

УДК 626.81/812+502/504+626.823.45 (575.3)

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ЧЕРЕЗ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ БОРЬБЫ  
С НАНОСАМИ В ГОРНО-ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ ТАДЖИКИСТАНА**

*А.Р. Фазылов, И.И. Саидов*

Приводится анализ состояния способов и средств борьбы с наносами в горно-предгорной зоне Таджикистана. Обосновываются пути обеспечения гидроэкологической безопасности в борьбе наносами. Предлагаются пути решения рассмотренных проблем.

*Ключевые слова:* совершенствование; твердый сток; гидроэкологическая безопасность; оросительные системы; отстойники; облегченные конструкции; автоматизация.

---

**HYDROECOLOGICAL SAFETY PROVISION BY IMPROVING METHODS  
AND MEANS OF SEDIMENT CONTROL IN MOUNTAIN  
AND SUBMONTANE ZONE OF TAJIKISTAN**

*A.R. Fazylov, I.I. Saidov*

An analysis of the state of means and methods of sediment control in mountain and submontane zone of Tajikistan is given. Ways of providing hydroecological safety in sediment control are justified. Ways for solving the considered problems are proposed.

*Key words:* improvement; solid stock; hydroecological safety; irrigation systems; sedimentation basin; light-weight structures; automation.

Проблема заиления и загрязнения водных объектов при решении широкого круга экологических, водохозяйственных и гидротехнических задач требует совершенствования способов и технических средств очищения водных объектов в горно-предгорной зоне Таджикистана.

В настоящее время на некоторых гидрологических постах зоны формирования стока Таджикистана, наблюдений за стоком влекомых и взвешенных, в том числе крупнофракционных (донных) наносов практически не ведется. Это связано с отсутствием современных методов и приборов для измерений, а также отсутствием важного организационного звена в системе использования водных ресурсов – современной информационной системы.

Одним из составляющих элементов обеспечения гидроэкологической безопасности является, прежде всего, выполнение мониторинга водных объектов для различных физико-географических условий в части оценки состояния степени и генезиса их загрязненности, измерения и расчета твердого стока, транспортируемого водным потоком.

Режим твердого стока для горных рек, имеющих ирригационное значение, не одинаков. В зависимости от орографических, почвенно-геологических, морфологических условий речного бассейна имеет место различное соотношение между твердым и жидким стоками реки.

Многие факторы, в том числе огромная амплитуда высот и большие уклоны рек; широкое распространение горных пород, подверженных интенсивному выветриванию; слабо развитый растительный покров; частые весенние ливни; антропогенная деятельность (нерегулируемый выпас, вырубка лесов, богарное земледелие), являются причинами повышенной мутности и значительного стока влекомых и взвешенных наносов рек Таджикистана. Только небольшие горные районы, отличающиеся труднодоступностью, густой альпийской растительностью, ослабленными эрозионными процессами и т. д. характеризуются малой мутностью рек.

Наибольшей мутностью отличаются реки с невысокими водосборами, непродолжительным залеганием снежного покрова, легко размываемым

почвенным покровом, неустойчивыми горными породами и т. д. Это характерно для рек бассейна Кызылсу (южная) и притоков р. Вахш в нижнем течении: мутность во время паводка достигает 100000 г/куб. м [1].

Отрицательное воздействие наносов это, прежде всего, гидроэкологический ущерб и возникновение техногенных проблем, к которым можно отнести: заиление и постепенная потеря регулятивной способности водохранилищ в зоне формирования стока; завал верхнего бьефа водозаборных узлов (зона транзита и изъятия); заиление каналов (дельтовая зона) и как следствие, потеря ими пропускной способности (до 70–80 %); отложение наносов в узлах, осложняющие водораспределение и ухудшающие эксплуатацию сооружений; истирание наносами поверхности сооружений, ускоряющие их износ, и, как следствие, вызывающие дополнительные затраты на ремонт и восстановление; снижение коэффициента полезного действия турбин и насосов, и срока службы этих установок; удорожание стоимости строительства, вследствие возведения специальных сооружений, необходимых для борьбы с наносами и т. д.

