

УДК 628.823.4

УСТАНОВЛЕНИЕ ОБЪЁМА ЗАИЛЕНИЯ ОТСТОЙНИКОВ И ОРГАНИЗАЦИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ПРИПЛОТИННОГО ВОДОЗАБОРА**К.И.Байманов** - доктор технических наук, профессор**Р.К.Байманов** - ассистент преподаватель*Каракалпакский государственный университет имени Бердаха***К.К.Назарбеков** - старший преподаватель*Нукусский государственный педагогический институт имени Ажиянияза***Таянч сўзлар:** чўкиндилар, сув тўсиғи, тиндирғич, ер казувчи машина, ер казувчи кема, қурилиш.**Ключевые слова:** наносы, водозабор, отстойник, землесос, земснаряд, пульповоды, сооружение.**Key words:** drifts, waterproof, settling tank, suction dredger, suction-tube dredge, pulp water, erection.

Речной поток обычно перемещает то или иное количество наносов, представляющих собой продукт эрозивной деятельности потока воды как на поверхности водосборной площади, так и в русле. Различают наносы взвешенные, влекомые и донные. Взвешенные наносы обычно распределены по всей глубине потока, влекомые перемещаются в формировании русла.

Наблюдениями установлено, что в речном потоке содержится до 90-95% взвешенных наносов, а количество влекомых не превышает 5-10%. Так как скорость потока в реке обычно изменяется во времени, меняется и соотношение между указанными видами наносов. С уменьшением скорости потока часть взвешенных наносов осаждается и переходит во влекомые или донные. С увеличением же скорости, наоборот, влекомые наносы переходят во взвешенные, а донные становятся влекомыми.

При заборе воды из рек для нужд орошения, водоснабжения и гидроэнергетики, как правило, устраивают отстойники. Ирригационные отстойники предотвращают заиливание магистральных и распределительных каналов.

В условиях нормальной работы отстойники должны обеспечивать: осаждение крупных фракции наносов, приводящих к заилению каналов; систематическое освобождение камер отстойника от осевших в них наносов с минимальной затратой воды; бесперебойную подачу воды в магистральный канал с допустимыми скоростями согласно графику водопотребления [1].

Отстойники с механической очисткой следует располагать исходя из удобства транспортировки пульпы в реку или удобства складирования наносов в отвал с

учетом последующей разработки отвалов. Рекомендуется замыв наносами естественных понижений и использования карьеров с целью ввода восстановленных площадей в хозяйственное использование.

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. Удаление наносов из отстойников проводится преимущественно механической очисткой при помощи землесосных снарядов типа 350-50Л, ДЭР-250 и т.п.

Землесосный снаряд является землерейно-транспортной машиной. Его рабочий процесс состоит из двух основных операций: разработки грунта в подводном забое с одновременным приготвлением водо-грунтовой смеси и перемещения этой водо-грунтовой смеси к месту укладки грунта. Производительность землесосного снаряда измеряется произведением количества грунта в единице объема водо-грунтовой смеси на объем этой смеси, перекачиваемой в единицу времени [4].

В практике гидромеханизации для повышения производительности земснарядов по грунту получает распространение новое направление, связанное с использованием погружных грунтовых насосов. В странах СНГ и за рубежом созданы и испытаны опотные образцы земснарядов с погружными центробежными грунтовыми насосами, показавшие высокую эффективность (при обеспеченном грунтозаборе и гидротранспорте производительность может возрасти в 1,5 раза) и повышенную всасывающую способность (рис 1.,2).

