



STUDYING THE HYDRAULIC AND SEDIMENTARY REGIME OF IRRIGATION SETTLING TANKS IN THE LOWER REACHES OF THE AMU DARYA RIVER

K.K.Nazarbekov

Senior teacher of Nukus State

Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15559077>

ARTICLE INFO

Received: 24th May 2025

Accepted: 30th May 2025

Online: 31st May 2025

KEYWORDS

Flow transport capacity, hydraulic size of sediment particles, suspension velocity, large-scale disturbances, vertical component of velocity pulsation.

ABSTRACT

The article outlines several known methods for calculating settling tanks, which, due to their complexity and bulkiness, cannot be applied when calculating sedimentation regimes in settling tanks under operational conditions that require simplification or finding a simpler relationship. A simple method for calculating the dynamics of sediment deposition in irrigation settling tanks has been developed, based on the law of probability of turbulent pulsation. Recommended: for the normal operation of irrigation settling tanks, it is necessary to conduct systematic monitoring of the outgoing turbidity and treatment intensity, as well as water supply according to the water consumption schedule.

ИЗУЧЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО И НАНОСНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ИРРИГАЦИОННЫХ ОТСТОЙНИКОВ В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ Р.АМУДАРЬИ

Назарбеков Кадирбек Каримович

Старший преподаватель

Нукусского государственного педагогического института им. Ажинияза

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15559077>

ARTICLE INFO

Received: 24th May 2025

Accepted: 30th May 2025

Online: 31st May 2025

KEYWORDS

Транспортирующая способность потока, гидравлическая крупность частиц наносов, взвешивающая скорость, крупномасштабные возмущения, вертикальная составляющая пульсации скорости.

ABSTRACT

В статье изложено некоторые известные методы расчета отстойников, вследствие их сложности и громоздкости не могут применяться при расчетах режимов заиления отстойников в эксплуатационных условиях, которые требует упрощения или отыскание более простой зависимости. Разработано простой метод расчета динамики осаждения наносов в ирригационных отстойниках, основанной закона вероятности джежения турбулентной пульсации. Рекомендовано: для нормальной эксплуатации ирригационных отстойников необходимости проведения систематического контроля за выходящей мутностью и интенсивностью очистки, а также подачу воды согласно графику водопотребления.



Река Амударья несет большое количество взвешенных и донных наносов, которые представляют серьезную опасность для гидроэлектростанции и ирригационных систем действующих в его бассейне. Борьба с наносами осуществляется путем включения в состав гидроузлов специальных сооружений – отстойников, которые характеризуются большими размерами и капиталовложениями в их строительство. Несмотря на это, они широко применяются в мировой практике.

Режим осаждения наносов в отстойниках в значительной степени определяется режимом расходов и уровней воды в реке. Степень осветления воды в отстойнике устанавливается исходя из транспортирующей способности защищаемого канала [1].

При бесплотинном водозаборе в условиях реки Амударьи борьба с наносами в основном осуществляется путем осаждения избыточного их количества в головных отстойниках. Эти отстойники с механической очисткой представляют собой расширенные и углубленные участки подводящих водозаборных каналов (при много головном водозаборе) или головную часть магистрального канала длиной 1-5 км. Их следует располагать исходя из удобства складирования наносов в отвал с учетом последующей разработки отвалов [2,3]. Внутрисистемные отстойники должны обеспечивать защиту, как правило, группы ниже расположенных каналов. В качестве внутрисистемных отстойников в инструкции рекомендуется вдоль трассы каналов [2].

При плотинном водозаборе донные и придонные наносы не допускают в каналы, создавая в потоке поперечную циркуляцию путем искусственного искривления его в плане. Наиболее широко распространены водозаборные узлы с искусственным искривлением участка реки, примыкающего к плотине (Ферганский тип). Учитывая периоды интенсивного завлечения наносов к водозаборным сооружениям предусматриваются головные отстойники.

В связи со строительством гидроузлов нарушается бытовой режим твердого стока рек и первые же годы эксплуатации интенсивно заиляются верхние бьефы. Этот процесс сильно влияет на режима эксплуатации головных отстойников.

Для проектирования ирригационных отстойников в нижнем течении р.Амударьи имеют распространения методы расчета А.Н.Гостунского и А.Г.Хачатряна. Обоих теорий исходят из положения, что каждому турбулентному потоку в отстойнике соответствует определенная величина критической мутности и состава взвешенных наносов, проходящих «транзитом» без осаждения. Остальное избыточное количество наносов поступающих в отстойник с водой, оседает в нем с течением времени - тем быстрее, чем крупнее частицы. Если считать критическую мутность для обоих методов одинаковой, то получится короче длина отстойника [12].

В отличие от методов А.Н.Гостунского и А.Г.Хачатряна в методе П.В.Михеева [9] принято, что в турбулентном потоке происходит выпадение одновременно всех наносов с меньшей скоростью, чем их гидравлическая крупность.