В современных условиях обеспечение гидроэкологической безопасности и надежного функционирования оросительных систем горно-предгорной зоны можно достичь путем усовершенствования комплекса гидротехнических сооружений, обеспечивающих плановую, очищенную от вредных наносов, подачу воды на участки орошения.

Для уменьшения заиления водохранилищ суточного регулирования и оросительных каналов необходимо: ежедневно срабатывать бьефы до минимально возможной отметки и поддерживать режимы их работы, обеспечивающие максимальный транзит поступающего твердого стока; промывать бьефы, пороги водоприемников, водохранилища или удалять наносы механическими средствами; осветлять воду в отстойниках; применять берегоукрепительные и наносоудерживающие устройства.

Наряду с этим, реализация задач по обеспечению экологической устойчивости и по гарантированному водообеспечению напрямую связана с увеличением водозаборов в оросительных системах, что приводит к поступлению с водой значительного количества вредных наносов (продукт обезлесивания хрупких горных экосистем зоны формирования стока), а впоследствии к заилению каналов и созданию угрозы орошаемому земледелию. Это характерно для оросительных систем речных бассейнов, питаемых из высокопотенциальных рек горно-предгорной зоны.

Таким образом, совершенствование способов и технических средств борьбы с наносами – один из путей обеспечения гидроэкологической без-

опасности подачи необходимого количества и качества воды для нужд потребителей.

Вопросами способов и средств защиты рек и каналов оросительных систем от наносов занимались многие исследователи. В работах Н.Е. Жуковского, Н.П. Кулеш, И.И. Леви, Д.Я. Соколова, А.Г. Хачатряна и других исследователей были заложены теоретические и практические основы науки борьбы с наносами. Дальнейшие разработки С.Т. Алтунина, А.И. Арыковой, В.Н. Гончарова, А.Г. Гостунского, И.Б. Егiazарова, А.В. Ефремова, Е.А. Замакина, Ю.А. Ибадзаде, Ч.Г. Нуриева, С.Н. Корюкина, П.В. Михеева, Ф.Ш. Мухаммеджанова, Ф.С. Салахова, Г.В. Соболина, Г.Ю. Шейкина и др., углубили представление о явлениях, лежащих в основе теории осаждения, промыва наносов и выдвинули ряд конструкций и компоновок для равнинных и предгорных зон. Над вопросами расчета осаждения и транспорта мелких наносов работали И.В. Егiazаров, Ю.А. Ибадзаде, Ф.Ш. Мухаммеджанов, Ч.Г. Нуриев, Ф.С. Салахов и др. В настоящее время существует ряд зависимостей и рекомендаций по расчету осаждения взвесей и их промыва.

Создан ряд конструкций, устройств и систем автоматизации технологических процессов ирригационных отстойников. В частности, разработаны различные датчики для определения границ наносных отложений и системы автоматизации процесса промывки наносов из отстойников (конструкции Ш.С. Бобохидзе, Я.В. Бочкарева, И.Е. Ярыгина, Б.И.Сергеева, И.К. Рудакова, Г.В. Дегтярева, Е.П. Примака и др.).

Борьбу с наносами на каналах оросительных систем зоны транзита и изъятия (рассеивания) стока и дельтовой зоны рек, необходимо рассматривать с учетом ряда факторов (источники орошения, разность отметок уровней, режим их жидкого и твердого стоков, существующие методы и способы борьбы с наносами, конструкция, режим их работы и гидравлические элементы ирригационных каналов, а также комплекс речных и сетевых гидротехнических сооружений, осуществляющих борьбу с твердым стоком рек и каналов), в комплексе обеспечивающих успешное решение поставленной задачи.

Приемы борьбы по предупреждению поступления наносов в ирригационные, энергетические и другие системы можно подразделить на три основные стадии, отличающиеся местом их проведения и принципами воздействия на режим наносов отдельных видов сооружений: 1) в верховьях рек – это ослабление эрозионных процессов (зона формирования стока); 2) на подходном к водозаборному узлу участке реки в пределах водозаборного узла – перед входом в канал и в нижнем бьефе

(зона транзита и изъятия стока); 3) на магистральном канале (дельтовая зона) [2].

В таблице 1 предлагаются пути совершенствования способов и средств борьбы с наносами в горно-предгорной зоне.