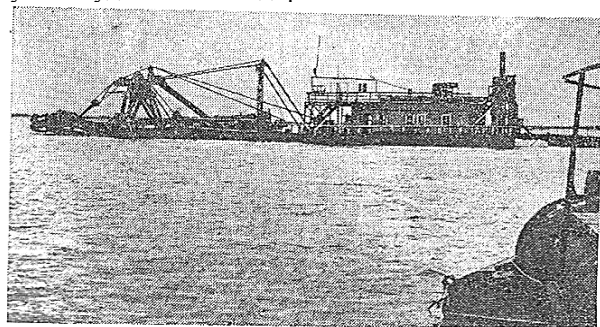


Рис.1 Земснаряд 350-50Л с наружным грунтовым насосом

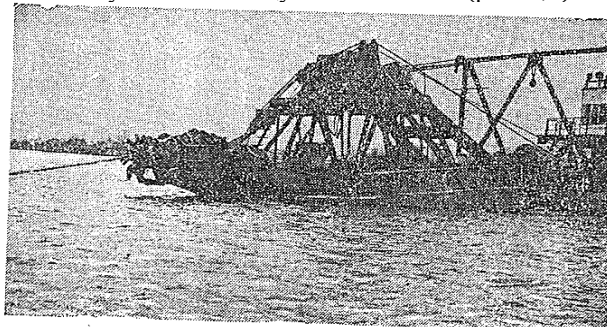


Рис.2 Грунтозаборное устройство земснаряда 350-50Л с погружным насосом и погружным приводом фрезы

Основной действующий агрегат на землесосном снаряде - землесос. Все остальное оборудование имеет вспомогательное назначение. Корпус землесосного снаряда предназначен для того, чтобы нести на себе землесос и все вспомогательное оборудование, всасывающий трубопровод подводит грунт в смеси с водой к землесосу, а нагнетательный отводит его к месту укладки; для разрыхления грунта за забоем применяют фрезы разных конструкции. Перемещение землесосного снаряда в пределах камер отстойника осуществляет-

ся свайным устройством и лебедками с тросами, закрепленными за якоря.

Землесосный снаряд 350-50Л хорошо зарекомендовал себя при работе на многих гидротехнических стройках. Он оборудован грунтовым насосом марки 20Р-11 с синхронным электромотором мощностью 1200кВт. Основные технические характеристики землесосного снаряда 350-50Л следующее:

Расчетная производительность: в грунтах II группы, м³/ч, 420

в грунтах V группы, м ³ /ч	230
Дальность транспортирования грунта, км.....	2
Максимальная глубина разработки грунта, м.....	10
Максимальная глубина прореза по дну, м.....	35
Минимальная глубина разработки, м.....	3,5-4,5
Масса землесосного снаряда без пульповода, т.....	230
Высота от уровня воды, м.....	8,4
Установленная мощность, кВт.....	1450
Габаритные размеры корпуса, длина-31м, Ширина-9м, Высота-2м	
Диаметр фрезы или ротора-2000 мм, Полная длина разрыхлителя-46,7м	
Плавающий пульповод: общая длина-150м, Диаметр труб-600мм,	
Количество звеньев-25, Длина отдельных понтонов-6м.	

Основные рабочие органы землесосного снаряда-грунтовый насос, его всасывающая труба с рыхлительными устройствами и напорный трубопровод. Режим работы землесосного снаряда определяется режимом работы основных рабочих органов, поэтому необходимо иметь данные о работе грунтового насоса и знать гидравлическую характеристику всасывающей линии [3].

При плотинном водозаборе донные и придонные наносы не допускают в канал, создавая в потоке поперечную циркуляцию путем искусственного искривления его в плане. Наиболее широко распространены водозаборные узлы с искусственным искривлением участка реки, примыкающего к плотине. По такому типу построены Сары-Курганский, Ангренский, Тахиаташский и другие плотинные узлы. Учитывая периоды интенсивного завлечения наносов к водозаборным сооружениям предусматриваются головные отстойники.

В связи со строительством гидроузлов с водохранилищами нарушаются бытовой режим твердого стока рек и первые годы эксплуатации интенсивно заиляются верхние бьефы и размываются русло ниже сооружений.

Ввод в эксплуатацию Тахиаташского гидроузла резко изменил бытовой режим наносов р. Амударьи в нижнем течении. Режим наносов, поступающих в системе каналов из верхнего бьефа гидроузла, согласно данным исследований [1], зависит от русловых процессов в подводящей части реки, подпорного уровня воды

перед плотиной и расходов воды реки и каналов.

В связи с хроническим маловодьем в низовьях, связанным с интенсивным и все возрастающим водоотбором в среднем и верхнем течении реки, Тахиаташский гидроузел практически постоянно работает в подпорном режиме. Поэтому на всем участке кривой подпора скорости падают, происходит интенсивное отложение наносов и подъем дна реки.

