

БЕСПЛОТИННОЕ ВОДОЗАБОРНОЕ СООРУЖЕНИЕ С РЫБОЗАЩИТОЙ

*Н.П. Лавров – д.т.н., проф.; Г.И. Логинов, Н.В. Коржавин, Д.А. Борисенко
Кыргызско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан*

Общий годовой сток горных рек Кыргызстана превышает 50 млрд м³. Они имеют относительно небольшой расход, особенно в горной части, формирующийся от таяния сезонных снегов, вечных снегов и ледников, а также от дождей и ливней [1].

Использование потенциала горных рек для ирригации и гидроэнергетики достигается устройством плотинного или бесплотинного водозабора. Тип водозаборного сооружения назначается, исходя из топографических, гидрологических и инженерно – геологических условий [2].

Бесплотинные водозаборные сооружения имеют более простую конструкцию и меньшую стоимость по сравнению с плотинными водозаборами, однако реже применяются в водохозяйственной практике. Это объясняется меньшей надежностью этих сооружений в условиях изменения планового расположения речного русла и при большой насыщенности потока влекомыми наносами.

Современные требования, предъявляемые к инженерным водозаборным сооружениям, заключаются не только в подаче требуемого расхода воды и защиты отводящих каналов от наносов, но и в сохранении экологического равновесия района возведения объекта.

Экологические требования состоят в следующем:

- 1) сохранение флоры и фауны реки;
- 2) защита земель от эрозии;
- 3) минимальное вмешательство в гидрологический режим реки.

Преимущество бесплотинных водозаборных узлов состоит в том, что они, в отличие от плотинных, не создают препятствия для миграции рыб на нерест вверх по течению реки, что способствует сохранению ихтиофауны.

Сохранение речной фауны заключается также в защите особей рыб от попадания в отводящие каналы, где они погибают либо на полях орошения, либо в турбинах деривационных ГЭС. До недавнего времени ни одно водозаборное сооружение на горных реках Кыргызстана не имело средств рыбозащиты.

Натурное обследование рек Иссык-Ата и Сокулук Чуйской области в рамках швейцарской программы NCCR «Север-Юг» показало, что основными видами рыб, обитающих в этих реках, являются речная радужная форель, осман, осман суусамырский, осман белогрудый. Поведение данных видов во многом схоже, они предпочитают участки реки с ограниченными скоростями потока воды и малыми глубинами. Главным образом это объясняется тем, что там сосредоточен основной объем корма, а также относительно простыми условиями для передвижения в речном потоке. Решение задачи рыбозащиты, таким образом, состоит в том, чтобы перед зоной водозабора создать неблагоприятные условия для обитающей в реке рыбы. Для этого применяются различные способы и устройства рыбозащиты.

Выделяют следующие основные способы рыбозащиты: механический, электрический, световой, звуковой и гидравлический. Выбор способа и устройства рыбозащиты зависит от гидрологического режима реки, условий подхода рыб к области водозабора, вида подводящего русла (прямолинейное или криволинейное) и т.д. Как показали ранее проведенные исследования в этой области, одним из наиболее эффективных, безопасных и экономически выгодных для участков рек горно-предгорной зоны является гидравлический способ рыбозащиты [5].

Эффективность гидравлического способа рыбозащиты была подтверждена нами на моделях плотинных водозаборных сооружений на реках Иссык-Ата и Сокулук. На данный способ рыбозащиты и реализующее его устройство подана заявка на изобретение в «Кыргызпатент» и получено положительное решение.

С учетом комплекса вышеперечисленных требований, нами предложена усовершенствованная конструкция бесплотинного водозаборного сооружения для горных рек (БВСГР), схема которого представлена на рис. 1.