Методы Д.Я.Соколова и И.Е.Михайлова [10,11] основываются на опытных данных Д.Я.Соколова. Однако в его исследованиях круг изученных вопросов был существенно ограничен. Поэтому эти методы содержат также и предположения, которые не имеют экспериментального обоснования.



Выше приведенные методы расчета имеют сложности и громоздкости расчета, ими принятые уравнения кривой распределения мутности не могут быть универсальным для любого состава наносов, что требует их упрощения или отыскание более простой зависимости, так как в эксплуатационных условиях для регулирования мутности в зависимости от поступления наносов, часто приходится определить степень осветления потока и объемы заиления. Поэтому данный вопрос нуждается в более внимательном рассмотрении и выяснении.

В процессе исследования при изучении гидравлического и наносного режима работы головных и внутрисистемных отстойников при плотинном водозаборе использованы общепринятые в гидравлике методы, системный анализ, статистическая обработка результатов натурных исследований по повышению эффективности эксплуатации ирригационных отстойников в нижнем течении р.Амударьи.

В задачу проведенных исследований входило: изучение режима работы головных и внутрисистемных отстойников; измерения мутности потока и поперечных сечении по длине отстойника; изучение режима заиления и очистки отстойников; наблюдение за динамикой состава и содержания наносов; анализ методов расчета отстойников.

В период полевых исследований измеряли следующие характеристики: уровня, расход воды и скорости течения. Проводился отбор проб взвешенных наносов батометром - бутылкой длительного наполнения и отбор проб влекомых наносов батометром мгновенного действия. Определение состава и содержания наносов выполнялись по инструкции САНИИРИ. Фракционный анализ проводился гидравлическим способом методом пипетки с разделением наносов по гидравлической крупности на 7 фракций.

В отстойниках ирригационных систем при скоростях потока $\bar{g} = (0,2 \dots 0,5) \text{ м/с}$, течение жидкости турбулентное, характерной особенностью которого является наличие пульсационных составляющих скорости. В связи с этим горизонтальная длина пути осаждения однородных по гидравлической крупности частиц, проходящих входное (начальное) сечение на одной высоте, является случайной величиной, то есть эти частицы выпадают из потока не в одной точке, а рассеиваются на определенной длине [9]. Знание закона по осаждению основных параметров частиц и их распределении позволяет надежно определить необходимые рабочие длины для осаждения того или иного количества частиц. При этом среднюю длину траектории падения частицы рекомендуются определять известным выражением:

$$L = \frac{\bar{g}h}{W} \quad (1)$$

где h - высота расположения частиц в начале движения; \bar{g} - средняя по глубине h скорость потока; W -гидравлическая крупность частиц.

Формула (1) является весьма приближенной, так как оно получено для прямоугольного русла, где ничтожно малы пульсационные составляющие скорости. Рядом исследователей показали, что выпадения частиц будет тормозиться наличием вертикальных составляющих $|\bar{g}'|$. Поэтому действительная скорость выпадения взвеси



в отстойнике будет $W_0 = (W - |\bar{g}'|)$, то есть меньше, чем W ; следовательно длина отстойника для задержания взвеси той же крупности будет больше, чем при определении ее по скорости W . На основании этого в формулу (1) для определения длины отстойника вводят коэффициент $\alpha = W / (W - |\bar{g}'|)$, после чего формула получает вид:

$$L = \alpha \frac{gH}{W} \quad (2)$$

Требования к отстойникам, которые защищают оросительные каналы, определяются транспортирующей способностью этих каналов. При этом нагрузка потока наносами, выносимыми из отстойника, не должна превышать транспортирующую способность каналов разного порядка.

Теоретические разработки механизма взвешивания наносов турбулентным потоком были даны в трудах А.Н.Гостунского [8], С.Х.Абальянца [12], Ю.А.Ибад-Заде [13], П.В.Михеева [9], на основе которых учеными были разработаны многочисленные эмпирические формулы для расчета транспортирующей способности потока, позволяющие проектировать не заиляемых и не размываемых земляных каналов.

Большинство формул по определению транспортирующей способности потока можно привести к следующему удобному виду:

$$\rho = \eta \frac{g^n}{gR^\alpha W_0^\beta} \quad (3)$$

где η -коэффициент пропорциональности, определяется теоретически или опытным путем; g -средняя скорость потока, R -гидравлический радиус; W_0 – средняя гидравлическая крупность; n, α, β -показатели степени, определяемые эмпирическим путем.

Недостатки таких формул (3) является, то что в ней состав наносов характеризуется через средние значения гидравлической крупности, которые недостаточно характеризуют гранулометрический состав наносов, при этом особенно теряется роль крупных фракций.

