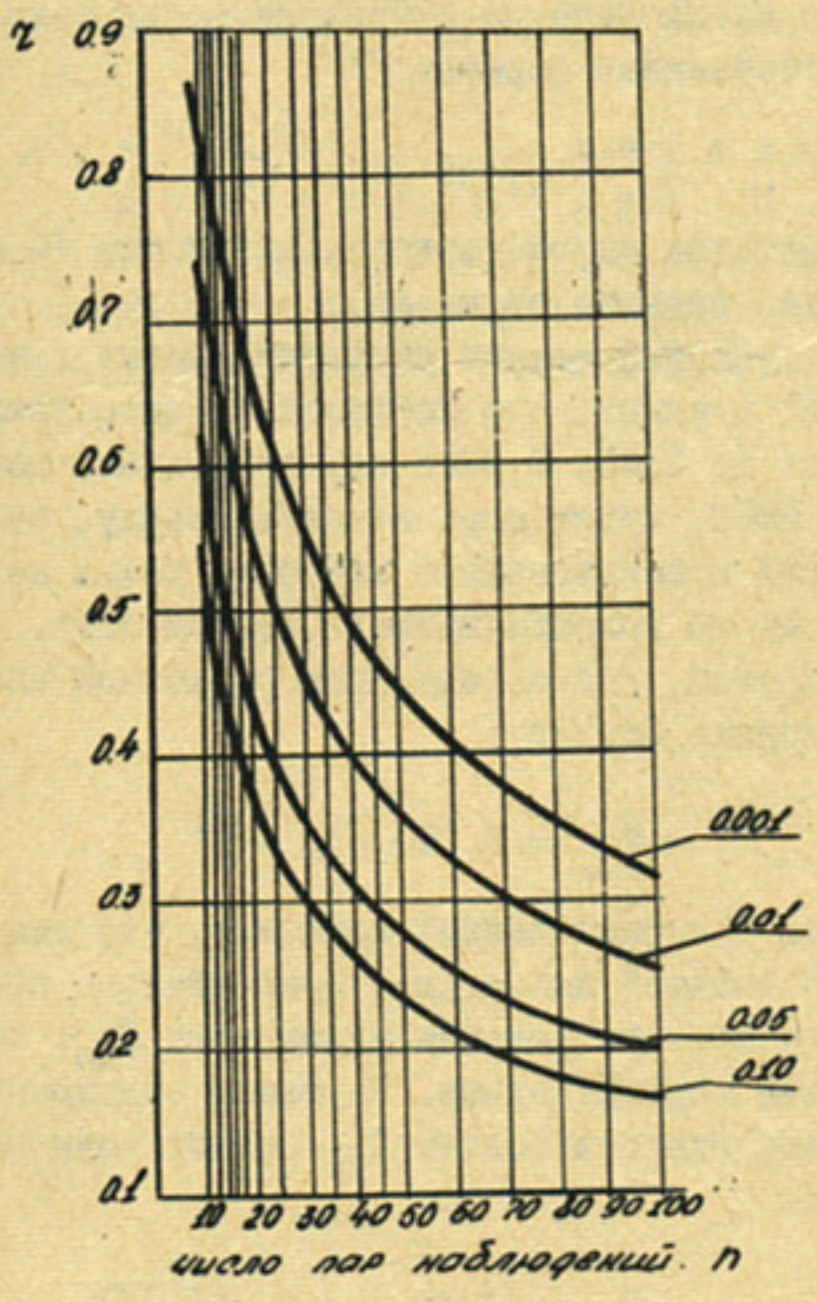
Установив связь, определяют зависимость скорости ветра на месте проектируемого водохранилища от скорости ветра на ближайшей метеостанции при помощи уравнений линий регрессии /2/. Эти уравнения позволяют определить расчетную скорость на водохранилище в зависимости от скорости ветра на метеостанции нужной обеспеченности.

Расчетная скорость ветра должна иметь определенную обеспеченность во времени в зависимости от класса сооружения /3/. Обеспеченность в ряду наблюдений, необходимая при обработке данных по ветру, подсчитывается по зависимости $p = \frac{P}{m}$, где p - процент обеспеченности в ряду наблюдений;

P - процент обеспеченности во времени;

m - среднее число случаев в году скорости ветра рассматриваемого направления.

Скорость ветра нужной обеспеченности в ряду наблюдений находится путем экстраполяции по фактическим интегральным кривым. Для экстраполяции следует пользоваться теоретическими кривыми распределения Пирсона I и Пирсона III /1/.



Значение r из некоррелированной совокупности объектов для 4-х уровней значимости.

Как показал опыт обработки данных по ветру, кривые Пирсона I дают обычно заниженные скорости ветра малой обеспеченности ($\rho < 0,1\%$); в этом случае правильнее пользоваться кривыми Пирсона Ш. Для определения расчетной высоты волны в САНИИРИ была предложена на основании собранного натурного материала уточненная формула /4/:

$$h_{1\%} = 0,025 \cdot W_{10} \cdot \sqrt{D},$$

где W_{10} – расчетная скорость ветра на высоте I0 м, м/с;
D – длина разгона волн, км.

Более тщательный анализ натурных данных с помощью ЭЦВМ "Минск-22" показал, что коэффициент надо увеличивать до 0,027 и даже до 0,03. В этом случае кривая, построенная по формуле САНИИРИ, будет ограничивать сверху, соответственно, 95 и I00% использованных натурных точек по ветроволновому режиму на водохранилищах Средней Азии.

Таким образом, для определения расчетной высоты волны можно рекомендовать формулу

$$h_{1\%} = 0,03 \cdot W_{10} \cdot \sqrt{D}.$$

Обработка натурных данных показала, что для некоторых водохранилищ с большой площадью и сравнительно небольшими глубинами существует предельная длина волн $Д_{пр}$, которая зависит от глубины водохранилища. На таком водохранилище при длине водной поверхности больше $Д_{пр}$ высоту волн надо определять по формуле

$$h_{1\%} = 0,03 \cdot W_{10} \cdot \sqrt{D_{пр.}}$$

Для уточнения зависимости $Д_{пр}$ от глубины водохранилища нужны дополнительные наблюдения.

Литература

I. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений, М.,I96I.

2. Пановский Г.А., Брайер Г.В.
Статистические методы в метеорологии, Л.,1972.

3. Технические условия определения волновых воздействий на морские, речные сооружения и берега, СНиП 92-60, М.,1960.

4. Белесков Б.И., Кожевникова М.С., Дзюбалтовская М.Л.
К вопросу о формуле САНИИРИ для определения расчетной высоты волны на водохранилищах Средней Азии. Труды САНИИРИ, вып.130, Ташкент,1972.

В.В.ПЕРЕПЕЛКИНА
канд.техн.наук
Г.К. МЕЛОДИЕВА
инженер
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО РАСХОДА ВКЛЮЧЕНИЯ СИФОННЫХ ВОДОВЫПУСКОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Одним из основных вопросов, возникающих при проектировании сифонных водовыпусков насосных станций, является определение минимального расхода включения сифона.

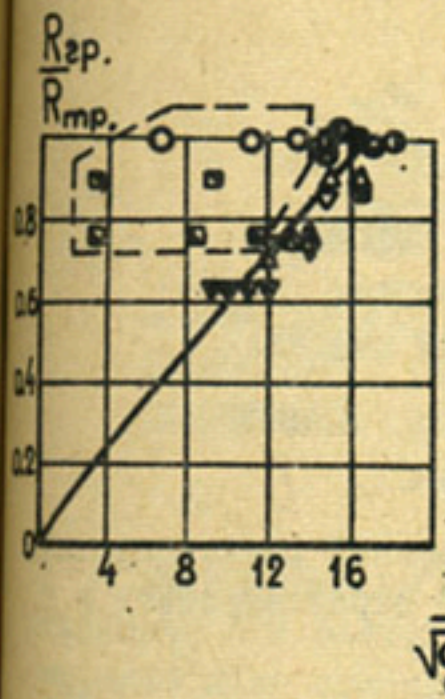
В.В.Рычаговым при лабораторных натурных испытаниях сифона круглого поперечного сечения была получена простая и удобная для расчета формула:

$$V_{min\ вкл.} = \alpha\sqrt{R_г}.$$

Многие авторы рекомендуют различные абсолютные значения минимальной скорости включения сифона независимо от размеров его (V = 2 м/с; V = I,2 м/с; V = 2,2–0,74 м/с; V = I,46 – 2,86 м/с и 0,6–2,38 м/с).

Наши прежние рекомендации были даны для сифонных водовыпусков круглого сечения с различными углами наклона восходящей ветви и для сифонов прямоугольного поперечного сечения с различными соотношениями ширины (b), высоты (α) и площади (ω) сечения на гребне. В соотношения входил диаметр трубопровода, ширина и высота сечения на гребне сифона. Желание дать обобщенную формулу для определения минимального расхода (или скорости) включения сифона заставило вновь (как рекомендовано В.В.Рычаговым) ввести в соотношение гидравлические радиусы гребня сифона ($R_{гр.}$) и напорного трубопровода ($R_{тр.}$), поскольку эти величины характеризуют форму поперечного сечения сифона.

На рисунке представлены результаты исследований МГМИ, САНИИРИ, Укргипроводхоза, полученные при лабораторных и натурных опытах с сифонными водовыпусками различного поперечного



круглое сечение						
$\omega_{гр}/\omega_{тр}$	САНИИРИ			МГМИ		
	модель	натура			модель	
		к-м	х	с		р
1	●	●	●	●	●	○

прямоугольное сечение							
ин-т	САНИИРИ						
$\omega_{гр}/\omega_{тр}$ (b/a)	нат.	модель					
	ш.					к	р
	1.3	1	2	3	4	3	3.5
1.12						○	
1	■	△	▽	▲	□		■
0.8		▲	▼				
0.7		▲	▼	▼			

Принятые сокращения: К-М – Куо-Мазарская насосная станция;
Х – Хамзинская;
С – Саятская;
Р – Рогачикская;
К – Каховская;
Ш – Шерабадская;
– Укргипроводхоз

Рисунок ($Q_{мин. вкл.} = f(R)$).

продольного сечений. Результаты большинства опытов довольно плотно (коэффициент корреляции $r = 0{,}73$) ложатся на прямую:

$$\frac{Q_{min.\,вкл.}}{\sqrt{g}\,R^{2.5}_{тр.}} = 17{,}2\,\frac{R_{гр.}}{R_{тр.}} \qquad (I)$$

Исключение составляют результаты, полученные при лабораторных исследованиях Северной Рогачикской и Каховской насосных станций (на рисунке обведены пунктиром). На наш взгляд это отклонение объясняется тем, что при лабораторных исследованиях не были выдержаны граничные условия /3/.

Результаты наших опытов, приведенные на рисунке получены при исследовании сифонов с углом наклона восходящей ветви, близким к $\alpha \approx 15^0$. Зависимость $Q_{мин.вкл.}$ от α была определена ранее для сифонов круглого сечения /2/. Поэтому можно

рекомендовать следующую обобщенную формулу для определения минимального расхода включения сифона:

$$\frac{Q_{min\ вкл.}}{\sqrt{g}\ R_{тр}^{2.5}} = \left(18{,}5 - 8{,}2\ \frac{\alpha}{90^{\circ}}\right) \frac{R_{гр.}}{R_{тр}}, \qquad (2)$$

где α – угол наклона восходящей ветви сифона;
$R_{тр}$ – гидравлический радиус трубопровода;
$R_{гр.}$ – гидравлический радиус горловины сифона.

Литература

1. Рычагов В.В. Предельный оптимальный режим сифонных водовыпусков. "Гидротехническое строительство" № 5, 1965.

2. Кеберле С.Н., Перепелкина В.В. Некоторые рекомендации по проектированию сифонных водовыпусков насосных станций. Сб.научных трудов САНИИРИ, вып.136, Ташкент, 1973.

3. Перепелкина В.В. Сифонные водосборы и сифонные водовыпуски насосных станций. Сб.научных трудов САНИИРИ, вып. 147, Ташкент, 1975.

С.И. КЕБЕРЛЕ
канд.техн.наук, зав. отделом
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

К ВОПРОСУ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕКАХ С МЕЛКОПЕСЧАНЫМИ ЛЕГКОПОДВИЖНЫМИ ГРУНТАМИ ОСНОВАНИЯ (типа Амударьи)

Наблюдения за параметрами русла Амударьи, например, за глубиной H и расходом Q, дают на графике зависимости $Q=f(H)$ широкое поле точек, через которое кривую связи этих параметров можно провести как угодно. Поэтому все разработанные формулы различных связей, предложенные разными авторами, всегда "подтверждаются", хотя и разнятся друг от друга в значительной степени.

Некоторые исследователи (В.Е.Тузов, САНИИРИ) объясняют разброс точек тем, что на р.Амударье постоянно происходит передвижение вверх по течению плессов и перекатов, что не наблюдается на других реках. При постоянном местоположении гидрометрических створов через них в какой-то момент времени проходит плесс, а затем он сменяется перекатом. Причем, все это происходит на прямом участке. Большой разброс точек отражает, якобы, как плессовые, так и перекатные участки. Но это необходимо проверить в натурных условиях.

Аналогичное поле точек зафиксировано при наблюдениях за скоростью ветра и высотой волны в водохранилищах.

Однако когда эти измерения стали производиться самописцами с большой частотой замеров, то заметили, что развитие волн происходит с некоторым запозданием против развития ветра, и запоздание это на малых водохранилищах меньше, чем на больших. По ветрограммам и волнограммам стали выбирать точки только установившихся режимов, т.е. когда ветер имеет те же направление и величину, а высота волн перестает расти. Такие точки ложились на одну кривую связи высоты волны, скорости ветра и длины разгона ($h_6=f(W,D)$) без разброса.

Нечто подобное, по-видимому, представляет собой и русловой процесс, хотя последнее - явление более сложное. Поэтому необходимо выяснить, бывают ли установившиеся режимы в Амударье, когда и при каких обстоятельствах, и приступить к изучению неустановившихся режимов. Имеющихся натурных данных для решения такого вопроса недостаточно.

В связи с этим необходимо создать более совершенную, с автоматической записью, измерительную технику для быстрого и точного определения поперечного и продольного сечений русла реки (с микрорельефом), изменения величин расходов жидкого и твердого (донного и взвешенного) стока реки, направления потока, уровня воды, определения параметров волновых явлений, свойств жидкости (температура, химсостав), фракционного состава донных и взвешенных наносов, изменения величин поперечных и продольных уклонов реки, гидравлических свойств основания русла и наносов, электрических явлений в потоке и провести длительные (не менее года), учащенные замеры в нескольких характерных поперечниках реки, обратив внимание на измерения, выполненные перед основными изменениями расходов, параметры которых должны быть ближе к величинам установившихся режимов.

