

БОКОВОЕ ВОДОЗАБОРНОЕ СООРУЖЕНИЕ КОВШОВОГО ТИПА НА р. КУРШАБ

Н.П. Лаверов - докт. техн. наук, проф.

А.И. Рохман - канд. техн. наук, доц.

В.А. Биленко - канд. техн. наук, доц.

Г.И. Логинов - ст. преп.

Река Куршаб - левый приток р. Кара-Дарья - протекает по территории Ошской области Кыргызстана. Река берет начало с северного склона Алайского хребта и относится к рекам снегово-ледникового питания. На всем протяжении она имеет около 40 притоков. Общая ее длина составляет 155 км, при средней высоте водосбора 3010 м и площади водосборного бассейна 2010 км² [1, 2].

Паводки, проходящие по реке в мае-июне, характеризуются внезапностью и большим количеством донных и взвешенных наносов, средний годовой сток которых достигает соответственно 160 и 80 тыс. м³. В период прохождения селевых паводков количество приносимого рыхлообломочного материала достигает 600 тыс. м³. В среднем число дней с ледовыми явлениями, по данным УГКС, составляет 41 [2, 3].

Водозаборное сооружение расположено в 1 км выше выхода реки в долину на участке с уклоном дна 0,007. В этом месте река протекает в каньоне высотой 25-30 м, борта которого сложены из песчаника. Расходы воды в р. Куршаб изменяются от 20 до 250 м³/с, а скорости и глубины потока - в пределах 0,4-3,5 м³/с и 0,4-1,7 м. Русло реки на этом участке проходит в валунно-галечниковых отложениях со средней крупностью 45 мм и максимальной 300 мм [2, 4].

Водозаборный узел на р. Куршаб находится в Кара-Суйском районе и обеспечивает двустороннюю подачу воды в левобережный канал Отуз-Адыр и правобережный Кочкор-Ата. Общая площадь орошаемых земель составляет 17,5 тыс. га, из них 13,65 тыс. га приходится на систему канала Отуз-Адыр. Водозаборный узел относится к сооружениям 4-го класса капитальности и именуется [2] РФТВ (разновидность ферганского типа водозаборного узла). Водозаборное сооружение построено в 1954 г. Ошским ПМК треста "Ош-водстрой". Его схема приведена на рис. 1.

В настоящее время, когда в меженный период (при расходах воды в реке от 10 до 23,7 м³/с [2]) водозабор в каналы составляет более 70%, сооружение не обеспечивает очистку воды от влекомых наносов. Это вызывает интенсивное заиливание отводящего канала Отуз-Адыр с образованием гряд занесения, состоящих из наносов крупностью до 80 мм. Проводимые периодически промывки верхнего бьефа гидроузла не дают ощутимых результатов. Поэтому требуется постоянное привлечение механических средств очистки головного и транзитного участков левобережного канала, что требует значительных капиталовложений. При определении схемы реабилитации водозаборного гидроузла фирмой "Temelsu / GIBB" совместно с АО "Кыргызвод-проект" было намечено строительство трехкамерного отстойника с гидравлической промывкой наносов и облицовка железобетоном ложа канала Отуз-Адыр. Тендер на производство реабилитационных мероприятий был выигран Кызыл-Кийским АО "Шахтострой".

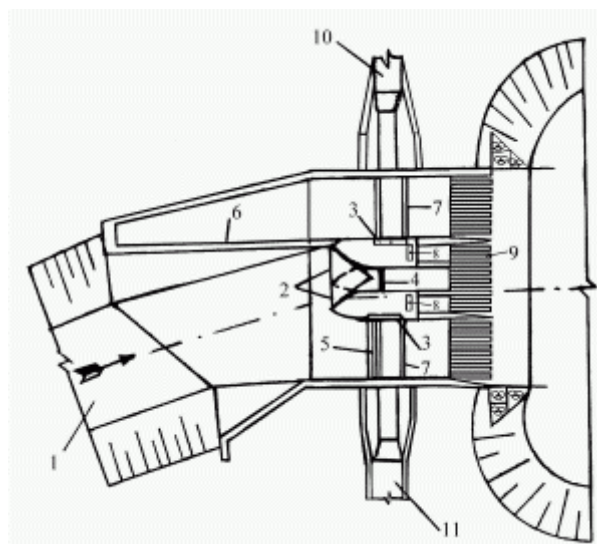


Рис. 1. Компоновочная схема существующего водозаборного сооружения на реке Куршаб до проведения реабилитационных мероприятий.