Проведенный анализ [3, 4 и др.] конструкций сооружений для борьбы с наносами и режимов их работы позволил осуществить выбор способа и формы борьбы с наносами на оросительных системах, определении технических условий к применяемым гидротехническим сооружениям.

Одним из средств, обеспечивающих бесперебойное функционирование оросительной системы горно-предгорной зоны и стабильность режимов работы нижележащих каналов, является отстойник.

Из общего числа отстойников, построенных в Таджикистане, можно выделить несколько типичных: озерные отстойники; двухкамерные (с гидропромывом); однокамерные (с механической очисткой или гидропромывом).

В 1940–1960 гг. в южной части Таджикистана был устроен целый ряд отстойников озерного типа: Шуркульский на Пархар-Чубекской оросительной системе, на канале Дехкан-Абад в урочище Саят, Шурабадский, на Шурабадской оросительной системе, Халкоярский на канале Шакар (пойма Шакарского рукава р. Пяндж) на Каралангской оросительной системе и др. Эти отстойники характеризуются большими размерами: ширина 100–250 м, длина 3700–4000 м, площадь 60–70 га, глубина до 2 м [5]. Отличительной особенностью озерных отстойников является то, что ниже места головного водозабора или в голове крупных распределителей мутная вода отводится во впадину, чаша которой заполняется и превращается в озеро. Взвешенные наносы отлагаются в озере, а осветленная вода выводится в продолжение канала. Работоспособность (цикл осаждения наносов без последующих удалений) озерных отстойников колеблется в пределах 5–7 лет. В дальнейшем, на месте отстойников ведутся сельскохозяйственные работы.

Несмотря на свои достоинства (освоение пойменных, болотных и других низинных участков), озерные отстойники имеют недостаток, заключающийся в том, что в период их работы повышается уровень грунтовых вод прилегающих орошаемых массивов, а после освоения “чаши” вновь возникает проблема борьбы с наносами.

Примером двухкамерного отстойника (с гидропромывом) является отстойник Верхне-Варзобской ГЭС, устроенный в составе плотинного гидроузла (водосливная плотина, водозаборное сооружение, двухкамерный отстойник) на реке Варзоб (зона транзита и изъятия стока), предназначенный

не только для подачи осветленной воды к турбинам ГЭС, но и для обеспечения оросительной водой близлежащие земли района Рудаки [6].

В целях борьбы с попаданием наносов в канал, отстойник выполнен двухкамерным (с расходом по 9,5 м<sup>3</sup>/сек.). Взвешенные наносы, поступающие в камеры отстойника, состоят исключительно из фракций диаметром 0,25 мм. Во время промывки одной из камер, расход другой повышается до 75 %. В целях повышения качества и быстроты промывки, каждая камера, в свою очередь, разделена на две части продольной стенкой. Периодическая промывка проводится при расходе равном 40 м<sup>3</sup> воды на 1 м<sup>3</sup> грунта. Одним из недостатков этого отстойника является излишний (холостой) сброс воды на промывку и длительный период промывного процесса.

Однокамерный отстойник с механической очисткой наносов был устроен на магистральном канале, обеспечивающем оросительной водой земли совхоза “50 лет Таджикистана” Гармского района (ныне Раштский район). Длина этого отстойника составляла 104 м. Водозабор производился из р. Сурхоб. Основными недостатками данного отстойника являлись большие капитальные вложения, как на строительство, так и на его эксплуатацию.

Характерным недостатком всех эксплуатируемых отстойников является отсутствие каких-либо средств автоматизации технологических процессов.

Все изложенное выше позволяет нам сделать следующее выводы:

1. Отстойники (кроме отстойников озерного типа) при правильном проектировании и эксплуатации являются эффективными средствами на последнем этапе борьбы с наносами на каналах горно-предгорной зоны.
2. Четкость работы оросительных каналов (правильная эксплуатация, увязка режимов работы отстойника и оросительной системы) может быть достигнута путем введения на них средств автоматизации.

Борьба с наносами должна вестись в увязке с гидравлическим режимом потока в каналах, применением отстойников, обладающих малыми строительными и эксплуатационными затратами.