Возможно, в Амударье не будут наблюдаться установившиеся режимы. Это усложнит решение задачи. Придется изучать более сложные, неустановившиеся явления жизни реки с учетом времени действия каждого расхода, совершаемой потоком работы и разработать методику обработки материалов наблюдений для составления зависимости основных параметров потока от степени формирования установившегося процесса и от длительности протекания потока. В этом случае тем более понадобится новая совершенная техника измерения упомянутых параметров.

Следовательно, в первую очередь, нужно составить технические условия на создание необходимых приборов и оборудования и направить их в Министерство приборостроения для разработки и изготовления.

Х.И. ЗАИРОВ
канд.техн.наук, зав.лабораторией
П.П. ЛИСТРОВОЙ
мл.научный сотрудник
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

О ВЫСОТЕ СФОРМИРОВАВШИХСЯ ВОЛН ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В МАШИННЫХ КАНАЛАХ

Одним из важнейших параметров положительной волны перемещения, возникающей в машинных каналах при внезапной остановке агрегатов, является ее максимальная высота. Как показал еще Фавр /I/ и подтвердили результаты наших исследований /2/, высота гребней по мере перемещения волны вдоль канала постепенно увеличивается, пока не наступает квазиустановившаяся стадия, когда формирование заканчивается и высота гребней достигает максимума.

Сформировавшаяся волна представляет наибольшую опасность для нормальной работы канала. Обследование Каршинского магистрального канала между насосными станциями №№ I и 2, проведенное нами, показало, что наиболее часты разрушения железобетонной облицовки откосов на участке между ПК 370 и ПК 390, где в основном заканчивается формирование волн. Поэтому представляет интерес изучение экстремальных характеристик сформировавшихся волн.

Параметры сформировавшихся волн зависят от ряда исходных величин, характеризующих условия течения воды в канале перед остановкой агрегатов и условия волнообразования: ширины свободной поверхности потока (B_0), гидравлического радиуса (R_0) и площади живого сечения (ω_0) канала, его шероховатости (n), расхода воды (Q_0), величины отключаемого расхода (ΔQ), времени отключения расхода (Δt). Разумеется, для этого длина канала должна быть достаточной, чтобы волна успела сформироваться.

Некоторые из перечисленных величин остаются для каждо-

го конкретного канала постоянными: шероховатость канала и время отключения расхода, которое зависит от характеристик насосов. Таким образом, для конкретного канала параметры волн являются функциями размерных аргументов:

$$P_i = f(\omega_0, B_0, q_0, \Delta q, g),$$

где $g = 9{,}81$ м/с^2 – ускорение силы тяжести.

Как известно, условия течения воды в канале перед остановкой агрегатов могут быть выражены через безразмерный параметр – число Фруда:

$$Fr_0 = \frac{v_0}{\sqrt{g\omega_0/B_0}},$$

где $v_0 = \frac{q_0}{\omega_0}$ – средняя скорость течения воды,

$\omega_0/B_0 = h_n$ – приведенная глубина.

Если ввести в этот параметр величину изменения расхода в относительном виде $K = \Delta q/q_0$, получим новый комплексный параметр, включающий и условия волнообразования:

$$Fr_\Delta = \frac{K v_0}{\sqrt{g\omega_0/B_0}}. \qquad (I)$$

Таким образом, высота сформировавшейся волны для каждого канала должна являться функцией параметра Fr_Δ.

Результаты исследований, проведенных нами в каналах насосных станций Саятской, им.50 лет Октября, Каршинской (насосная станция №2), подтверждают правомерность введения подобного параметра. Эти каналы значительно отличаются друг от друга формой сечения, пропускной способностью и гидравлическим сопротивлением [2]. Из рисунка видно, что между относительной высотой волны и введенным параметром существует тесная зависимость.

Для подводящего канала Саятской насосной станции (выполненного в земляном русле) кривая зависимости получается более пологой. Объясняется, вероятно, это тем, что гидравлическое сопротивление данного земляного русла иное, чем для облицованного.

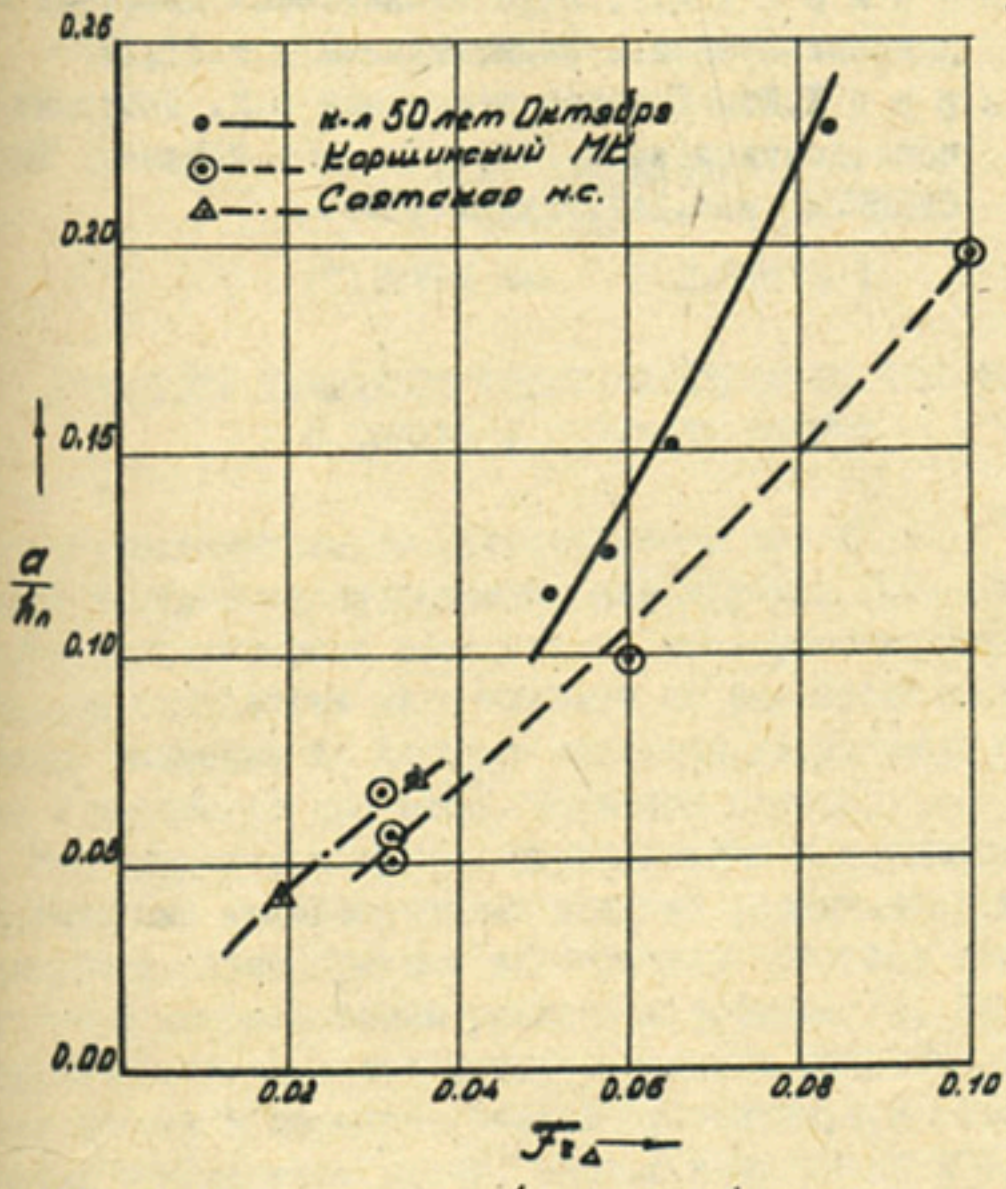


График зависимости $a_1/h_п = f(Fz_\Delta)$ для каналов (a_1 – высота максимального гребня волны).

Наличие подобной зависимости позволяет прогнозировать высоту сформировавшейся волны в канале при любых режимах его работы и отключения агрегатов при ограниченном количестве проведенных экспериментов. Вместе с тем, использование параметра Fz_Δ при модельных исследованиях волн перемещения позволяет более обоснованно намечать число экспериментов, уменьшить количество варьируемых переменных. Наконец, использование вводимого параметра Fz_Δ, в сочетании с параметрами, учитывающими гидравлическое сопротивление канала и остановочные характеристики насосов, позволит решить вопрос моделирования резко изменяющихся режимов движения воды.

Литература

1. Егиазаров М.В. Неустановившееся движение в длинных бьефах. "Известия НИИГ, т.21, 1937.
2. Заиров Х.И., Листровой П.П. Натурные исследования волн перемещения в каналах. Труды САНИИРИ, вып.147, Ташкент, 1975.

Ш. МАХМУДОВ, В.Я.ДРЫГА
кандидаты техн. наук
Н.А. ДЖАЛИЛОВА
инженер
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

К ВОПРОСУ ТВЕРДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА С ДОБАВКОЙ СИЛИКАТА НАТРИЯ

В гидротехническом строительстве все большее применение находят сборные железобетонные конструкции. Опыт производства сборного железобетона показывает, что существующему уровню заводской технологии изготовления их еще свойственен ряд недостатков, главными из которых являются длительный цикл пропаривания и ухудшение при этом структуры бетона.

Для сокращения сроков пропаривания и повышения качества пропариваемых железобетонных изделий различными авторами рекомендуются разнообразные мероприятия, большая часть которых сводится к использованию различных добавок /I, 2, 3/. Одним из предложений является использование в качестве добавки силиката натрия в порошкообразном состоянии, при котором срок пропарки сокращается вдвое, расход цемента на IO-I5% /4/.

Для определения механизма действия порошкообразного силиката натрия (ПСН) на процессы твердения цемента нами проведены физико-химические исследования. Исследования проводились с портландцементами различных заводов и марок: Чимкентского, Ахангаранского, Бекабадского и Кувасайского, а также на пуццолановых портландцементах, где пуццолановой добавкой служил глиеж.

Образцы-кубы размером 3x3x3 см готовились из цементных растворов одинаковой удобоукладываемости с добавкой ПСН в количестве 5% от веса цемента и без нее. Пропарка образцов производилась по разработанному режиму - 2+4+2 ч (с добавкой) /4/ и 2+IO+2 ч (контрольные); время выдержки перед пропаркой - два часа.

Результаты петрографических исследований, проведенных на прозрачных шлифах, которые изготовлялись из образцов после их тепловой обработки показывают, что в составе чимкентского порт-

ландцемента имеются остаточные конгломераты из клинкерных минералов и отдельные клинкерные минералы. Гидратные образования представлены бурыми гелеобразными гидросиликатами и мелкодисперсной гидроокисью кальция, равномерно рассеянной по массе цемента. Во внутренних полостях пор наблюдаются каемки изотропных образований, вероятно, гидратных. В пуццолановых цементах также отмечаются процессы, аналогичные описанным. Однако, степень гидратации у последних несколько выше. Количественные подсчеты приведены в таблице.

Таблица

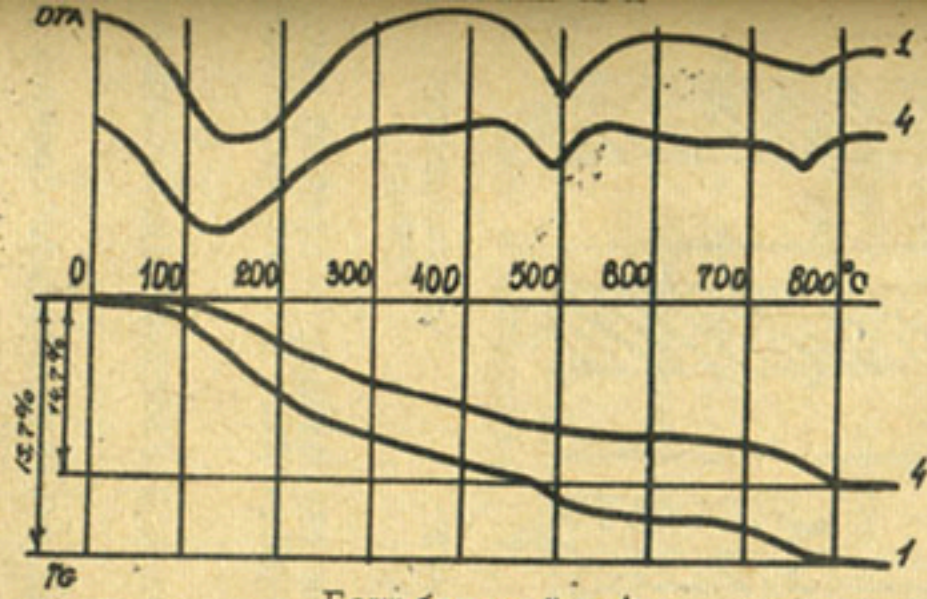
Данные петрографических исследований

№№ пп	Вид цемента	Показатели			
		Кол-во непрореагировавшего клинкера, %	Кол-во стеклофазы, %	Кол-во пор, %	Средние размеры пор, мк
I	Чимкентский п/цемент	I7,5	5,0	7,0	I50-225
2	То же, с ПСН	I0,0	I,2	I,5	60-I00
3	Чимкентский пуццоланов.	I3,0	2,8	5,6	I00-I50
4	То же, с ПСН	7,0	I,I	I,2	60-80
5	Кувасайский п/цемент	I8,5	3	7,2	I20-I60
6	То же, с ПСН	I2,5	I,5	I,2	60-I00

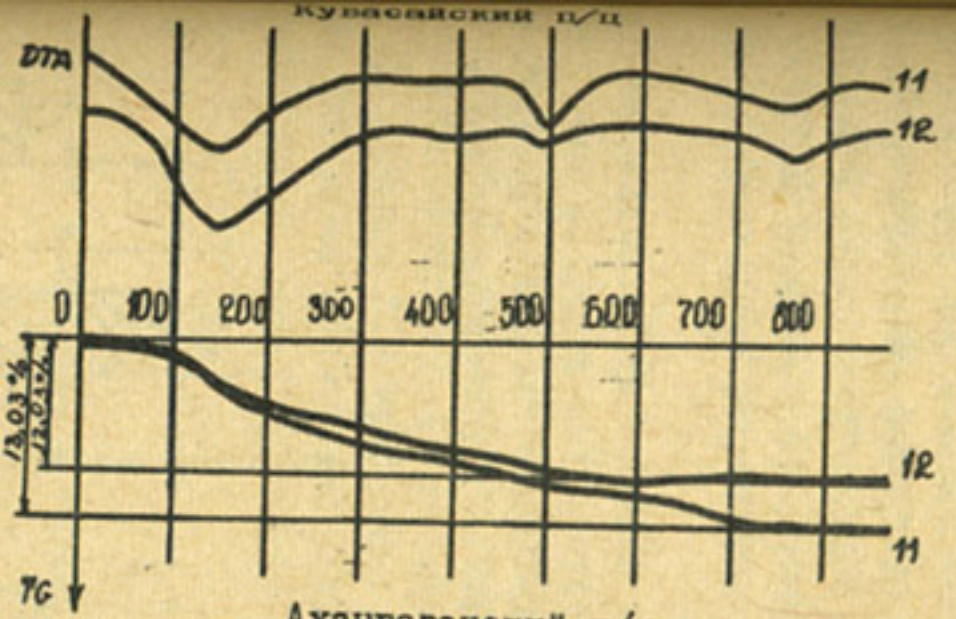
Из таблицы видно, что количество пор в затвердевших цементах с добавкой ПСН значительно меньше, чем в контрольных образцах. Это связано с увеличением степени гидратации цемента в присутствии добавки.