1 - подводящее русло; 2 - щитовые отверстия донных галерей; 3 - регуляторы расхода воды отводящих каналов; 4 - шугосброс; 5 - щитовой сброс; 6 - катастрофический водослив; 7 - лотки; 8 - плоские затворы донных галерей; 9 - гребенчатые расщепители; 10 - отводящий канал Отуз-Адыр; 11 - отводящий канал Кочкор-Ата.

Для улучшения очистки воды, подаваемой в левобережный канал Отуз-Адыр в створ водозаборного сооружения, было решено уменьшить водоотбор через существующий основной водозаборный оголовок, а недостающий объем воды подавать через дополнительный канал подпитки (рис. 2).

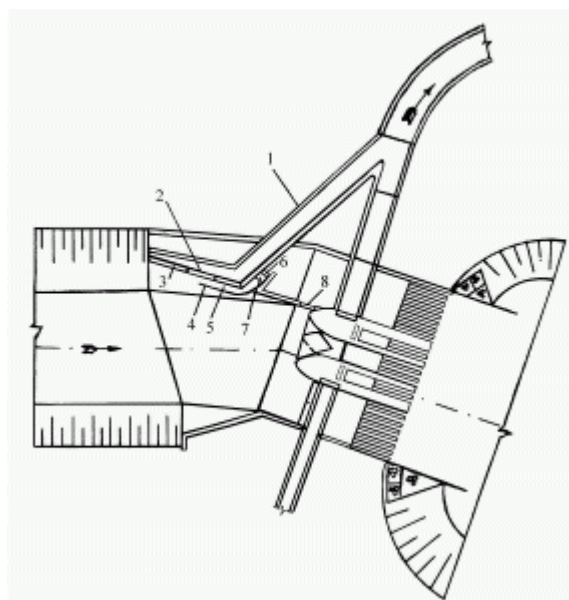


Рис. 2. Компоновочная схема водозаборного сооружения на реке Куршаб по проекту "Реабилитация головного сооружения и канала Отуз-Адыр, внедренная АО "Кыргызводпроект".

1 - дополнительный канал подпитки; 2 - ковшовый водозабор; 3 - наносотбойный порог; 4 - наносоперехватывающая шпора; 5 - канал-

промывник; 6 - плоский затвор-промывник; 7 - горизонтальный козырек плоского затвора; 8 - сбросное щитовое отверстие.

Забор воды и подачу дополнительного расхода в канал подпитки 1 по предложению ОУП "РИС", АО "Кыргызводпроект", КАА и КСРСУ предполагается осуществлять через дополнительное водозаборное сооружение 2 [5] ковшового типа, которое устраивается в теле катастрофического водослива. Ковшовый водоприемник отделяется от русла реки прямолинейным вертикальным наносоотбойным порогом 3 переменной высоты с увеличивающимся по направлению уклоном гребня (уклоны порога изменяются от 0,03 до 0,08). Между концевой частью порога и руслом реки устраивается криволинейная в плане вертикальная наносоперехватывающая шпора 4, имеющая обратный уклон гребня, функционирующая в затопленном режиме. Между порогом 3 и порогом 4 образуется суживающийся в плане канал-промывник 5, в конце которого устраивается щитовое отверстие с плоским затвором 6, имеющим в своей нижней части горизонтальный козырек. Затвор 6 с горизонтальным козырьком устанавливается на удалении не менее $3H_p$ от конца наносоперехватывающей шпоры 4, (H_p - расчетный напор воды над наносоотбойным порогом). В конце катастрофического водослива водозаборного сооружения устраивается дополнительное сбросное щитовое отверстие 8.

Преимущество приведенной схемы реконструкции водозаборного сооружения на р. Куршаб (рис. 2) над другими предложенными ранее схемами было доказано модельными исследованиями, выполненными в 2001 г. на модельной площадке АООТ "Кыргызводпроект". Фотография модели водозаборного сооружения на р. Куршаб была помещена в "Вестнике КСРСУ" за 2001 г. [4].