Одной из насущных проблем наших дней является замена дорогостоящих традиционных строительных материалов на более дешевые, легкие синтетические материалы.

Применение современных облегченных (мягких) гидротехнических конструкций из полимерных материалов способствуют повышению эффективности сельского хозяйства, улучшению экологической обстановки в зоне действия гидро-

Таблица 1 – Способы и средства обеспечения гидроэкологической безопасности

Зона	Водный объект	Тип сооружения	Технологические процессы	Способы и технические средства
Формирования стока	Верховья рек	Крупные водохранилища	Водоподача для целей энергетики, ирригации, рыборазведения, водоснабжения. Селезащита, борьба с обезлесованием, наводнениями и наносами	Строительство водохозяйственных установок (комплекс гидротехнических сооружений) – плотина с сооружениями, водохранилище. Сохранение и преумножение предгорных горных лесов влияющих на водный режим в зоне формирования стока
Транзита и изъятия (рассеивания) стока	Река	Малые, средние водохранилища и селехранилища, руслорегулирующие и защитные сооружения; бесплотинные и плотинные водозаборные (головные) сооружения	Борьба с селями, наводнениями, наносами; защитно-регулирующие мероприятия (на отдельных участках рек); водозабор; борьба с наносами в пределах головных сооружений	Мониторинг водных объектов для различных физико-географических условий в части оценки состояния донных отложений, степени и генезиса загрязненности, измерения и расчета стока влекомых и взвешенных наносов. Строительство: малых плотин; берегоукрепительных и выправительных сооружений (различные дамбы, шпоры, сипай и т. д.); подпертых бьефов на реках с обильным транспортом наносов. Создание поперечной циркуляции применяемых на водозаборных сооружениях, при регулировании русел рек и песколовках. Борьба с наносами в пределах головных сооружений (первая ступень, с применением порогов, наносоперехватывающих галерей, полок, гидроциклонов и т. д.). Уменьшение поступления наносов в каналы, как при строительстве новых, так и при реконструкции (совершенствовании) старых водозаборных гидроузлов оросительных систем. Применение устройств в водоприемниках, способствующих забору в каналы более осветленной воды. Забор воды в водоприемники из верхних уровней речного потока. Автоматизация технологических процессов и технических средств
Дельтовая	Каналы оросительных систем	Каналы и гидротехнические сооружения на них	Водоподача, водораспределение, водоучет, борьба с наносами	Строительство отстойников, в том числе из облегченных конструкций. Сохранение и увеличение транспортирующей способности каналов, применение современных технических средств борьбы с наносами. Полное исключение сбросов возвратных вод в поверхностные и подземные источники. Автоматизация технологических процессов и технических средств

мелиоративных систем, а также созданию новых экологически чистых прогрессивных мелиоративных систем и гидротехнических сооружений, оказывающих минимальное антропогенное воздействие на окружающий ландшафт и обеспечивающих гидроэкологическую безопасность водопользования и борьбу с наносами.

Облегченные гидротехнические сооружения – это конструкции, состоящие из замкнутых и незамкнутых (или их сочетаний) оболочек. Пре-

имущественная работа облегченных конструкций, выполненных из высокопрочных полимерных материалов, воспринимающих нагрузки от воды или иных материалов (к примеру, наносы) на растяжение, позволяет наиболее полно использовать прочностные свойства синтетических тканей, армированных и неармированных пленок в сочетании с традиционными материалами (стальные канаты, тросовые сетки и др.). Для проектирования мягких конструкций необходимо знать величины

расчетных сопротивлений тканей на растяжение, величину и направление деформаций, воздухо- и водонепроницаемость при расчетных условиях и избыточных давлениях в конструкции, а в отдельных случаях и сопротивляемость сдвигу [7].

Немаловажную роль играет применение этих конструкций в борьбе с наносами на каналах оросительных систем, при создании прудов, бассейнов, отстойников, параметры которых следует рассчитывать с учетом влияния изменяющейся высоты отложившихся в них наносов [8, 9].

При сооружении ирригационных отстойников из синтетических материалов (мягкие отстойники) можно отметить главное их преимущество – мобильность (возможность рассредоточения промываемых из отстойников наносов, по трассе канала), легкость монтажа и демонтажа.