Оценивая результаты дериватографических исследований, необходимо отметить следующее: количество связанной воды в образцах из различных цементов с добавкой ПСН остается на уровне контрольных или даже превышает их наряду со значительным снижением процента выделившейся свободной гидроокиси кальция. Совместное присутствие ПСН и глиежа в пуццолановых цементах существенно не влияет на количество связанной воды, а количество выделившейся при гидратации цементов свободной окиси кальция снижается (рис.

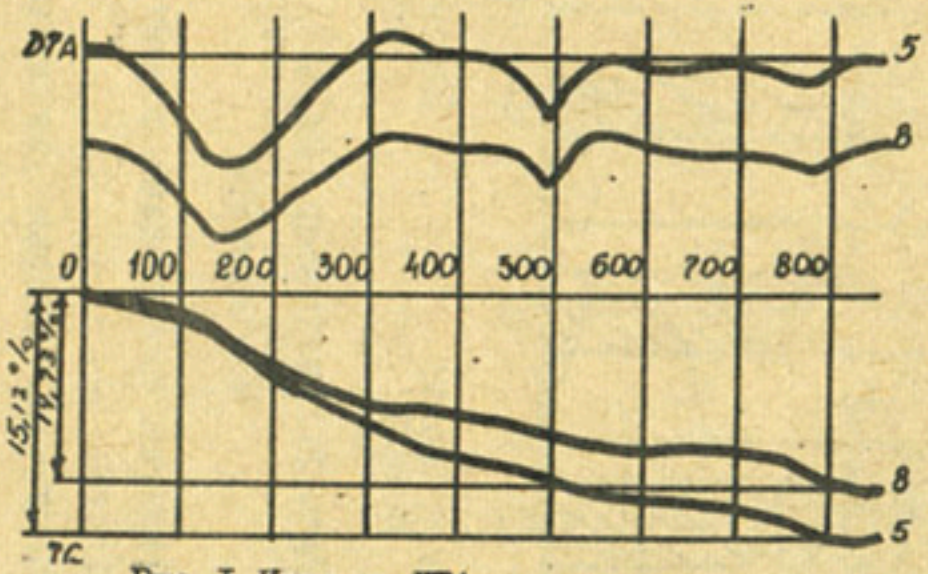
На кривых ДТА всех образцов отмечается три характерных эндотермических эффекта. Плавный эндотермический эффект в области температур от 50 до 250°С -



Бекабадский п/ц



Ахангаранский п/ц



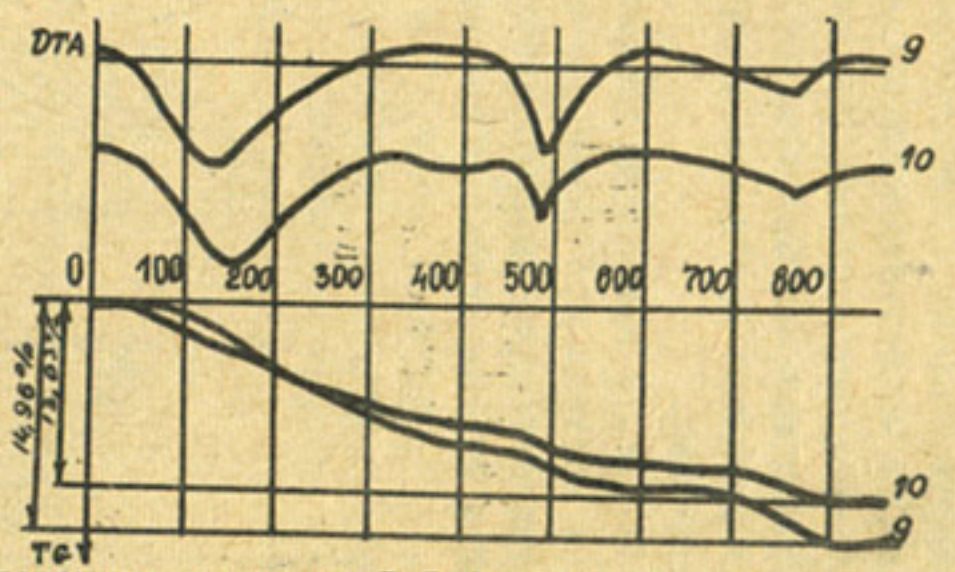


Рис.I.Кривые ДТА и потери веса гидратированных цементов:I,5,9,II-контрольные;4,8,I0,I2-с добавкой ПСК.

результат удаления связанной и адсорбированной воды из гелеобразных продуктов твердения. Разложение свободно выделившейся гидроокиси кальция отличается четким пиком в области температур 490-510°С. От величины содержания свободной извести в цементах меняется глубина этого эффекта. В области температур 740-800°С прослеживаются слабые пики, связанные с разложением частично образовавшегося карбоната кальция в процессе приготовления проб к испытаниям.

На рис. 2 приведены данные по количеству выделившейся гидроокиси кальция для различных цементов. Как видно из рис. 2, количество свободно выделившейся гидроокиси кальция в образцах с добавкой ПСН значительно меньше, чем в контрольных образцах.

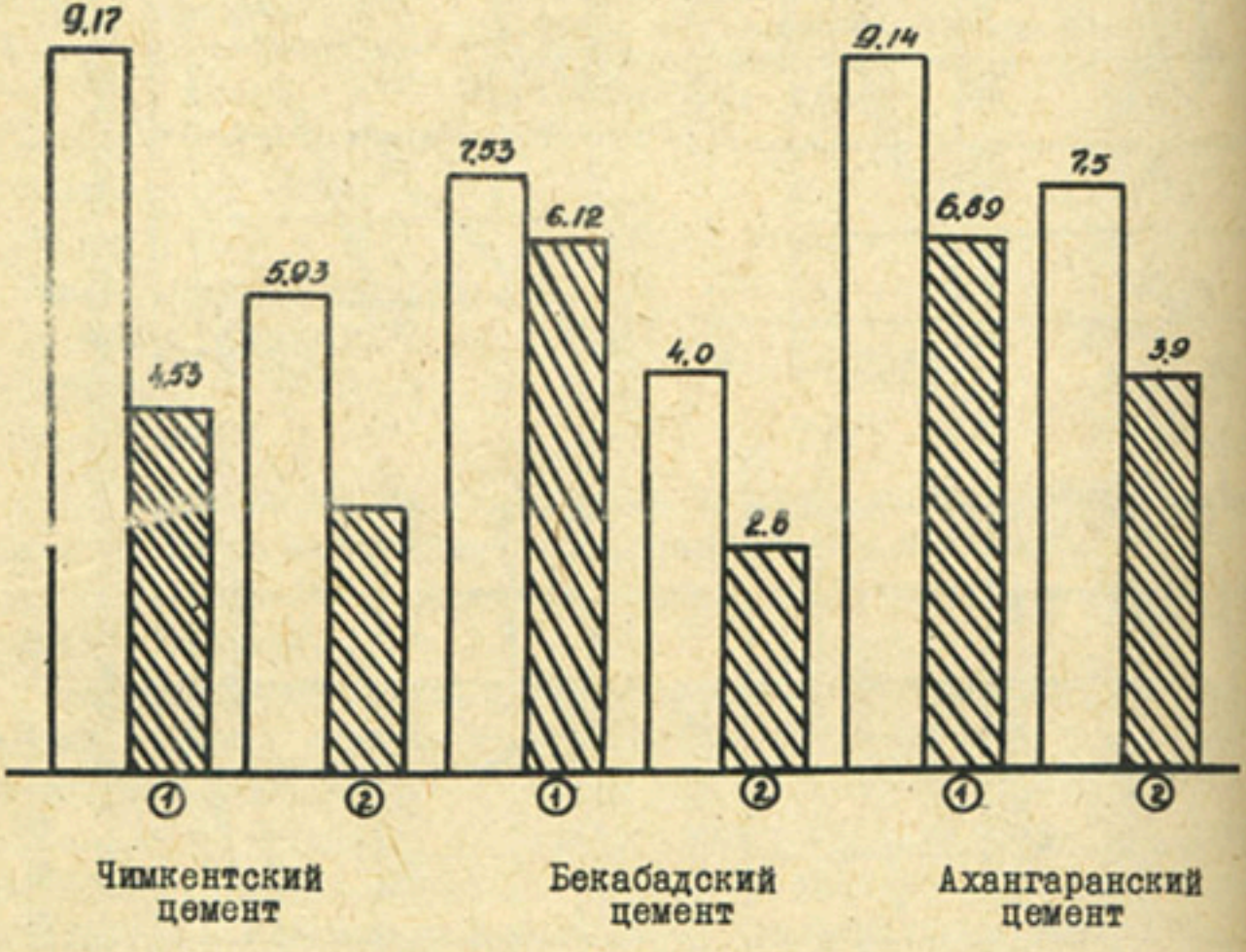


Рис. 2. Выделение $(Ca(OH)_2$ при гидратации различных цементов, %: I - на портландцементе, 2 - на пуццолановом цементе

Рентгенографические исследования полностью подтвердили эти результаты.

Полученные данные указывают на то, что порошкообразный си-

ликат натрия оказывает влияние на процессы гидролиза и гидратации цемента. При наличии ПСН в конечных продуктах гидратации портландцемента, по-видимому, присутствуют более основные соединения, чем в контрольных образцах. Наиболее ярко это проявляется на основе цементов из Кувасайского завода, менее значительно - для бекабадского цемента.

Выводы

I. Положительное влияние добавки порошкообразного силиката натрия на твердение цементного камня сказывается в сокращении количества пор и уменьшении их средних размеров.

2. Добавки ПСН, способствуя гидратации цементов, одновременно уменьшают количество свободно выделившейся извести - положительный фактор стойкости бетона к агрессии.

Литература

. Москвин В.М. Добавки-ускорители твердения, М.,1937.

. Горошков В.С., Тимашев В.В. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М., "Высшая школа", 1963.

. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М., Стройиздат, 1973.

Минкевич Б.И., Джалилова Н.А. Гидротехника и мелиорация, М., 1975.

Р.М. РАЗАКОВ
канд.техн. наук

З.Л. ХАМИДОВ
аспирант
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

СТРУЕНАПРАВЛЯЮЩИЕ ДАМБЫ КЫЗЫЛАЯКСКОГО ГИДРОУЗЛА И ИХ КРЕПЛЕНИЕ

Для интенсивного освоения земель в среднем течении р.Амударьи, где расположены головы крупных бесплотинных водозаборов Каршинского и Каракумского, необходимо строительство гидроузла.

Проектируемый Кызылаякский гидроузел в Гаурдакском створе призван обеспечить гарантированный забор небывало большого расхода в Каршинский магистральный и Каракумский каналы. Водозабор на гидроузле в перспективе должен составить 1400-2300 $м^3/с$, т.е. 45-75% от общего стока р.Амударьи.

В условиях р.Амударьи интенсивность размыва берегов достигает 50-100 м/сут., а глубина размыва у берегозащитных сооружений 25 м. Поэтому защита размываемых берегов р.Амударьи является весьма трудоемким и дорогостоящим мероприятием. В отделе русл разработана и исследована новая берегозащитная конструкция стенки-запани (рис. 1) из железобетонных плит, помещенных в пазы буронабивных свай и перекрывающих их верхнюю часть. Сваи диаметров 1,6 м забиваются вдоль защищаемого берега через каждые 5 м, высота стенки составляет 5,5-6,5 м. Земляная дамба с облегченным креплением располагается на расстоянии 60-70 м от линии запаней. Для облегчения условий работы запани, в наиболее ответственных участках реки, у ее основания устраивается тюфяк из габионов, а для предотвращения продольных течений в межзапанном пространстве через 300-400 м возводятся поперечные шпоры.

Предлагаемая берегозащитная конструкция позволяет в отличие от существующих типов креплений, применять индустриальные методы производства работ.

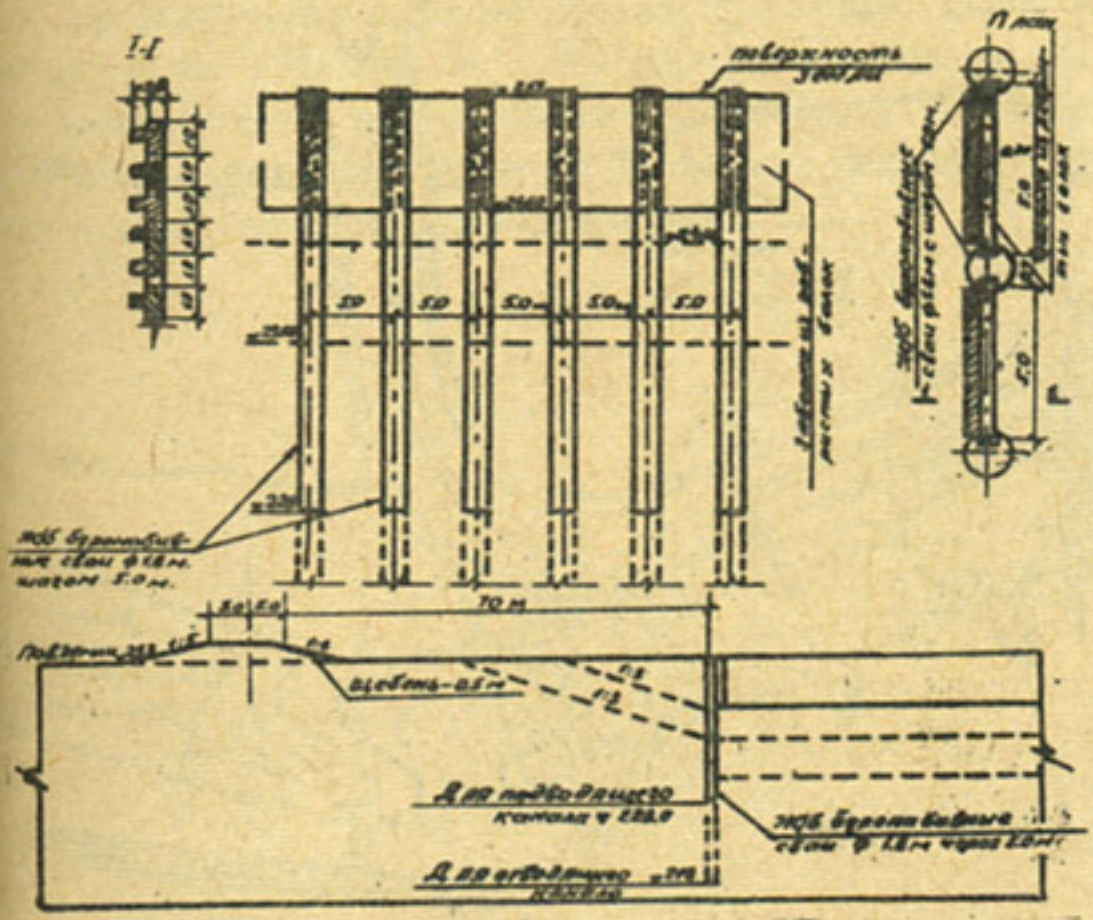


Рис. I. Крепление на железобетонной стенки-запани

Передовая технология возведения буронабивных свай обеспе-вает высокую производительность: 4–15 свай в сутки в зависи-сти от геологических условий. Ориентировочная стоимость тако- крепления – 1600 руб/пог.м.