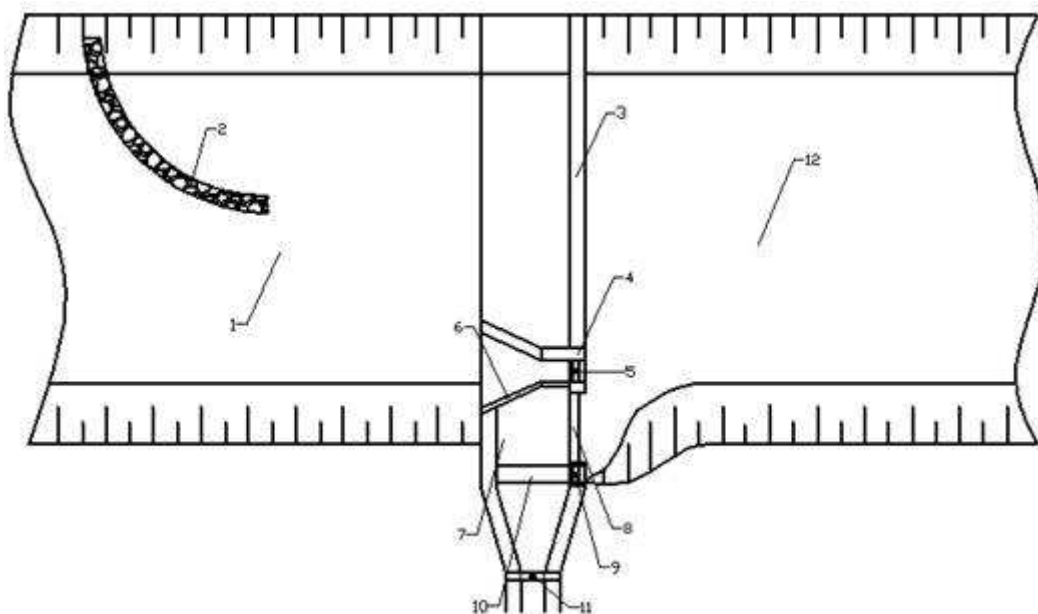


Рис. 1. Схема бесплотинного водозаборного сооружения для горных рек (БВСГР):
 1 – подводящее русло; 2 – струнаправляющая шпора; 3 – поперечный речной уступ;
 4 – промежуточные устои; 5 – затвор промывного тракта; 6 – ломанный в
 плане наносозащитный порог; 7 – водоприемная камера; 8 – катастрофический
 водослив;
 9 – затвор промывной галереи водоприемной камеры; 10 – рыбозащитное устройство;
 11 – затвор регулятор деривационного канала; 12 – отводящее русло

Отличительными особенностями представленной компоновочной схемы бесплотинного водозаборного сооружения являются:

криволинейная в плане наносозащитная шпора 2, устройство которой в прямолинейном подводящем русле 1 позволит создать эффект продольно-поперечной циркуляции при наименьших строительных затратах и улучшить наносозащитные характеристики сооружения в целом, а ее малая высота (до 0,6 м) над средневзвешенным дном не создает заметного подпора при пропуске паводковых расходов;

поперечный речной уступ 3 с уклоном гребня i_v в сторону водоприемной камеры препятствует переформированию дна русла реки, предупреждает образование крупных отложений наносов на подходе к промывному тракту 5 и ломанному в плане наносозащитному 6 порогу и поддерживает расчетные уровни воды над гребнем этого порога;

промывной тракт 5, оборудованный затвором и отделенный от водоприемной камеры и поперечного речного уступа промежуточными устоями 4, имеет дно,

посаженное ниже гребня уступа на величину $h_n = 1,5$ м, что способствует транспорту наносов вдоль внешней стенки порога и их сбросу в нижний бьеф;

ломанный в плане наносозащитный порог 6, состоящий из двух секций, выполнен с уклоном гребня $i_n = 0,06$ в сторону затвора промывного тракта, его наибольшая отметка в начальной части равна наименьшей отметке гребня поперечного речного уступа 3, что гарантирует достаточный водозабор в водоприемную камеру при всех гидрологических режимах реки с предварительной очисткой воды от наносов. Винтовое движение вдоль порога 6 представляет собой первую ступень рыбозащиты, увлекая молодь вниз по течению реки и отпугивая от водоприемника взрослые особи рыб;