Используя свойства мягких конструкций (гибкость, легкость) можно гораздо эффективнее осуществлять сам процесс промывки. При этом за счет движения потока и наносов в процессе промывки, в емкости отстойника возникает вибрация оболочки конструкции (в допустимых пределах), которая способствует интенсификации и направленного влечения наносов в промывные отверстия. При этом достигается исключение излишнего холостого сброса оросительной воды на промыв наносов из камеры.

Таким образом, гидроэкологическая безопасность в борьбе с наносами в горно-предгорной зоне (зона транзита и изъятия, дельтовая зона) Таджикистана, может быть достигнута через совершенствование: способов (рассредоточение промываемых наносов); конструкций отстойников (применение облегченных конструкций); технических средств (гидроавтоматизация процессов). На наш взгляд, основные требования, предъявляемые к способам и средствам совершенствования борьбы с наносами на каналах оросительных систем, при использовании отстойников можно свести к следующему:

Отстойник должен обеспечивать аккумуляцию вредных наносов поступающих в каналы оросительных систем и способствовать транспортированию полезных фракций (мелиоранты) на орошаемые поля.

Конструкция отстойника должна обеспечивать стабильность уровня воды в отстойной камере или уменьшить диапазон ее колебания для увеличения полезного объема и упрощения схем автоматизации отстойников, а также способствовать максимальному использованию энергии водного

потока для очистки отстойника от наносов гидравлическим промывом.

Режим работы отстойника и всей системы должны быть тесно увязаны и иметь гибкую систему эксплуатации, обеспечивающую необходимую величину водопотребления с требуемым качеством осветленной воды.

Необходимо использовать современные прогрессивные и безопасные в эксплуатации сооружения, в частности, облегченные гидротехнические конструкции для борьбы с наносами на каналах оросительных систем.

Разрабатываемые средства автоматизации должны работать при расчетном диапазоне изменения фракционного состава наносов, поступающих в отстойник и обеспечивать полный цикл “отстой-промыв” с возможностью применения, как на отстойниках, выполненных из облегченных конструкций, так и, на существующих отстойниках.

#### Литература

1. *Мухаббатов Х.* Водные ресурсы Таджикистана: Формирование и использование. URL: [http://www.ca-c.org/journal/13-1998/st\\_11\\_muhabbatov.shtml](http://www.ca-c.org/journal/13-1998/st_11_muhabbatov.shtml)
2. *Волков И.М.* Гидротехнические сооружения / И.М. Волков, Н.Ф. Кононенко, И.К. Федичкин. М.: Колос, 1968. 464 с.
3. *Соколов Д.Я.* Отстойные бассейны для ирригации и гидроэлектростанций / Д.Я. Соколов. М.: Сельхозгиз, 1945. С. 3–17, 86, 182.
4. *Леви И.И.* Отстойники и промывные устройства. Проектирование, теория и расчет / И.И. Леви. Л.–М.: ОНТИ, 1938. 211 с.
5. *Шейнкин Г.Ю.* Озерные отстойники на оросительных системах / Г.Ю. Шейнкин. Душанбе: Изд. Ирфон, 1965. 139 с.
6. Варзобская ГЭС. URL: <http://wikimapia.org/4223168/ru/Варзобская-ГЭС-1-Верхне-Варзобская> [http://ru.wikipedia.org/wiki/Каскад\\_Варзобских\\_ГЭС](http://ru.wikipedia.org/wiki/Каскад_Варзобских_ГЭС)
7. *Сергеев Б.И.* Мягкие конструкции – новый вид гидротехнических сооружений / Б.И. Сергеев, П.М. Степанов, Б.Б. Шумаков. М.: Колос, 1971. 89 с.
8. *Фазылов А.Р.* Пути применения автоматических мягких мобильных ирригационных отстойников на оросительных системах / А.Р. Фазылов // Тез. докл. респ. научно-техн. конф. Фрунзе, 1980. С. 97–98.
9. *Фазылов А.Р.* Силовые и геометрические параметры мягкого отстойника в зависимости от величины наносов / А.Р. Фазылов, В.А. Волосухин // Научные труды ТСХИ. Душанбе, 1985. С. 63–66.