Струенаправляющие дамбы являются неотъемлемой частью ком-новки гидроузла, они должны обеспечить равномерное распреде-ие скоростей и расходов в подводящем канале и исключить можность обхода дамб рекой.

На гидравлической пространственной модели Кызылаякского роузла с бьефами исследованы 6 вариантов струенаправляющих б при различных углах свала потока на них и различных расхо-. Рекомендована левобережная дамба, прямолинейная в подво-ем русле до скальной полки (до 2,1 км) и соединенная затем зной кривой с левым берегом. Скальная полка, расположенная чале подводящего канала и срезанная по всей ее ширине до дней отметки дна, в целом играет положительную роль. Она ятствует распространению ямы размыва в подводящем русле и спечивает равномерное растекание потока (рис.2). Высота

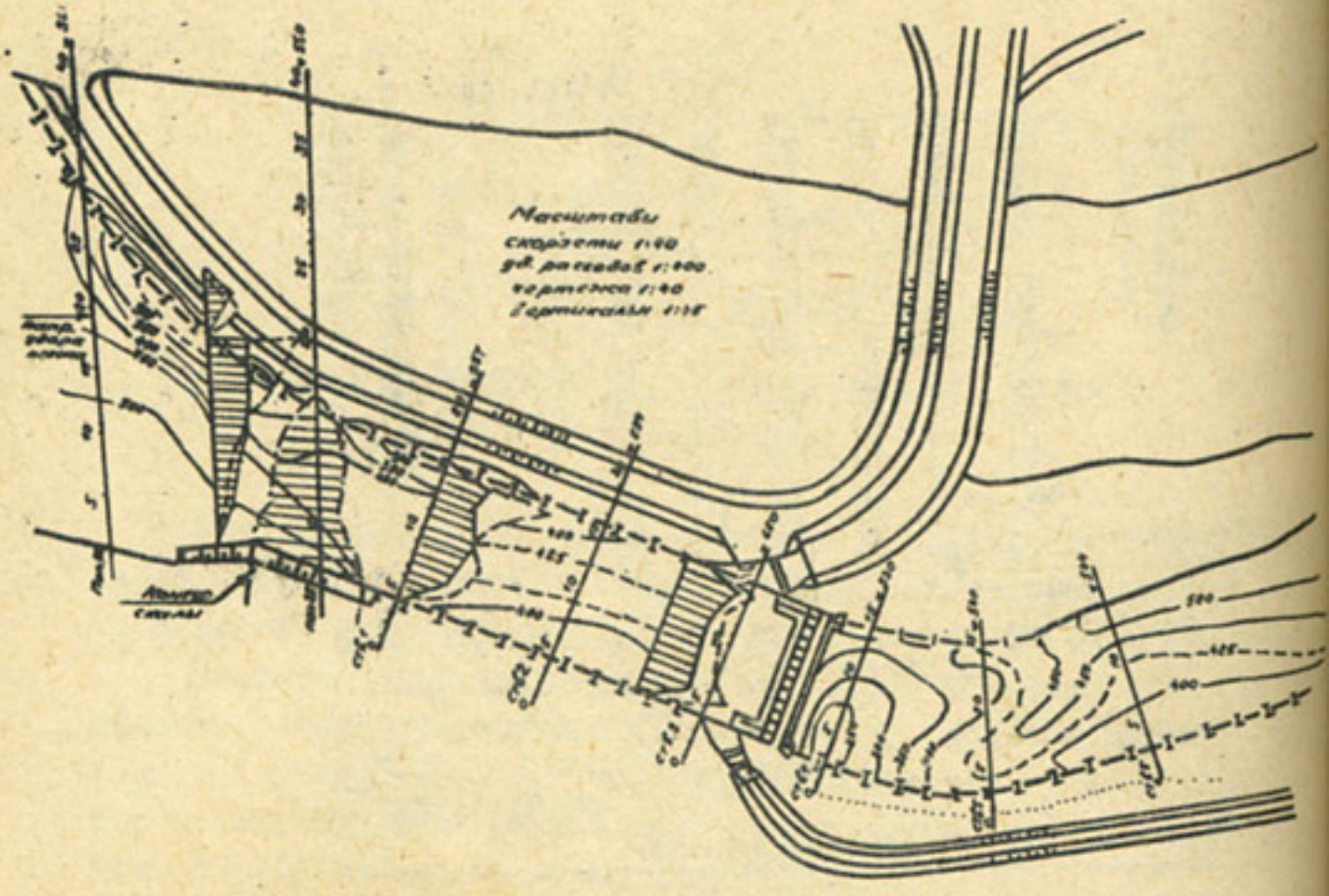


Рис. 2. Характер деформации русла; распределение удельных расходов, осредненных скоростей при Q = 53 л/с (Q = 8000 м^3/с) при расположении левой руслонаправляющей дамбы на скальном выступе:

удельный расход, см^2/ с;

осредненная скорость, см/с.

стенки запани в подводящем русле достигает 8,0 м, в русловой части – 6–7 м. Для предотвращения течения в межзапанном пространстве в створе скального выступа устроена поперечная шпора из стенки-запани с креплением ее основания тюфяком из габиона.

В нижнем бьефе на правом, криволинейном, берегу длина струенаправляющей дамбы в первые годы эксплуатации (2–3 года) может быть принята равной 4 км. В последующем для увеличения транспортирующей способности потока, уменьшения завала и размыва берегов необходимо проводить регулирование русла на большой длине за отводящим руслом. В межзапанном пространстве на расстоянии 800 м и 4 км от плотины для предотвращения проник-

новения потока за запань и размыва земляной дамбы устраиваются поперечные шпоры.

Рекомендуемый вариант струенаправляющей дамбы при общей длине 7-9 км и защита ее с помощью стенки-запани дает ежегодный экономический эффект около 1,5 млн.руб. Рекомендации по струенаправляющим дамбам и ее креплению включены в технический проект Кызылаякского гидроузла.

С.М.ГОРЮНОВ
канд.техн.наук,ст.научн.сотр.

(САНИИРИ им.В.Д.Курина)

К РАСЧЕТУ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СЛАБОСВЯЗНЫХ ГРУНТОВ В ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ПЛОТИН СРЕДНЕЙ АЗИИ

Практика эксплуатации каменно-набросных и земляных плотин Средней Азии показывает, что наиболее слабыми в фильтрационном отношении являются контакты противофильтрационных элементов плотин и прослоек основания, представляющие собой супесчаные грунты, смежные с песчано-гравийными смесями.

Для проектирования состава фильтров переходных зон и гидротехнического дренажа, защищающих глинистые и несвязные грунты, имеется достаточно литературы, в частности, указаний и норм, разработанных ВНИИГ и ВОДГЕО. Для супесей, которые наиболее распространены в Средней Азии и применяются в качестве противофильтрационных устройств плотин, такие нормы отсутствуют.

В САНИИРИ изучены контакты супесей с естественными гравийно-песчаными смесями при условии контактного выпора нисходящей фильтрацией на установках, позволяющих создать давление на грунты до 2,5 атм. В качестве защищаемых грунтов исследованы супеси (гр. 4,41) пластичностью 4,5 ($W_т$ = = 23,9%, $W_р$ = 19,4%), использованные при возведении экрана Каркиданской плотины, и супеси (гр.42) пластичностью до 3($W_т$ = 25%, $W_р$ = 21%), взятые по размываемому контакту покровных лессов с галечниково-песчаными смесями основания Чимкурганской плотины при плотностях укладки 1,5; 1,6; 1,7 т/м^3 и оптимальной влажности 10-17%.

Для переходных зон применялись естественные песчано-

галечниковые грунты, относящиеся к I (гр.I) и II (гр.I4) очередям строительства и I (гр.I6а) и II (гр.20) слоям фильтра дренажа плотины Каркидонского водохранилища, максимальный диаметр фильтрационного хода которых составлял, соответственно, 0,II; 0,35; 0,22; I,63 мм. Диаметр фильтрационного хода более I,63 мм моделировался перфорированными дисками с диаметром отверстий 3, 5, I0 мм (рис.I).

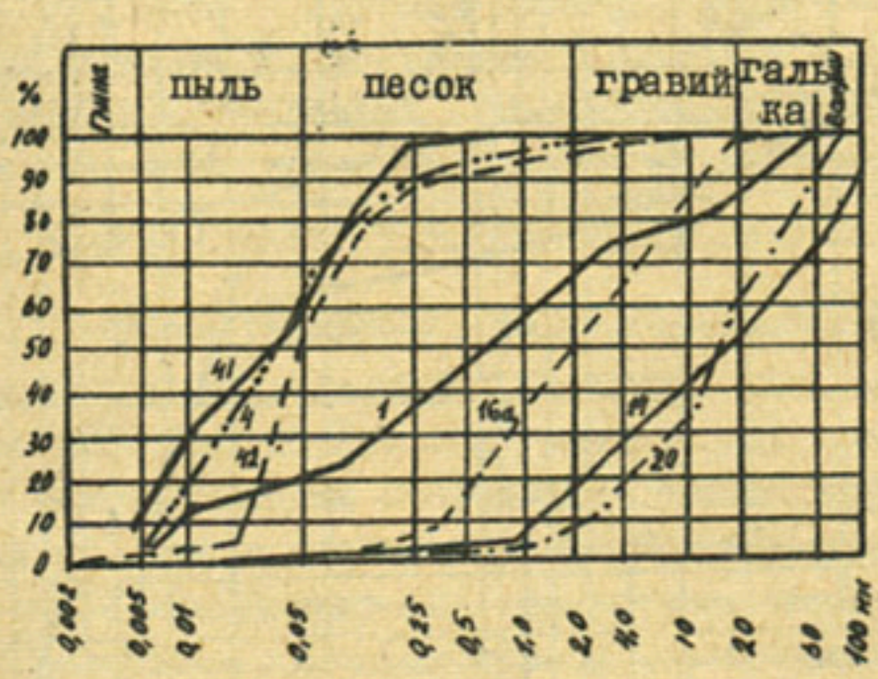


Рис.I. Гранулометрический состав исследованных грунтов.

По данным исследований получена огибающая зависимость разрушающих градиентов контактного выпора от диаметра фильтрационного хода песчано-гравийных смесей при нисходящей фильтрации. Опытные точки и зависимость разрушающих градиентов представлены на рис.2 (крив.Ш) вместе с зависимостями для глинистых грунтов Г.Х.Праведного (кривые I и II) /I/.

Разброс опытных точек разрушающих градиентов обусловлен неравномерной консолидацией грунтов и изменчивостью физических параметров в процессе фильтрации. К моменту разрушения образцов объемная плотность супесей составляла

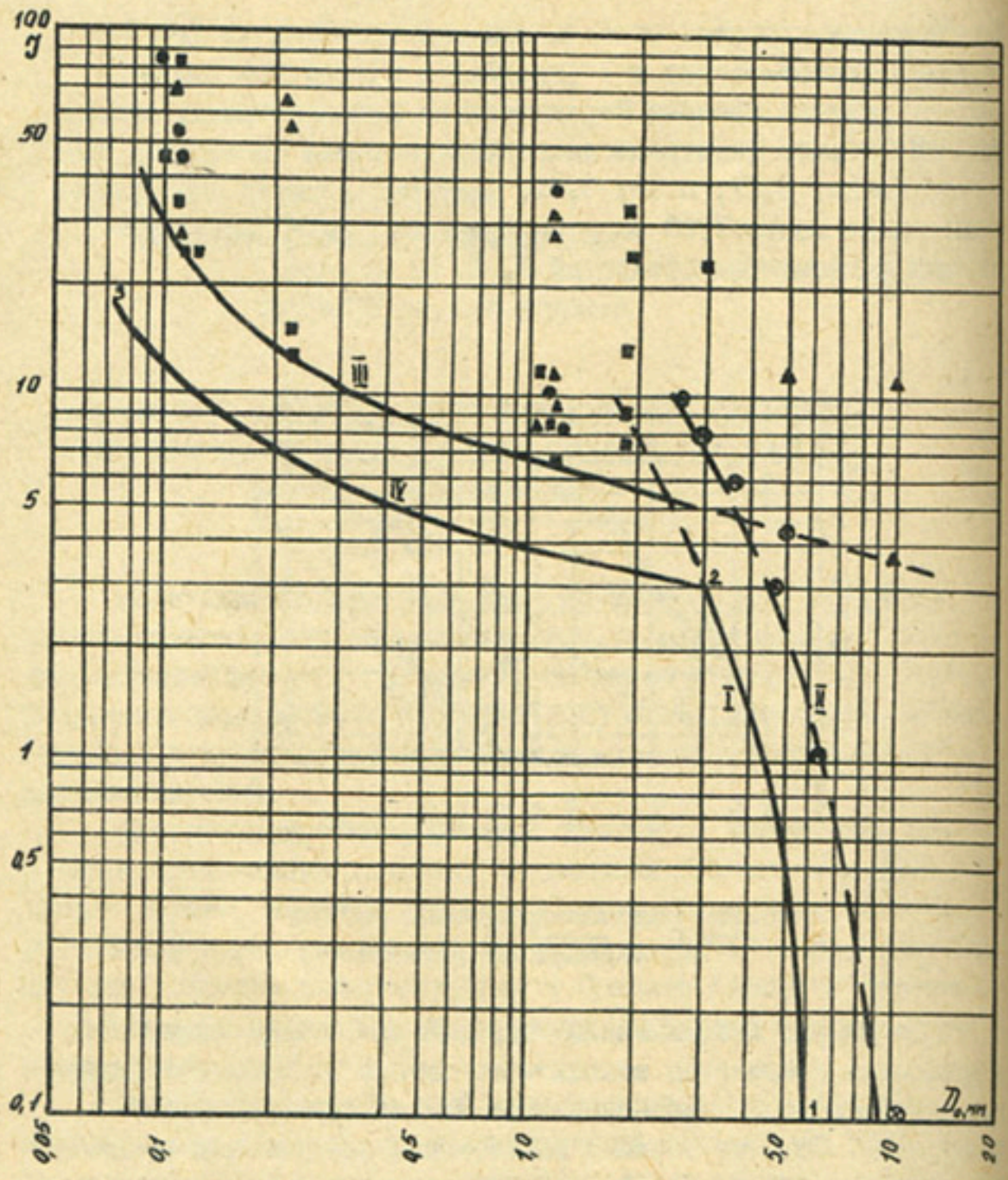


Рис.2. Зависимости градиентов напора от диаметра фильтрационного хода: I – теоретическая и II – опытная расчетные кривые (⊗ – опытные точки) Г.Х.Праведного для пластичных грунтов, III – опытная и IУ – расчетная кривые для слабосвязных грунтов (⊗ , ▲, ■) опытные точки, соответствующие начальным плотностям супесей – I,5; I,6; I,7 т/м^3).