водоприемная камера 7, служащая для гашения энергии воды и водоподачи в отводящий канал 11, оборудована катастрофическим водосливом 8, отметка гребня которого расположена ниже отметки гребня наносозащитного порога; в конце камеры располагается промывная галерея с уклоном дна в сторону нижнего бьефа, здесь устроено отверстие, оборудованное плоским затвором 9 для сброса наносов в нижний бьеф;

промывная галерея оборудуется отсекающим козырьком с переменной шириной по длине галереи, его устройство, представляющее собой вторую ступень рыбозащиты, создает необходимый гидравлический режим по ширине водоприемной камеры, что препятствует попаданию рыбы в деривационный канал, которая при достаточном открытии плоского затвора водоприемной камеры имеет возможность ската в нижний бьеф сооружения.

Аналогичный способ и устройство рыбозащиты внедрено в 2005 г. на плотинном водозаборном сооружении из реки Сокулук в каналы Джантай и Казенный.

После теоретического обоснования размеров элементов приведенной конструкции водозаборного сооружения возникла необходимость проведения экспериментальных исследований с целью определения рациональных конструктивных параметров средств противонамосной защиты. Известно [4, 6], что эффективность защиты деривационных или ирригационных каналов от речных наносов является одним из основных показателей работы горных водозаборных узлов.

Экспериментальные исследования выполнялись в ЦОНИК КРСУ, расположенном в пос. Беш-Кунгей Аламединского района Чуйской области КР. Для исследований была использована модельная русловая установка (МРУ) с размерами: ширина 150 см, высота 50 см, длина 10000 см. Базовым объектом моделирования было выбрано водозаборное сооружение для микроГЭС установленной мощностью 66 кВт, проектируемое на реке Джууку Джети-Огузского района Ыссык-Кульской области.

Моделирование проводилось по критерию гравитационного подобия с выполнением условия $Fr = idem$ [6]. Масштаб физической модели водозаборного сооружения (рис. 2) был принят равным 1:25 этот масштаб больше минимально допустимого = 36.07, обеспечивающего автомодельность по Рейнольдсу [6]:

Гидроморфометрические характеристики, создаваемые на модели, рассчитывались с использованием расчетной методики Талмазы В.Ф. Крошкина А.Н. [7].