Во многих условиях водный поток может быть насыщен одними фракциями до предела, другими перенасыщен, а третьими недонасыщен. Наблюдения за режимом мутности р Амударьи показывают, что поток в большей части недогружен наносами с гидравлической крупностью менее 2 мм/с ($0 < 0,05$ мм). Исследования наносных отложений, покрывающих дно реки и каналов [7] показывают, что они в основном состоят из фракций с гидравлической крупностью $W > 2,0$ мм/с и поэтому можно считать поток воды предельно насыщенным лишь этими фракциями.

Изучение изменения содержания отдельных фракций наносов в отстойниках ирригационных каналов низовьев р. Амударьи показали, что содержания фракции наносов $W < 0,02$ мм/с в процессе осаждения общей мутности до 70% и при снижении скорости течения до $g = 0,20 \text{ м} / \text{с}$ практически не изменяется. Таким образом, эти



фракции проносятся транзитом без осаждения, не участвуют в формировании русла и практически не требуют затрат механической энергии на их взвешивания.

Анализ натуральных данных также показал, что поток способен транспортировать определенное количество наносов соответствующее гидравлическим крупностям $W > 2,0$ мм/с, $W = 2,0 - 0,20$ мм/с и $W < 0,20$ мм/с, при этом на взвешивание каждой фракции требуется определенная доля от общей энергии пульсации ($\alpha \gamma \vartheta_i$).

Анализ существующих некоторых теоретических и экспериментальных исследований учеными СНГ и зарубежом, а также собственных исследований на ирригационных отстойниках позволяют сделать следующие выводы:

1. При проектировании ирригационных отстойников следует применить расчетные зависимости связи гидравлических элементов отстойника с наносными и турбулентными характеристиками потока.

2. Рекомендуемые известные методы расчета вследствие их сложности и громоздкости расчета не могут применяться при расчетах режимов работы отстойников в эксплуатационных условиях, что требует упрощения этих методов расчета отстойников или отыскание более простой зависимости гидравлических элементов потока с характеристиками взвесью.

3. Многочисленными исследованиями установлено, что в равномерном турбулентном потоке однородные по гидравлической крупности взвешенные частицы осаждаясь, распределяются на дне по нормальному закону Гаусса. При этом среднее значение длины пути осаждение с учетом влияния пульсации определяется выражением (2).

4. При расчете транспортирования и осаждении наносов целесообразно использовать кривые распределения состава наносов по крупности. Количество отдельных фракций наносов определяется закономерным воздействием пульсации скорости.

5. По результатам исследований получен простой метод расчета динамики осаждения наносов в ирригационных отстойниках с учетом закона вероятности движения турбулентной пульсации, соответствующей различным гидравлическим крупностям гранулометрического состава наносов.

6. Анализ исследований гидравлического режима работы ирригационных отстойников показали необходимости проведения систематического контроля за выходящей мутностью и интенсивностью очистки. При этом объем очистки должна регулироваться в увязке с объемом осаждения наносов, недоучет этого процесса приводит к заилению отстойника и снижению осветления потока.

References:

1. Хачатрян А.Г., Шапиро Х.Ш., Шарова З.И., Заиление и промыв ирригационных отстойников и водохранилищ.-М. «Колос». 1966-238с.
2. Инструкция по проектированию отстойников и наносоперехватывающих сооружений для оросительных систем (ВСП-11-15-77).- М.Стройиздат.1977-64с.



3. Коваленко Р.И. Исследования методов регулирования заиления в головных отстойниках Амударьинских оросительных систем. Автореф.дисс.канд.техн.наук.М.,1977.-18с.
4. Шапиро Х.Ш. Регулирование твердого стока при водозаборе в оросительные системы.-М. «Колос». 1983-270с.
5. Байманов К.И., Байманов Р.К. Исследования переформирования подводящего русла верхнего бьефа Тахиаташского гидроузла и условия протекания потока в каналы //Проблемы механики АН РУз Ташкент 2010 №1-с13-17.
6. Байманов К.И., Назарбеков К.К. Исследование процессов заиления и очистки ирригационных отстойников //Вестник КО АН РУз. Нукус.2004, №1-2-с.43-45.
7. Байманов К.И., Назарбеков К.К., Байманов Р.К. Исследование режима работы ирригационных отстойников в нижнем течении реки Амударья //Мелиорация и водное хозяйство.М.,2020. №2-с.10-15.
8. Гостунский А.Н. Взвешивающая способность //Изв. АН УзССР Ташкент.1954.№3-с.59-68.
9. Михеев П.В. Потоки и наносы. Автореф. дисс.доктора техн.наук-М.1952.-32с.
10. Соколов Д.Я. Отстойные бассейны для ирригации и гидростанций. М., Сельхозгиз, 1945-444с.
11. Михайлов И.Е. Траектория и длина пути осаждения взвешенных частиц //Гидротехническое строительство. 2002,№1.с 28-32.
12. Абальянц С.Х. Движение наносов в открытых потоках //Труды САНИИРИ.Ташкент.1958, вып.96.-156с.
13. Ибад-Заде Ю.А., Нуриев Ч.Г. Отстойники речных водозаборов. М.,Стройиздат. 1979-168с.