1,75–2 т/м^3, влажность в пределах границ раскатывания и текучести – 20–23%.

Результаты исследований, выраженные опытной зависимостью (кривая Ш), показывают, что разрушение контакта защищаемых супесчаных грунтов происходит при более низких градиентах, чем это следовало ожидать, т.е. ниже расчетных, учитывающих предельно малые молекулярные силы сцепления частиц грунта. Поэтому для разрешения вопроса устойчивости слабосвязных грунтов в контактных зонах требуются дополнительные исследования с другими образцами супесей. Полученную опытную зависимость разрушающих градиентов (рис.2, кривая Ш) можно использовать при ориентировочных расчетах. Допустимые градиенты при этом следует брать с коэффициентом запаса против разрушающих градиентов до двух (кривая IУ).

При ожидаемых градиентах фильтрационного напора в противофильтрационных элементах до трех и при плотности укладки супесей от 1,5 до 1,7 т/м^3 расчет прочности ведется из условия недопустимости отслаивания частиц грунта в поры фильтра так же, как и для пластичных грунтов по указаниям ВНИИГ /2/ и Г.Х.Праведного /1/. Допустимая зона отклонения $Д_0$ фильтра находится слева от кривой I с точками 1–2 (рис.2). При ожидаемых градиентах в противофильтрационных элементах свыше трех и плотности уложенных супесей, равной 1,5–1,7 т/м^3, а также при оптимальной влажности 10–17% расчет прочности элементов и подбор к ним гранулометрического состава для фильтров переходных зон следует вести по опытным зависимостям Ш и IУ. Зона допустимых отклонений $Д_0$ фильтра находится слева от кривой IУ с точками 2–3. Ориентировочные расчеты для супесей по опытным зависимостям Ш и IУ (рис.2) для сооружений I и П категорий капитальности следует дополнять специальными исследованиями.

Порядок расчета противофильтрационных элементов плотин и проектирование состава фильтров исходит из условий и постановки самой задачи. Он подробно изложен в методических указаниях ВНИИГ /2/.

Литература

I. Праведный Г.Х. Проектирование и подбор гранулометрического состава фильтров переходных зон высоких плотин. Изд-во "Энергия", М.-Л.,1966.

2. Временные указания по проектированию и подбору гранулометрического состава фильтров переходных зон, защищающих связные (глинистые) грунты ядер,(экранов) высоких и сверхвысоких плотин из местных материалов. ВСН-01-66/МЭиЭ СССР, изд-во "Энергия", Л.,1967.

О.Я. ГЛОВАЦКИЙ
зам. директора
(Управление эксплуатации КМК и НС)

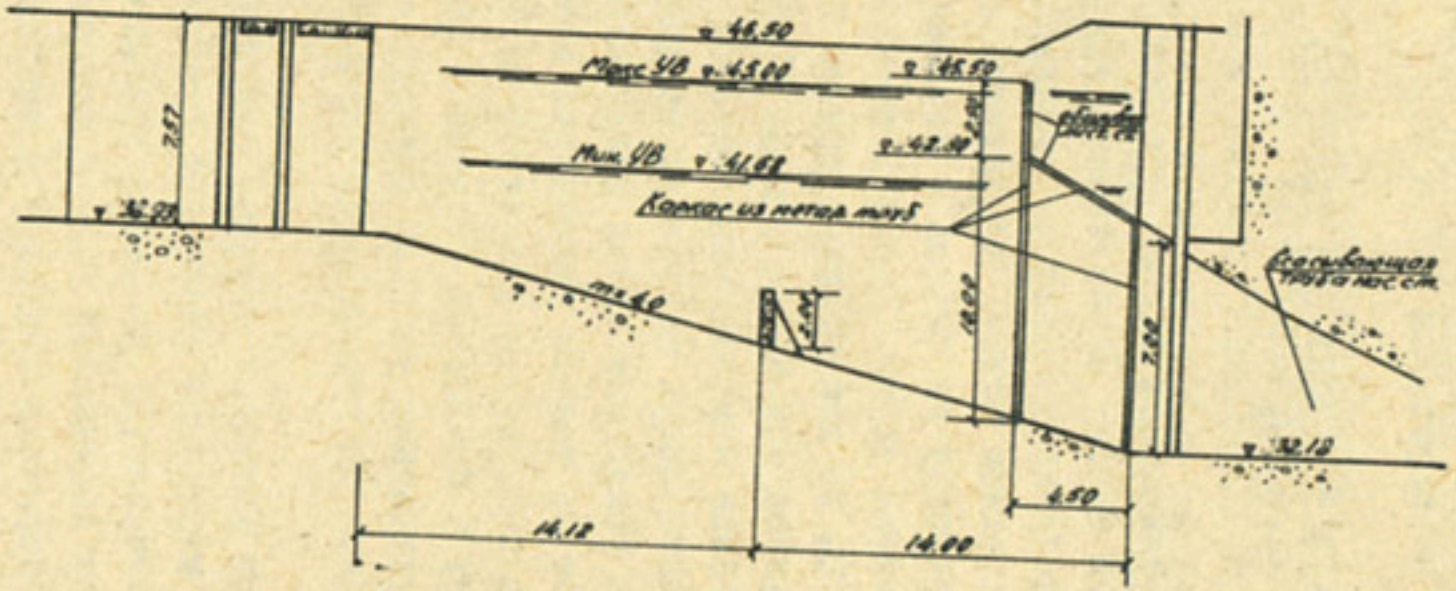
УЛУЧШЕНИЕ ГИДРАВЛИКИ ПОТОКА ПРИ ВХОДЕ ВО ВСАСЫВАЮЩИЕ ТРУБЫ НАСОСОВ

Подвод воды к всасывающим трубам насосов осуществляется аванкамерой, придающей потоку определенную гидравлическую структуру. Даже при сопряжении откосов аванкамеры вертикальными параллельными стенками поток, подходящий к насосной станции, встречает преграду из бычков и вертикальной стенки над входом во всасывающее трубы. Площадь застройки в 2-3 раза превышает площадь входа во всасывающие трубы. Это обстоятельство и значительный уклон дна перед входом во всасывающие трубы вызванный заглублением вертикальных насосов приводит к резкому переформированию эпюры скоростей по длине аванкамеры. Составляющие скорости усиливают обмен между слоями количеством движения, что вызывает не только увеличение потерь энергии, но и вторичное перераспределение скоростей по ширине. Это, в свою очередь, приводит к появлению боковых и фронтальных водоворотных ветвей и ухудшению условий подхода воды к крайним насосам - к входу потока во всасывающие трубы с поворотом под $\angle \alpha = 90^0$.

Водоворотные зоны являются центром аккумуляции наносов, а большие градиенты изменения скоростей и пульсационные составляющие скорости стимулируют развитое воронкообразование в приемных камерах. Пер иодический подсос воздуха (через 2-3 мин.) в водоворотных воронках приводит к вибрационным и кавитационным явлениям, снижению КПД , подачи насоса и увеличению потребляемой мощности.

Для анализа условий подхода потока воспользуемся известной формулой Борда, примененной при соотношении скоростей водоприемника V_0 и во всасывающей трубе V_1

$$\frac{V_0}{V_1} \leq 1:$$



Рекомендуемые мероприятия по устранению водоворотных воронок перед всасывающими трубами насосной станции "Карши I".

$$h_n = \frac{V_1^2}{2g}\eta\sqrt{\frac{V_0^4}{V_1^4} + 6 - \frac{V_0^2}{V_1^2} + 1 - 4\left(\frac{V_0^3}{V_1^3} + \frac{V_0}{V_1}\right)\cos\delta} \qquad (I)$$

где h_n - потери на вход;

δ - угол между V_0 и V_1

η - опытный безразмерный коэффициент формы входа.

Из формулы (I) видно, что уменьшения потерь можно достигнуть при $\delta_1 \to 0$, $\frac{V_0}{V_1} \to 1$ и приданием обтекаемым элементам плавных очертаний.

Угол δ состоит из угла подхода в плане и по вертикали. При натурных исследованиях насосной станции "Хамза-I" нами зафиксированы отклонения потока от продольной оси у водоприемника на глубине I м: от I20-40^0 вправо и до I20-80^0 влево. На глубине 2 м эти колебания меньше: 80-60^0 вправо, 75-60^0 влево. Наклон в вертикальной плоскости достигал 70^0. Соотношение $\frac{V_1}{V_0}$ равно 4,I6, при максимальном расходе станции и 9,0 - при минимальном.

Выдерживание условий приближения δ к минимуму и отношения $\frac{V_1}{V_0}$ к I приведет к неоправданному увеличению всасывающей трубы, приемной камеры и аванкамеры.

Лабораторными исследованиями (на модели I:25) аванкамеры "Хамза-I" было найдено решение в виде плавного расширяющегося навстречу потоку прямоугольного входа длиной 3 м, высотой равного входа всасывающей трубы $H_{рв.т.}$= 5 м, что по отношению к высоте всасывающей трубы $H_{в.т.}$ составляло 3 м: $\frac{H_{рв.т.}}{H_{в.т.}}$= I,67.

Теоретически оптимальную высоту входа при реконструкции станций можно определить при заданных размерах приемных камер в расчете на один насосный блок, исходя из среднегодовой потери напора, по формуле Шези, учитывая при этом формулу (I):

$$h_{n\Sigma} = \frac{Q_H^2 L}{B^2 H^2 C^2 R} + \eta\left(1 - \frac{B_{в.т.} H_{в.т.}}{BH}\right)\frac{Q_H^2}{2gH^2_{в.т.} B^2_{в.т.}}. \qquad (2)$$

здесь Q_H - среднегодовой расход насоса, м^3/с;

L, B и H - длина, ширина и высота входа;

R и C - гидравлический радиус входа и коэффициент Шези;

$B_{в.т.}, H_{в.т.}$ - ширина и высота входа всасывающей трубы.

Если выразить $C=\frac{1}{n}R^{y}$ и $R\approx H$ производную $\frac{dh_{n_x}}{dH}$ приравнять нулю, то получим:

$$H_{опт}=\sqrt[2+2y]{\frac{(3+2y)2gB_{в.т.}\cdot H_{в.т.}\cdot L\,n^2}{\eta B}}, \qquad (3)$$

где n и y – коэффициент шероховатости и показатель степени для коэффициента Шези.

Формула (3) позволяет найти высоту развитого входа улучшающего условия подвода, при возможной реконструкции аванкамеры. Например, при минимальной L = (I,5–2,0) $H_{в.т.}$ и при средних значениях $B_{в.т.}$ = B; n = 0,0I7; y = 0,I7; η = 0,03

$$H_{опт}=\sqrt[2\times y]{\frac{(3+0,34)2\times 9,8I\times H_{в.т.}(I,5-2)H_{в.т.}\times 0,0I7^2}{0,03}} = (I-I,I5)\ H_{в.т.}$$

Для проверки изложенного метода нами проведены лабораторные исследования аванкамер насосных станций "Хамза-I" (M=I:25 н.в. (в I974 г.) и "Карши-I" (M=I:36 н.в. в I975 г.). Особенно эффективно устройство расширяющегося навстречу потоку входа при сопряжении параллельными стенками, уменьшающими размеры водоворотных ветвей по откосам аванкамеры.

Исходя из конструктивных соображений, по минимуму капвложений, для развитого входа на Каршинских насосных станциях, рекомендовано всасывающую трубу удлинить на 4,5 м, т.е. на 0,65 $H_{в.т.}$ В этом случае высота входа определилась, как I,45$H_{в.т.}$ и составила I0 м. Для выравнивания продольной эпюры средних скоростей по сечениям аванкамеры, уменьшения осаждения наносов в аванкамере и выравнивания направления потока во всасывающие трубы рекомендовано перед входом во всасывающие трубы на расстоянии I0 м устроить поперечную стенку высотой 2 м.

Проверка на модели работы аванкамеры с описанными конструктивными изменениями (рисунок) показала, что все неблагоприятные особенности подвода потока к всасывающим трубам устранены во всех режимах, в том числе и при самых низких горизонтах воды - до 4,0 м (в натуре) над рабочим колесом. Реконструкцию аванкамеры насосной станции "Карши-I" намечено выполнить в IУ кв. I976 г. при остановке каскада.

Р.А. АЛИМОВ
член-корр. АН УзССР
Н.И. ЗУДИНА
канд. техн. наук
Е.В.АСКАРОВА
инженер
(САНИИРИ им.В.Д.Журина)

РАЗВИТИЕ ОРОШЕНИЯ В НИЗОВЬЯХ ЗАРАФШАНА (БУХАРСКАЯ ОБЛАСТЬ) С ПРИХОДОМ АМУДАРЬИНСКОЙ ВОДЫ

Орошаемая зона Бухарской области, занимающая низовья р.Зарафшана,состоит из трех геоморфологически расчлененных оазисов: Навоийского, Бухарского и Каракульского.

С древних времен низовья Зарафшана используются под орошаемое земледелие. При выходе из гор среднегодовой сток Зарафшана колеблется от 4100 до 6600 млн.м^3. В пределах Самаркандской и Бухарской областей стоя реки полностью разбирается на орошение, лишь в многоводные годы часть его отводится в соленые озера и понижения. Существенным недостатком, ограничивающим развитие ирригации в низовьях, являлась недостаточность годового стока р.Зарафшана. В маловодные годы водообеспеченность земель Бухарской области составляла всего 40-50%, это отражалось на урожайности сельскохозяйственных культур и, в первую очередь, на хлопчатнике.