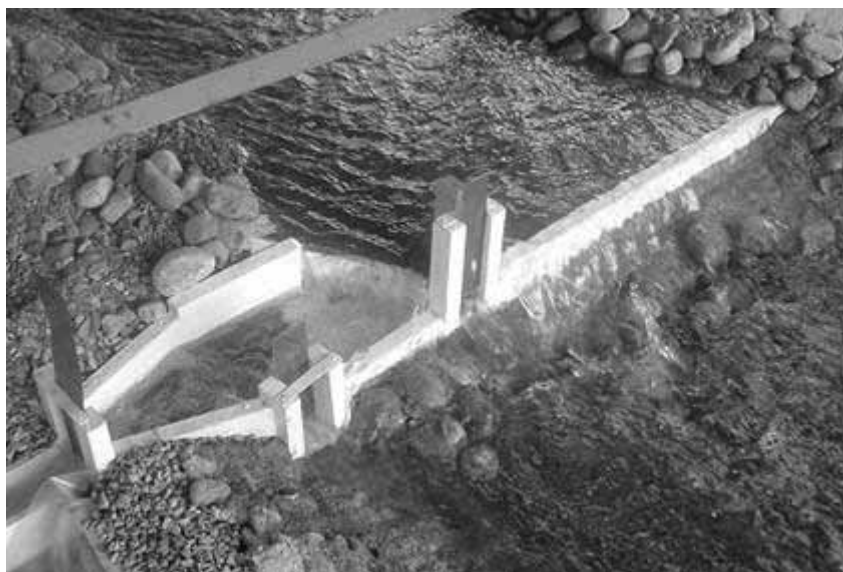


Рис. 2. Модель бесплотинного водозаборного сооружения для условий р. Джууку

Моделирование проводилось при пропуске меженных расходов воды в реке с максимальным коэффициентом водозабора в отводящий канал, равном 0,6. При этом нами была проверена эффективность влияния относительного заглубления концевой секции ломанного в плане порога P_2/H_p (где P_2 – высота порога в конце; H_p – расчетный напор перед порогом) на качество его работы, которая оценивалась по соотношению мутностей водных потоков подходящего по подводящему руслу ρ_p и поступающего в водоприемную камеру $\rho_{в.к.}$. Результаты исследований модели сооружения приведены в таблице.

Влияние высоты концевой части порога на его наносозащитные свойства

№ опыта	P_1 см	P_2 см	H_p см	L_n см	$\frac{P_1 - P_2}{L_n}$	$\frac{P_2}{H_p}$	ρ_p г/л	$\rho_{в.к.}$ г/л	$\frac{\rho_{в.к.}}{\rho_p}$
1	3,5	0,3	4,0	14,0	0,23	0,075	0,81	0,89	1,09
2	3,5	0,5	4,0	14,0	0,21	0,125	0,68	0,75	1,1
3	3,5	1,0	4,0	14,0	0,178	0,25	0,53	0,18	0,34
4	3,5	1,5	4,0	14,0	0,143	0,375	0,48	0,044	0,091
5	3,5	2,0	4,0	14,0	0,107	0,5	0,42	0,05	0,12
6	3,5	2,5	4,0	14,0	0,071	0,625	0,33	0,07	0,212
7	3,5	3,0	4,0	14,0	0,035	0,75	0,15	0,113	0,75

Как видно из таблицы, при моделировании расчетный напор перед передней стенкой порога не изменялся и был равен $H_p = 4$ см, высота порога в начале $P_1 = 3,5$ см также не изменялась. Длина порога в плане оставалась постоянной и была равна $L_n = 16$ см. Эти параметры были определены ранее в ходе теоретических и поисковых исследований.

Произведенная количественная оценка захвата наносов в водоприемную камеру показала, что наибольший эффект в борьбе с наносами был получен при относительной высоте ломанного в плане порога в конце $P_2/H_2 = 0,375 \div 0,5$ и уклоне гребня порога

$$i = (P_1 - P_2)/L_n = 0.107 \div 0.143.$$

Библиографический список

1. Рамазан М.С. Некоторые особенности гидрологического режима и гидрологическая классификация рек Киргизии. – Фрунзе: Изд-во АН Киргизской ССР, 1960. 220 с.
2. Г.В. Железняков, Ю.А., Ибад-заде, П.Л. Ливанов и др. Гидротехнические сооружения. (Справочник проектировщика)/ Под общ. ред. В.П. Недриги. – М.: Стройиздат, 1983. 543 с.
3. Филончиков А.В. Проектирование автоматизированных водозаборных узлов на горных реках. – Фрунзе: Кыргызстан, 1990. 371 с.
4. Мелиорация и водное хозяйство. Сооружения: Справочник /Под ред. П.А. Полад-заде. – М.: Агропромиздат, 1987. Т. 4. 464 с.
5. Лавров Н.П., Логинов Г.И., Коржавин Н.В. Способы рыбозащиты на речных гидроузлах Швейцарии и Германии и возможность их применения в условиях горных рек Кыргызстана. //Вестник КРСУ. – Бишкек, 2005. Т. 5. № 3. С. 68-71.
6. Справочник по гидравлическим расчетам. /Под ред. П.Г Киселева. – М.: Энергия, 1974. 312 с.
7. Талмаза В.Ф., Крошкин А.Н. Гидроморфометрические характеристики горных рек. – Фрунзе: Кыргызстан, 1968. 204 с.