Как показали модельные исследования, за счет повышения отметки дна в голове основного отводящего канала на 0,9 м по сравнению с существующей произошло уменьшение пропускной способности его входного оголовка до $10,5 \text{ м}^3/\text{с}$, при этом снизилась влекущая сила отбираемого потока. Следовательно, через канал подпитки 1 необходимо было подать расход в $10,0 \text{ м}^3/\text{с}$, чтобы суммарный расход подачи в левобережный канал составил необходимую величину в $20,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

В ходе моделирования была адаптирована новая конструкция наносоотбойного порога 3 с переменным уклоном гребня (см. рис. 2). Применение этой конструкции позволило уменьшить величину напора над гребнем порога за счет увеличения его длины, которая находится в функциональной зависимости с пропускным расходом:

$$Q = m_n \cdot L_n \cdot \sqrt{2g} \cdot H_{cp}^{2/3}, \quad (1)$$

где Q - забираемый расход, $\text{м}^3/\text{с}$;

m_n - коэффициент расхода наносоотбойного порога, зависящий от отношения $t_{н.н.}/H_{cp}$ ($t_{н.н.}$ - толщина гребня в поперечнике);

L_n - длина порога (м);

H_{cp} - средний напор над порогом с учетом скорости подхода (м), который определяется по известной эмпирической зависимости Б.И. Мельникова [7]

$$H_{cp} = H_2 - 0,475 L_n i_n, \quad (2)$$

здесь H_2 - максимальный напор в конце порога; i_n - уклон гребня порога.

В результате исследований была подтверждена эффективность нового противонаносного порога 3 с гребнем, имеющим переменный уклон от 0,03 до 0,08. Экспериментальным путем была определена предельная длина козырька в нижней части затвора 6, при которой борьба с наносами ведется наиболее эффективно за счет создания эффекта насадки при транспорте пульпы:

$$L_k = (0,35 \div 0,5) H_p^k, \quad (3)$$

где L_k - длина козырька затвора 6, м;

H_p^k - расчетный напор в канале-промывнике, м.

Эффективность того или иного варианта противонаносной защиты канала Отуз-Адыр определяли при моделировании путем взвешивания твердого остатка наносов, поступающих в этот канал за расчетное время опыта и улавливаемых в специальном резервуаре (баке).

При внедрении новой компоновочной схемы водозаборного сооружения происходит увеличение отметки уровня воды (от первоначальной) в верхнем бьефе за счет некоторого повышения отметки гребня катастрофического водослива, что ведет к перераспределению расходов воды, сбрасываемых в нижний бьеф сооружения. Для устранения этого недостатка в состав сооружения введено дополнительное сбросное отверстие 8, расположенное в конце катастрофического водослива и включающееся в работу при расходах воды в р. Куршаб более 43 м³/с.

Усовершенствованная конструкция водозаборного сооружения на р. Куршаб, как было доказано на физической модели, выполненной в масштабе 1:35 [4], позволяет:

- а) обеспечить забор необходимого расхода воды в канал Отуз-Адыр для орошения земель площадью 13,65 тыс. га при всех гидрологических режимах источника;
- б) обеспечить требуемую степень очистки воды от поступающих в отводящий канал влекомых наносов, диаметр фракций которых превышает 35 мм;
- в) добиться равномерности распределения удельных расходов воды в нижнем бьефе водозаборного сооружения при пропуске среднеравновесных расходов по реке.

По результатам моделирования составлен подробный научный отчет с прогнозом захвата наносов в канал Отуз-Адыр в зависимости от гидрологического режима р. Куршаб и графика водопотребления. Составлена инструкция по эксплуатации водозаборного сооружения для новой схемы его компоновки. Оформлена и подана заявка на изобретение [5]. Составлен проект реконструкции водозаборного сооружения на р. Куршаб. Оценочная стоимость реабилитационных работ, которые начиная с 2001 г. проводит Кызыл-Кийское АО "Шахтострой", составляет 3,5 млн. сомов.

Литература

1. Рамазан М.К. Некоторые особенности гидрологического режима и гидротехническая классификация рек Киргизии. - Фрунзе: Изд-во АН Киргизской ССР, 1960.

2. Соболин Г.В. Земельно-водные ресурсы, гидрологическая характеристика рек и паспорта водозаборных узлов оросительных систем Ошской области // Кирг. НИИ экономики агропрома. - Ч. II. - Фрунзе, 1990.
3. Большаков М.Н. Водные ресурсы рек советского Тянь-Шаня и методы их расчета. - Фрунзе: Илим, 1974.
4. Лавров Н.П., Биленко В.А. Модель водозаборного узла // Вестн. КРСУ. - Т. 1. - №3. - 2001.
5. Лавров Н.П. и др. Боковое водозаборное сооружение: Заявка на изобретение в "Кыргызпатент" № 20010078.1 от 14.12.2001г.
6. Рудаков И.К. Совершенствование водозаборных гидроузлов и водозаборов переходов для оросительных систем предгорной зоны. - Бишкек, 1996.
7. Мельников Б.И. Совершенствование конструкции, методов расчета обоснования и проектирования сооружений и гидравлических средств автоматизации головных участков оросительных систем предгорной зоны: Дис. : докт. техн. наук. - Бишкек, 1993.