Возникла острая необходимость переброски воды из р.Амударьи. В 1963 г. введен в эксплуатацию Амукаракульский (АКК), в 1965 г. - Амубухарский (АБК) машинные каналы, имеющие следующие технико-экономические показатели:

Канал	Длина, км	Пропускной расход воды, м^3/с	Объем поданной воды (1973г.), млн.га	Орошаемая площадь (1973г.), тыс. га	Кол-во насосных станций	Высота подъема, м	Мощность насосных станций, тыс.квт
АБК	198	100	1160	90	2	66	75
АКК	37	48	600	31	2	15	9,2

До строительства машинных каналов водозабор из р.Зарафшана полностью зависел от водности года. Приход в область амударьинской воды дал возможность стабилизировать величины орошаемых площадей по оазисам вне зависимости от водности года (р.Зарафшан). Водообеспеченность земель возросла до 90-100%, а в многоводные годы (1969, 1970, 1973) фактические оросительные нормы превышали планируемые на 10-15%.

Переброс амударьинской воды привел к перераспределению стока между Самаркандской и Бухарской областями. До 1966 г. на границу Бухарской области поступило около 55% стока р. Зарафшан, после строительства Амубухаро-Каракульской системы (АБКС) - 40%.

В настоящее время осуществлено строительство II очереди Амубухарского канала для подачи воды из Амударьи в верхнюю часть Бухарской дельты и Шуркульское водохранилище.

В общую схему Амубухарского канала включено Куюмазарское водохранилище, наполняемое как водами Амударьи, так и сбросными и паводочными водами Зарафшана. Подключение к системе АБК Куюмазарского водохранилища имеет большое значение для работы канала. Снимая пиковые расходы на орошение в период, когда водозабор наиболее затруднен из-за низких горизонтов в реке, водохранилище значительно выравнивает годовой график работы канала. Особенно важно, что ежегодное двукратное использование водохранилища облегчает водозабор в Амубухарский канал в бесплотинных условиях.

Ныне р.Зарафшан (ниже Хорхурского гидроузла) превращена в Центральный Бухарский сброс.

Современная оросительная сеть низовий Зарафшана представлена рядом крупных оросительных систем (Вабкентдарья, Шахруд, Рометан и др.), оборудованных распределительными гидроузлами и гидротехническими сооружениями. Питание систем осуществляется из рек Зарафшана и Амударьи по АБКС. Каждая оросительная система характеризуется большим числом распределительных каналов и отходящих от них оросителей, создающих густую ирригационную сеть в области.

Общая протяженность оросительных каналов области составляет 16120 км (1973 г.), из них 579 км - магистральных. Распределение каналов по оазисам приведено в табл.I.

Таблица I

Оазисы	Площадь орошения (1973 г.), тыс. га	Протяженность каналов (1973 г.), км			
		Общая	в том числе		
			магистральных	межхозяйственных	внутрихозяйственных
Навоийский	34,8	1695	173	64	1458
Бухарский	176,9	11519	354	721	1044
Каракульский	32,7	2906	52	141	2713
Всего	244,4	16120	579	926	14615

За период 1960-1973 гг. площадь орошаемых земель в области увеличилась всего на 9% . При этом прирост произошел, в основном, в период 1966-1973 гг., что связано с полной работой АБК.

С 1971 г. земли Каракульского оазиса были полностью переключены на питание амударьинской водой. На уровне 1973 г. около 121 тыс.га (50% от общей площади орошения) перешло на орошение амударьинской водой, остальная площадь - 123 тыс.га осталась на питании из р.Зарафшана.

С окончанием строительства II очереди Амубухарского канала все современные поливные земли Бухарского оазиса (182 тыс.га) будут сняты с орошения из Зарафшана и переведены на орошение из Амударьи.

Примерно к 1980 г. будет закончено строительство III очереди АБК - Навоийского канала /1/, который подаст амударьинскую воду на Керменинский гидроузел для обеспечения существующей зоны старого орошения Навоийского оазиса в 35 тыс.га. Система АБК (I,II,III очереди) обеспечит орошение амударьинской водой новых земель: на уровне 1980 г. - 29,6 тыс.га; 1985 г. - 56,5 тыс. га/2/ .

Благодаря этой системе с 1980 г. ежегодно будет высвобождаться сток р.Зарафшана,порядка 993 млн.м^3, который сможет

использоваться для повышения водообеспеченности земель Самаркандской, Джизакской и Кашкадарьинской областей.

За период 1960-1973 гг. сток водозабора на орошение претерпел существенные изменения, связанные с возрастающим поступлением амударьинской воды по АБКС. При этом суммарный водозабор из рек Зарафшана и Амударьи в область удалось увеличить, примерно, в 1,5 раза. Потребность в увеличении водозабора диктовалась некоторым приростом орошаемых площадей, но, главное - необходимостью повышения водообеспеченности земель оазисов. Данные по водообеспеченности за отдельные характерные периоды (1960-1962 гг. - период до строительства машинных каналов; 1963-1965 гг. - период эксплуатации Амукаракульского канала (АКК); 1966-1970 и 1971-1973 гг. - периоды эксплуатации АКК и I очереди Амубухарского канала) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Оазис	Источник орошения	Орошаемые площади (F, тыс.га) и сток водозабора (Y_n, млн.м³)							
		1960-1962		1963-1965		1966-1970		1971-1973	
		F	Y_n	F	Y_n	F	Y_n	F	Y_n
Навоийский	Всего (р. Зарафшан)	35,8	321	35,1	436	37,1	518	34,6	487
Бухарский	Всего	161,8	1738	163,6	2108	167,0	2515	174,3	2642
	в т.ч. р.Зарафшан	161,8	1738	146,5	2060	93,2	1793	84,8	1542
	р.Амударья	-	-	17,1	48	73,8	722	89,5	1100
Каракульский	Всего	28,9	375	29,8	491	30,9	547	32,3	620
	в.т.ч. р.Зарафшан	28,9	375	2,3	163	2,0	97	-	-
	р.Амударья	-	-	27,5	328	28,9	405	32,3	620
Область	Всего	226,5	2435	228,5	3035	235,0	3580	241,2	3749
	в т.ч. р.Зарафшан	226,5	2435	183,9	2659	132,3	2408	119,4	2029
	р.Амударья	-	-	44,6	376	102,7	1172	121,8	1720

Увеличение водозабора сопровождалось повышением уровня грунтовых вод. Для предупреждения опасности засоления земель было осуществлено строительство коллекторно-дренажной сети и сбросных трактов с вводами к ним (Параллельный коллектор и Денгизкульский

сброс, Каракульский коллектор, Маханский сброс и др.). Особенно быстрыми темпами развернулось строительство коллекторов после ввода в эксплуатацию АБК.

С ростом протяженности коллекторно-дренажной сети и водообеспеченности земель увеличился сток коллекторно-дренажных вод (табл. 3).

При сопоставлении данных по удельной протяженности КДС, удельной водоподаче и удельному стоку коллекторно-дренажных вод можно сделать некоторые выводы о мелиоративном состоянии земель в оазисах Бухарской области.

Наихудшие природные условия, не обеспечивающие (при наиболее высокой протяженности КДС и высоком удельном водозаборе) достаточно интенсивного отвода коллекторно-дренажных вод, сложились в Каракульском оазисе. Здесь отвод коллекторно-дренажных вод в процентах от стока водозабора за 1971-1973 гг. составил всего лишь 13%, что, естественно, определяет и плохое мелиоративное состояние земель этого оазиса. Более благоприятные условия для интенсивного отвода дренажных вод присущи Навоийскому оазису; в среднем за 1971-1973 гг. сток коллекторно-дренажных вод в процентах от водозабора в этом оазисе составил 35% (табл.4).

Основными водоприемниками для возвратных и сбросных вод служат озера Шоркуль, Тудакуль, Маханкуль, Денгизкуль, низина Каракир и др.; часть дренажных вод, ниже Хорхурского гидроузла, сбрасывается непосредственно в р.Зарафшан. В 1973 г. закончено строительство Главного Бухарского коллектора (пропускная способность 40 $м^3/с$), соединяющего Маханский сброс (продолжение Центрального Бухарского коллектора) с р.Амударьей. Однако в связи с маловодьем 1974 и 1975 гг. и повторным использованием коллекторных вод на орошение возвратные воды низовий Зарафшана в р.Амударью пока не отводились.

В табл. 5 приведены данные, характеризующие отвод стока возвратных вод по водоприемникам и повторное использование их для орошения в рассматриваемый период.

На современном уровне практически все возвратные воды Навоийского оазиса (до 92%) сбрасываются в р.Зарафшан для пов-

Таблица 3

Динамика стока коллекторно-дренажных вод

Оазисы	Удельная протяженность КДС (ℓ, п/м/га), удельный сток водозабора ($y_п$, млн.м³) и сток коллекторно-дренажных вод ($y_{от}$, млн.м³)											
	1960-1962			1963-1965			1966-1970			1971-1973		
	ℓ	$y_п$	$y_{от}$	ℓ	$y_п$	$y_{от}$	ℓ	$y_п$	$y_{от}$	ℓ	$y_п$	$y_{от}$
Навоийский	5,7	8,7	86	7,7	12,4	105	11,0	13,9	152	14,2	14,1	157
Бухарский	10,1	10,7	178	9,7	12,9	204	10,9	15,0	416	13,2	15,1	536
Каракульский	5,5	13,0	12	12,5	16,4	28	20,4	17,9	62	27,6	19,2	73
Область	8,8	10,8	276	10,7	13,3	337	12,1	15,2	630	15,1	15,6	766

Таблица 4

Динамика относительного роста коллекторно-дренажных вод

Оазисы	Сток коллекторно-дренажных вод в процентах от стока водозабора, удельная протяженность КДС (ℓ, п.м /га), удельный водозабор ($y_п$, тыс.м³/га)											
	1960-1962			1963-1965			1966-1970			1971-1973		
	%	ℓ	$y_п$	%	ℓ	$y_п$	%	ℓ	$y_п$	%	ℓ	$y_п$
Навоийский	27	5,7	8,7	24	7,7	12,4	31	11,0	13,9	35	14,2	14,1
Бухарский	10	10,1	10,7	9	9,7	12,9	18	10,9	15,0	22	12,3	15,1
Каракульский	3	5,5	13,0	6	12,5	16,4	11	20,4	17,9	13	27,6	19,2
Область	11	8,8	10,8	11	10,7	13,3	19	12,1	15,2	20	14,6	15,6

Таблица 5

Период	Сток коллекторно-дренажных вод		В том числе: в р.Зарафшан, в каналы		за пределами орошаемой зоны		Водоприемник
	млн.м³	%	млн.м³	%	млн.м³	%	
Навоийский оазис							
I960-I962	86	I00	84	98	2	2	оз.Шоркуль
I963-I965	I05	I00	I03	98	2	2	
I966-I970	I52	I00	I45	95	7	5	
I97I-I973	I57	I00	I44	92	I3	8	
Бухарский оазис							
I960-I962	I78	I00	40	22	I38	78	оз.Денгизкуль, оз. Соленое, низина Каракир, Тудакульская впадина
I963-I965	204	I00	29	I4	I75	86	
I966-I970	4I6	I00	58	I4	358	86	
I97I-I973	536	I00	89	I7	447	83	
Каракульский оазис							
I960-I962	I2	I00	-	-	I2	I00	озСоленое, оз.Меданкуль
I963-I965	28	I00	-	-	28	I00	
I966-I070	62	I00	-	-	62	I00	
I97I-I973	73	I00	-	-	73	I00	
Область							
I960-I962	276	I00	I24	45	I52	55	
I963-I965	337	I00	I32	39	205	6I	
I966-I970	630	I00	203	32	427	68	
I97I-I973	766	I00	233	30	533	70	

торного использования их на орошение; возвратные воды Каракульского оазиса целиком отводятся за пределы орошаемого контура; в целом по области 30% возвратных вод сбрасывается в источник орошения - р.Зарафшан, 70% отводится в соленые озера, где они в значительном количестве испаряются.

Коллекторно-дренажная сеть области дает возможность отводить также паводковые и селевые воды и является тем самым, единственным средством для предупреждения заболачивания земель

Таблица 6

Сброс поверхностных вод по КДС, млн.м³

Оазисы	1960	1964	1966	1968	1969	1970	1972	1973
Навоийский	-		-	-	334	-	-	23
Бухарский	35	410	113	118	2066	255	112	153
Каракульский	-	-	15	48	111	65	-	5
Область	35	410	128	166	2511	320	112	181

Таблица 7

Удельный водозабор ($У_п$, тыс.м³/га), удельный сток коллекторно-дренажных вод ($У_{кд}$, тыс.м³/га) и урожайность хлопчатника (X, ц/га)

Оазисы	1960-1962			1963-1965			1966-1970			1971-1973		
	$У_п$	$У_{кд}$	X	$У_п$	$У_{кд}$	X	$У_п$	$У_{кд}$	X	$У_п$	$У_{кд}$	X
Навоийский	8,7	2,4	12,0	12,4	3,0	17,1	13,9	4,7	22,9	14,1	4,5	24,9
Бухарский	10,7	1,1	15,5	12,9	1,3	19,5	15,0	3,0	25,3	15,1	3,1	26,7
Каракульский	13,0	0,4	13,2	16,4	1,0	17,4	17,9	2,0	23,5	19,2	2,3	25,5
Область	10,8	1,2	14,6	13,3	1,5	18,8	15,2	3,2	24,5	15,6	3,2	26,2

поверхностными водами. Наибольшие сбросы поверхностных вод, незарегулированных поверхностными емкостями, наблюдаются в годы многоводий на р.Зарафшан; в это время они в виде бесполезных сбросов отводятся в соленые озера области (табл.6).

Увеличение водообеспеченности земель области, связанное со строительством АБК, и повышенный отвод коллекторно-дренажных вод привели к значительному росту урожайности хлопчатника (табл.7).

Наиболее интенсивный рост урожайности хлопчатника начинается с 1966 г. - начала полной эксплуатации АБК-I. При постепенном росте урожайности хлопчатника наивысшая (в среднем по области) наблюдается в 1970 г. - 28,3 ц/га. В последние годы (в 1971 г. и особенно в 1973 г.) урожайность хлопчатника в среднем по области снизилась, соответственно, до 26,6 и 25,4 ц/га.

По нашим исследованиям, причинами снижения урожайности хлопчатника следует считать: завышение (1973 г.)и занижение (1971 г.) фактических оросительных норм против рекомендуемых; высокое стояние уровня грунтовых вод; неблагополучные метеорологические условия этих лет; невыполнение ряда агротехнических мероприятий /3/.

Выводы

Развитие орошения в Бухарской области в последнее десятилетие вызвано строительством Амукаракульского (1963 г.) и I очереди Амубухарского (1965 г.) машинных каналов, подающих воду из Амударьи.

I. За период 1960-1973 гг. площадь орошаемых земель области увеличилась на 9% (с 224 до 245 тыс.га); водозабор на орошение за этот же период возрос в 1,5 раза (с 2,4 до 3,8 км^3/год) и использовался, главным образом, для повышения водообеспеченности оазисов; удельный водозабор (брутто) увеличился с 10,8 до 15,6 тыс.м^3/га.

На уровне 1973 г. около 50% орошаемой площади (122 тыс. га) перешло на питание амударьинской водой, такая же площадь осталась подвешенной к р.Зарафшан. В перспективе после строительства АБК-Ш все земли существующего орошения и зона

прироста Бухарского региона (около 335 тыс.га) будут подключены на питание из р.Амударьи.

2. Увеличение водозабора сопровождалось повышением уровня грунтовых вод. Для предупреждения опасности засоления земель получило большое развитие строительство коллекторно-дренажной сети и сбросных трактов с вводами к ним. Удельная протяженность КДС возросла с 14,7 (1960 г.) до 16,0 п.м/га (1973 г.); с ростом протяженности КДС увеличился сток коллекторно-дренажных вод с 1,2 (1960-1962 гг.) до 3,2 тыс.м^3/га (1970-1973 гг.). На современном уровне 30% коллекторно-дренажных вод сбрасывается в источник орошения - р.Зарафшан, 70% отводится в соленые озера.

3. Увеличение водообеспеченности земель, благодаря строительству АБК, и повышенный отвод коллекторно-дренажных вод привели к значительному росту урожайности хлопчатника - с 14,6 (1960-1962 гг.) до 26,2 ц/га (1971-1973 гг.).

4. Для улучшения мелиоративного состояния земель и повышения урожайности хлопчатника в оазисах Бухарской области необходимо усиление дренажного стока путем развития КДС и нормализации водоподачи по оросительным системам в пределах оптимальных оросительных норм.

Литература

1. Постановление ЦК КП Узбекистана и Совета Министров УзССР № 259 от 13 июня 1973 г. "О мероприятиях по дальнейшему развитию орошения в УзССР", "Правда Востока", 1973.

2. Постановление ЦК КП Узбекистана и Совета Министров УзССР № 429 от 31 августа 1971 г. "О перспективах развития мелиорации земель в Узбекской ССР в 1971-1985 гг.", "Правда Востока", 1971.

3. Юлдашев С.Х., Сорокин М.А., Рахимбаев А.А., Ибрагимов Г.А. Резервы хозяйств по увеличению производства хлопка. "Механизация хлопководства" вып. 5, Ташкент, 1974.

Э.Д. ЧОЛПАНКУЛОВ

канд.геогр.наук

(САНИИРИ имени В.Д. КУРИНА)

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В БАССЕЙНЕ р. АМУДАРЬИ

При анализе термического режима рек бассейна Амударьи обращает на себя внимание обратная зависимость средней многолетней температуры воды от высоты водосбора .

Нами были получены расчетные зависимости температуры воды от высоты водосброса за каждый месяц для рек Памира и бассейна р. Пянджа, для рек бассейнов Кафирнигана, Вахша, Кашкадарьи, Сурхандарьи и Зарафшана.

Для примера приводим зависимость температуры воды от высоты водосбора для бассейнов рек Зарафшана, Кашкадарьи и Шерабада (рисунок, а и б). Данная зависимость четко прослеживается для всех месяцев на реках Памира, в бассейнах Пянджа и Зарафшана. Для бассейнов рек Вахша, Сурхандарьи, Шерабада и Кашкадарьи эта связь в зимнее время прослеживается не четко, но в остальные месяцы можно отметить вполне удовлетворительную зависимость температуры воды от высоты водосбора.

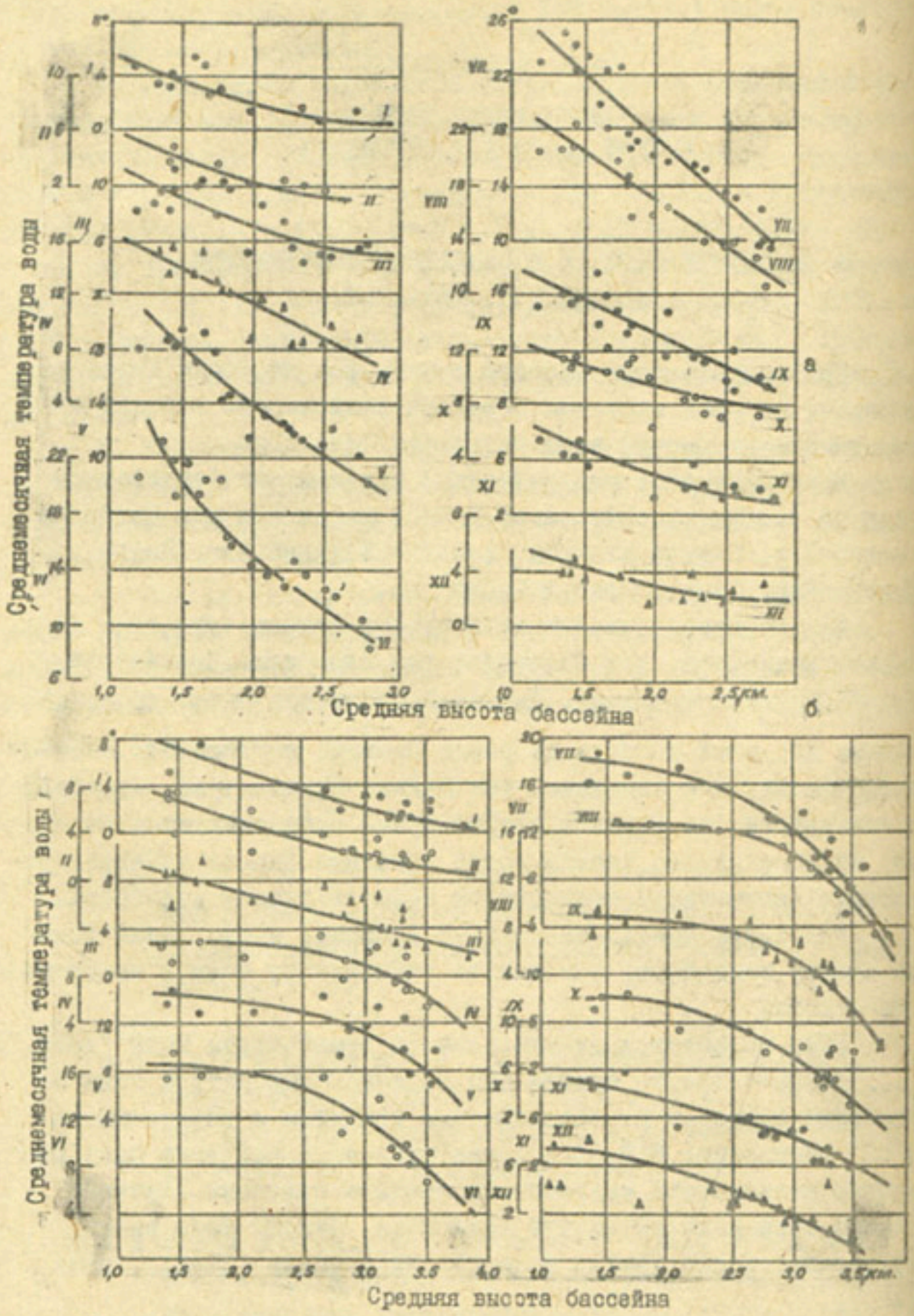
Используя предложенные нами графики, можно, зная только высоту водосбора, определить температуру воды в неизученном створе.

Ниже приводятся данные расчета температуры воды (табл.I).

Обеспеченность ошибок при расчете температуры воды в бассейне Амударьи по предложенным графикам с точностью до $\pm 2{,}0^{\circ}$ составляет 84%. Для ориентировочных расчетов были получены зависимости многолетних средних сезонных значений температуры воды от высоты водосбора. Сезоны были взяты следующие: весна (Ш-У), лето (УI-УШ), осень (IX-XI), зима (XII-II).

Для рек бассейна Амударьи весной проявляется зависимость вида

$$t = 20{,}0 - 4{,}17H, \qquad (I)$$



Зависимость температуры воды от высоты водосбора:
а) для бассейнов рек Кашкадарьи и Чирабада;
б) для бассейна р. Зарафшана.

Таблица I

Температура воды по некоторым постам бассейна р. Амударьи

Температура	I	II	III	IУ	У	УI	УП	УШ	IX	X	XI	XII	Средняя за год	%
						р. Сарытаг (устье)								
Расчетная	0,8	I,0	3,6	6,6	7,4	7,4	7,9	7,7	7,3	4,0	2,0	I,2	4,7	I07
Наблюд.	I,4	I,7	2,3	5,4	6,6	6,4	7,4	7,7	6,9	3,4	I,9	I,5	4,4	I00
						р. Обизаранг (Даннабад) - кишл. Даннабад								
Расчетная	4,5	5,8	8,6	II,4	I3,4	I5,5	I7,4	I8,2	I5,0	I0,8	7,3	4,9	II,I	I08
Наблюд.	3,0	5,8	8,5	I0,7	I2,8	I5,2	I8,I	I6,3	I3,6	I0,3	5,8	3,9	I0,3	I00

где τ – среднесезонная температура воды, град.;

H – высота водосбора, км.

Летом эта зависимость имеет вид

$$\tau = 32,2 - 7,15H; \quad (2)$$

осенью

$$\tau = 19,0 - 3,66H. \quad (3)$$

По своему виду (3) весьма схожа с зависимостью, полученной для весеннего периода. Зимой проявляется зависимость вида

$$\tau = 7,0 - 1,46H. \quad (4)$$

Используя эти уравнения, можно легко определить для каждого сезона температуру воды, зная только среднюю высоту водосбора.

При анализе зависимости температуры воды от температуры воздуха для разных рек бассейна Амударьи было установлено, что зависимость температуры воздуха можно представить уравнением вида

$$\tau = ae^{ct}, \quad (5)$$

где τ – среднемесячная температура воды;

t – среднемесячная температура воздуха на ближайшей метеостанции;

e – основание натуральных логарифмов;

a и c – коэффициенты.

Для каждого бассейна величины a и c имеют свои определенные значения (табл.2).

Таблица 2

Значение коэффициентов a и c

Бассейн реки	a	c
Вахш	2,88	0,0665
Кафирниган	2,80	0,0725
Зарафшан	4,06	0,0584
Сурхандарья	3,48	0,0640
Кашкадарья	2,84	0,0695
Шерабад	2,84	0,0695
Пяндж: а) реки с низкими водосборами	3,00	0,0626
б) реки с высокими водосборами	2,40	0,0650

Предложенная нами зависимость была проверена по материалам наблюдений и показала хорошую сходимость с натурными данными.

Незначительные отклонения расчитанных температур от наблюденных дают возможность применять указанные методы для расчетов температуры воды в бассейне р. Амударьи.

РЕФЕРАТЫ

к сборнику научных трудов, вып.151 (гидротехнические сооружения на гидромелиоративных системах)

УДК 627.4

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ р.АМУДАРЬИ ОТ РАЗМЫВА

А.М.МУХАМЕДОВ, Х.А.ИРМУХАМЕДОВ, О.А.КАКМОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

По данным исследований установлено, что самым эффективным методом борьбы с дейгишем является осуществление мероприятий, направленных на устранение возможности возникновения свальных течений - основной причины возникновения дейгиша.

Необходимо следующее: 1) превратить блуждающий участок реки в нормально меандрирующее русло с помощью системы или глухих шпор; 2) регулировать русло с помощью землечерпания мощными земснарядами; 3) спрямлять излучины. Дана методика инженерного расчета, позволяющая правильно определить все расчетные характеристики, необходимые для составления обоснованных проектов регулировочных работ.

Иллюстр. - 3, Библ. - 3.

УДК 551.48

ЗАИЛЕНИЕ СЕЛЕХРАНИЛИЩ ПРЕДГОРНОЙ ЧАСТИ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Х.А.ИСМАГИЛОВ, С.Х.ТУЛЯГАНОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В процессе полевых исследований селехранилищ, расположенных в пределах Ферганской долины и Дальверзинского масси-

ва, авторами определена интенсивность заиления, которая составляет от 0,5 до I6% в год; объемный вес отложений достигает I,4 - I,6 т/м^3.

Распределение отложений по длине селехранилищ происходит так, что самые крупные наносы выпадают у входа в селехранилище - I60-I70 мм/сек, мелкие - 38 мм/сек - непосредственно у плотины.

Табл.- I. Библ. - 2.

УДК 55I.49

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ СТРАТИФИКАЦИИ

Д.А.МУХАМЕДОВ

Сб.научных трудов, вып.I5I, Ташкент, САНИИРИ, I976

В статье приводятся результаты модельных исследований по изучению химической природы стратификации, проведенных на гидравлическом лотке русловой лаборатории, в связи с возникающей проблемой использования минерализованных вод Арнасая для орошения путем подпитывания ими вод Чардаринского водохранилища.

Иллюстр. - 3. Библ. - 2.

УДК 626.0I

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ КОНСТРУКЦИИ ВХОДНОЙ ЧАСТИ РЕГУЛЯТОРОВ-ПЕРЕПАДОВ С РОМБОВИДНЫМ ВОДОСКАТОМ

Л.А.МАШКОВИЧ, Б.Г.МАЛЛАЕВ

Сб.научных трудов, вып.I5I, Ташкент, САНИИРИ, I976

В статье рассматривается вопрос о наименьшей длине входной части регуляторов-перепадов с ромбовидным водоска-

том, обеспечивающей установление на пороге водоската критической глубины при всех пропускаемых из-под щита расходах. Приводится теоретическое решение этой задачи. Показана целесообразность устройства входной части по типу горизонтального прямоугольного лотка только в случаях конструирования сооружений, характеризующихся небольшими напорами и малой шириной входного отверстия.

Иллюстр. - 2. Табл. - 3. Библ. - 5.

УДК 621.6

МЕХАНИЧЕСКИЙ ДОЗИМЕТР ДЛЯ ПОДАЧИ НАНОСОВ НА РУСЛОВЫЕ МОДЕЛИ

Т.Ш.МАЖИДОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В статье описывается приспособление для равномерной подачи сырого и сухого наноса разных крупностей в широком диапазоне на размываемые русловые модели. Дается описание и принцип работы устройства и методика тарировки.

Иллюстр. - 2. Библ. - 2.

УДК 627.41

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭГДА ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ГЛУХИХ ШПОР

А.Р.ХАЛИКОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В данной работе предложен ход решения задачи по

обтеканию шпоры потоком, обладающим потенциальным течением жидкости.

Рассмотрены пограничные условия, позволяющие определять междушпорные расстояния и скорости течения у преград.

Решение с использованием метода ЭГДА позволяет учитывать одновременно целый ряд фактов, таких как форму сооружения и русла реки, а также углы атаки потока.

Предлагаемые пограничные условия рекомендуются для выполнения гидравлических расчетов глухих шпор, проводимых на электрических моделях с использованием метода ЭГДА.

Иллюстр. - 2. Библ. - 6.

УДК 627.157

ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСОВ В НИЗОВЬЕ р.АМУДАРЬИ

В.Е.ТУЗОВ, М.Р.КАРАПЕТЯН

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В статье приводятся результаты исследований взвешенных и влекомых наносов р.Амударьи. Приводятся эпюры распределения мутности и нагрузки потока по глубине, особое внимание уделяется изучению придонного слоя, который исследовался донным барометром, усовершенствованным В.Е.Тузовым. Вводится дополнение к классификации наносов, учитывающее скорость и характер их передвижения. Уточняется процент содержания наносов.

Библ. - 4.

УДК 627.0I

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЖИМА СОПРОТИВЛЕНИЯ РУСЛ ПРЕДГОРНЫХ УЧАСТКОВ РЕК УЗБЕКИСТАНА

Х.Х.НАСРИДДИНОВ

Сб.научных трудов, вып. I5I, Ташкент, САНИИРИ, I976

В статье рассмотрены методы определения коэффициента сопротивления (λ), Шези (С) и шероховатости (n) для предгорных участков рек при деформации.

В результате исследований установлено, что на предгорных участках рек имеется две зоны режима сопротивления в межень и в паводок. При определении величин λ , C и n в различные периоды года необходимо учесть их изменчивость.

Иллюстр. - 4. Библ. - 4.

УДК 626.0I

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ МОРФОМЕТРИИ НА МОДЕЛИ С МЕЛКОПЕСЧАНЫМИ НАНОСАМИ

В.А.СКРЫЛЬНИКОВ

Сб.научных трудов, вып.I5I, Ташкент, САНИИРИ, I976

На основании исследований трех моделей с мелкопесчаными наносами получены лабораторные морфометрические зависимости с учетом основных факторов - высоты возвышения кромки берегов модели над горизонтом воды, мутности потока и расхода воды. Установлено, что изменение морфометрии в зависимости от расхода воды происходит по двум зонам. Значение расхода, разделяющего зоны, зависит от высоты берегов модели.

Иллюстр. - 4. Биб-л. - 5.

УДК 627.157

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНОВКИ ЧАРДЖОУСКОГО ПРОМ-ВОДОЗАБОРА НА РЕКЕ АМУДАРЬЕ

Р.Р.АБДУРАУПОВ, Д.Ш.АБДУЛЛАЕВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В статье даются рекомендации по компоновке и размещению створов трехголового промводозабора на р.Амударье. Основной створ водозабора рекомендуется разместить у створа 6, а боковые следующим образом: один выше, в удалении 360 м, другой ниже - 400 м от основного створа. Наилучшие условия для забора воды создаются при центральном положении русла на подходе к стеснению.

Иллюстр. - 1. Библ. - 4.

УДК 627.01

К ВЫБОРУ ДЛИНЫ ПОДВОДЯЩЕГО РУСЛА ПРИПЛОТИННЫХ ВОДОЗАБОРНЫХ УЗЛОВ

Ф.М.ИСМАИЛИ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В статье изложены материали лабораторных и теоретических проработок по выбору параметров подводящего русла в схеме компоновки двухстороннего приплотинного водозаборного узла фронтального типа, отвечающего условиям равнинной части Амударьи. Установлено, что при длине подводящего русла, равной 5,5 В, достигается устойчивая гидравлическая структура потока, позволяющая вести успешную борьбу с завлеканием наносов в створы узла.

Иллюстр. - 2, Библ. - 5.

УДК 627.I57

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРУПНОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ В ВЕРХНЕМ БЬЕФЕ НИЗКОНАПОРНОГО ГИДРОУЗЛА

А.Г.ПУЛАТОВ

Сб.научных трудов, вып.I5I, Ташкент, САНИИРИ, I976

Излагается методика расчета распределения крупности отложения наносов в верхнем бьефе низконапорных гидроузлов по мере его занесения.

Получена формула для определения наибольшей крупности донных наносов, сбрасываемых в нижний бьеф плотины в различные моменты занесения верхнего бьефа.

Иллюстр. - I. Библ. - 2.

УДК 626.83:65.0I2.0II.56

К АВТОМАТИЗАЦИИ СИФОНОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

С.И.КЕБЕРЛЕ, Л.А.ГЕХТЕР,
В.В.ПЕРЕПЕЛКИНА

Сб.научных трудов, вып.I5I, Ташкент,САНИИРИ, I976

В статье предлагается разработать два автоматически действующих ограничителя включения сифонных водовыпусков насосных станций для устранения недопустимой вибрации насоса и даются условия для разработки конструкций этих ограничителей.

УДК 627.83

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА И ВЫСОТЫ ВОЛНЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ

М.С.КОЖЕВНИКОВА, И.В.ОСАДЧАЯ,
Б.И.БЕЛЕСКОВ

Сб. научных трудов, вып.151,Ташкент,САНИИРИ,1976

В статье рассматриваются некоторые вопросы методики по определению расчетной скорости ветра и высоты волны.

Приводится уточненная формула САНИИРИ по определению высоты волны.

Иллюстр. - 1. Библ. - 4.

УДК 626 83

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО РАСХОДА ВКЛЮЧЕНИЯ СИФОННЫХ ВОДОВЫПУСКОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

В.В.ПЕРЕПЕЛКИНА,Г.К.МЕЛОДИНА

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент,САНИИРИ,1976

В статье на основании многочисленных лабораторных и натурных опытов дана обобщающая формула для определения минимального расхода включения сифонных водовыпусков насосных станций различных конструктивных форм.

Иллюстр. - 1. Библ. - 3.

УДК 626.83

О ВЫСОТЕ СФОРМИРОВАВШИХСЯ ВОЛН ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В МАШИННЫХ КАНАЛАХ

Х.И.ЗАИРОВ, П.П.ЛИСТРОВОЙ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент САНИИРИ,1976

Статья касается вопроса определения высоты волн перемещения. Составлен комплексный параметр, включающий исходные, применяющиеся в данном канале, величины, которые определяют параметры сформировавшихся волн перемещения.

Иллюстр. - 1. Библ. - 2.

УДК 627.15.01

К ВОПРОСУ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕКАХ С МЕЛКОПЕСЧАНЫМИ ЛЕГКОПОДВИЖНЫМИ ГРУНТАМИ ОСНОВАНИЯ (ТИПА АМУ - ДАРЬИ)

С.И.КЕБЕРЛЕ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ,1976

В статье приводится предположение о том, что большой разброс точек на графиках зависимости $Q = f(H)$, составляемых по натурным наблюдениям на Амударье, происходит из-за того, что измерения ведутся в периоды времени, характеризующиеся неустановившимся режимом протекания потока.

Рекомендуется создать более совершенную измерительную технику с автоматической быстрой и частой записью основных параметров русла и потока реки.

УДК 691.01

К ВОПРОСУ ТВЕРДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО БЕТОНА С ДОБАВКОЙ СИЛИКАТА НАТРИЯ

Ш.МАХМУДОВ, В.Я.ДРЫГА
Н.А.ДЖАЛИЛОВА

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В статье описано влияние добавки - силиката натрия в порошкообразном виде-на твердение различных цементов в процессе их тепловой обработки.

С помощью физико-химических методов исследования установлено, что данная добавка способствует гидратации цемента с некоторым изменением количества образовавшихся фаз в затвердевшем цементном камне.

Иллюстр.- 2. Табл. - 1. Библ. - 4.

УДК 627.4

СТРУЕНАПРАВЛЯЮЩИЕ ДАМБЫ КЫЗЫЛАЯКСКОГО ГИДРОУЗЛА И ИХ КРЕПЛЕНИЕ

Р.М.РАЗАКОВ, З.Л.ХАМИДОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

В статье приводятся результаты модельных гидравлических исследований струенаправляющих дамб и их креплений в бьефах Кызылаякского гидроузла. В качестве конструкции для крепления дамб исследована стенка-запань, представляющая собой железобетонные плиты, помещенные в пазы буронабивных свай и перекрывающие их верхнюю часть.

Рекомендована дамба, удлиненная до скальной полки, прямолинейная в подводящем канале и криволинейная в русловой части.

Иллюстр. - 2

УДК 626.013

К РАСЧЕТУ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СЛАБОСВЯЗНЫХ ГРУНТОВ В ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ПЛОТИН СРЕДНЕЙ АЗИИ

С.М.ГОРЮНОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент,САНИИРИ, 1976

В работе рассмотрен вопрос устойчивости контактов противофильтрационных элементов плотин из супесей в сочетании с гравийно-песчаными грунтами. Получены опытные зависимости разрушающих градиентов контактного выпора супесей от диаметра фильтрационного хода фильтра.

УДК 626.83 (626.816)

УЛУЧШЕНИЕ ГИДРАВЛИКИ ПОТОКА ПРИ ВХОДЕ ВО ВСАСЫВАЮЩИЕ ТРУБЫ НАСОСОВ

О.Я.ГЛОВАЦКИЙ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ, 1976

На основании анализа условий подхода потока в зависимости от продольной эпюры скоростей, а также гидравлических натурных и модельных исследований аванкамер крупнейших насосных станций дается метод расчета реконструкции аванкамер различных типов, обеспечивающий наиболее благоприятный режим работы насосов.

Иллюстр. - 1.

УДК 627.157

РАСЧЕТ КРИВОЙ ПОДПОРА В ПРОЦЕССЕ ЗАНЕСЕНИЯ ВЕРХНИХ БЬЕФОВ НИЗКОНАПОРНЫХ ГИДРОУЗЛОВ

В.А.СКРЫЛЬНИКОВ , А.Г.ШУЛАТОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент, САНИИРИ,1976

Дана методика расчета, позволяющая определить положение кривой подпора для любого расчетного значения времени занесения верхнего бьефа низконапорного гидроузла и выявить длину распространения призмы отложения наносов в процессе занесения бьефа.

Иллюстр. - 2. Библ. - 8.

УДК 631.6

РАЗВИТИЕ ОРОШЕНИЯ В НИЗОВЬЯХ ЗАРАФШАНА (БУХАРСКАЯ ОБЛАСТЬ) С ПРИХОДОМ АМУДАРЬИНСКОЙ ВОДЫ

Р.А.АЛИМОВ, Н.И.ЗУДИНА,Е.В.АСКАРОВА

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент,САНИИРИ,1976

В статье рассмотрено увеличение орошаемой площади, удельных стоков водозабора и коллекторно-дренажных вод за период 1960-1973 гг. и влияние последних на рост урожайности хлопчатника.

Табл. -7, Библ. - 1.

УДК 551.48

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В БАССЕЙНЕ р. АМУДАРЬИ

Э.Д.ЧОЛПАНКУЛОВ

Сб.научных трудов, вып.151, Ташкент,САНИИРИ,1976

В статье предлагаются два независимых метода определения среднемесячной температуры воды в неизученных створах в бассейне р.Амударьи.

Приводятся расчетные формулы для определения температуры воды в зависимости от высоты водосбора и от температуры воздуха.

Иллюстр. - 1. Табл. - 2.

Содержание

I. Мухамедов А.М., Ирмухамедов Х.А., Каюмов О.А. Рекомендуемые способы защиты берегов р.Амударьи от размыва. 6

2. Исмагилов Х.А., Тулягганов С.Х. Заиление водохранилищ предгорной части Ферганской долины. I2

3. Мухамедов Д.А. Исследование донных потоков химической природы стратификации. I6

4. Машкович Л.А., Маллаев Б.Г. К вопросу о выборе конструкции входной части регуляторов-перепадов с ромбовидным водостоком. 20

5. Махидов Т.Ш., Механический дозиметр для подачи наносов на русловые процессы. 28

6. Халиков А.Р. Использование метода ЭГДА для гидравлического расчета глухих шпор. 32

7. Тузов В.Е., Карапетян М.Р. Исследование наносов в низовье р.Амударья. 37

8. Насриддинов Х. Некоторые характеристики режима сопротивления русл предгорных участков рек Узбекистана. 43

9. Скрыльников В.А. Результаты исследований лабораторной морфометрии на моделях с мелкпесчаными наносами. 49

I0. Абдураупов Р.Р., Абдуллаев Д.Ш. Исследование компоновки Чарджоуского промводозабора на Амударье. 56

II. Исмаили Ф.М. К выбору длины подводящего русла приплотинных водозаборных узлов. 62

I2. Скрыльников В.А., Пулатов А.Г. Расчет кривой подпора в процессе занесения верхних бьефов низконапорных гидроузлов. 67

I3. Пулатов А.Г. Расчет распределения крупности отложений в верхнем бьефе низконапорного гидроузла. 74

I4. Кеберле С.И., Гехтер Л.А., Перепелкина В.В. К автоматизации сифонов насосных станций. 79

I5. Кожевникова М.С., Осадчая И.В.: Белесков Б.И. К методике определения расчетной скорости ветра и высоты волны для проектируемых водохранилищ. 8I

I6. Перепелкина В.В., Мелодиева Г.К. Определение минимального расхода включения сифонных водовыпусков насосных станций. 86

I7. Кеберле С.И. К вопросу методики исследования русловых процессов в реках с мелкопесчаными легкоподвижными грунтами основания (типа Амударьи). 89

I8. Заиров Х.И., Листровой П.П. О высоте сформировавшихся волн перемещения в машинных каналах. 9I

I9. Махмудов Ш., Дрыга В.Я., Джалилов Н.А. К вопросу твердения гидротехнического бетона с добавками силиката натрия. 95

20. Разаков Р.М., Хамидов З.Л. Струенаправляющие дамбы Кызылаякского гидроузла и их крепление. I00

21. Горюнов С.М. К расчету фильтрационной устойчивости слабосвязных грунтов в противофильтрационных элементах плотин Средней Азии. 104

22. Гловацкий О.Я. Улучшение гидравлики потока при входе во всасывающие трубы насосов. 109

23. Алимов Р.А., Зудина Н.И., Аскарова Е.В. Развитие орошения в низовьях Зарафшан (Бухарская область) с приходом Амударьинской воды. 113

24. Чолпанкулов Э.Д. О некоторых методах определения температуры воды в бассейне р.Амударьи. 123

Редакторы: Д.Х.Володина, А.Ш.Меркина,

Т.М.Шапошникова

Корректор Р.П.Яхъяева

Р-05649. Подписано в печать 28.У.76г Формат бумаги 46х60
I/8 Усл.п.л.9 Уч.изд.л.7,2 Заказ I459 Тираж 300 экз. Цена 60 коп

Картфабрика института "Узгипрозем" г.Ташкент, Мукими,I76