В составе Тахиаташского гидроузла построены правобережные и левобережные отстойники с механической очисткой для защиты каналов Суенли и Кызкеткен от интенсивного заиливания. Оба отстойники по конструкции двухкамерные с разделительной дамбой между камерами. Длина камеры отстойника 750м, ширина каждой камеры по дну 100м, глубина-10м. В конце каждой камеры построены железобетонные оголовки с двумя линиями ремонтных и одной рабочих затворов одинаковой конструкции (двухсекционные, колесные). В отстойниках, как в левобережном, так и в правобережном, предусматривается осветление потока от 23 до 48%.

В 1978 году сдан в эксплуатацию левобережный отстойник и в 1979 году сдан в эксплуатацию правобережный отстойник с некоторыми строительными недоработками.

Анализ данных исследований по режиму осветления потока показывают, что за начальный период (1974-81 г.г.) работы гидроузла в зависимости от гидрологического режима реки и режима уровня перед плотиной, в основном, в некоторых декадах апреля, мая, июня и августа, когда расход воды в реке равен или незначительно больше расхода водозабора, происходит осветление потока в верхнем бьефе гидроузла в среднем от 100 до 40%. Одновременно в отстойниках в эти же периоды месяцев поток осветляется вторично и чрезмерно осветленный поток поступая в каналы, производит размыв русла, нарушая нормальный режим работы каналов. Поэтому в периоды осветления потока в верхнем бьефе не следует осветлять поток вторично в отстойнике. В этот период рекомендован необходимый расход воды каналов, пропускать через одну из камер отстойника без осветления потока, прекращая очистку от отложений наносов. [1,2]

Таблица 1. Рекомендуемый режим осаждения наносов в Левобережном отстойнике и объемы очистки [1].

№ п/п	Показатели	Апрель			Май		
		1	2	3	1	2	3
1	Среднегодовая мутность (1974-1981г)	0,76	1,31	1,62	2,13	1,06	2,14
2	Расход воды в отстойнике, м ³ /с	60,3	87,7	108,7	135,4	191,1	164,7
3	Осветления потока в %	39	39	39	36	36	36
4	То же с учетом донные наносы 10%	49	49	49	46	46	46
5	Объем осаждения взвешенных и донных наносов тыс.м ³	16,0	39,9	59,6	92,8	113	123,2
6	Объем осаждения в отстойнике тыс.м ³	-	-	-	-	-	-
7	Объем осаждения в верхнем бьефе тыс.м ³	16,0	39,9	59,6	92,8	113	123,2

Продолжение таблицы 1

№ п/п	июнь			июль			август			Итого
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	2,15	1,85	1,48	1,98	1,71	1,70	1,71	1,43	1,32	
2	169,9	189,9	233,9	258,8	263,8	268,9	219	162,9	-	
3	21	21	21	19	19	19	32	32	32	
4	31	31	31	29	29	29	42	42	42	
5	76,3	76	74,8	102,7	90,9	100,7	109,7	67,6	-	1143
6	-	-	74,8	102,7	90,9	100,7	-	-	-	369
7	78,3	76	-	-	-	-	108,7	67,6	-	774

Объемы отложения наносов в Левобережном отстойнике по среднегодовой мутности, наблюдаемой после постройки гидроузла (1974-1981г.г.) приведены в табл.1. При подсчете объемов осаждения, подлежащих очистке, использован фактический сток воды, забираемый каналами Суенли и Параллельный.

Проектные объемы очистки, подсчитанные по среднегодовой мутности поста «Чатлы» (1937-1959 г.г.) равной 3150 тыс.м³, в пересчете с фактическим водозабором равны 2450 тыс.м³.

В случае осветления потока в отстойнике без учета осаждения наносов в верхнем бьефе, необходимый объем очистки, для поддержания отстойника в рабочем состоянии, равен 1143 тыс.м³. Следовательно, объем очистки отстойника сокращается предусмотренного проектом 2450 тыс.м³ до 1143 тыс.м³ и разница составляет 1307 тыс.м³.

В 1981 году, учитывая изменения наносного режима реки, осветление потока в верхнем бьефе и в отстойнике, рекомендовано из планируемого объема осаждений

1143 тыс.м³ в отстойнике осаждают только 370 тыс.м³, (см.табл.1) ограничивая осаждение по периодом (когда осветление потока в верхнем бьефе не происходит). Остальную часть объема наносов – 774 тыс.м³ следует осажждать в верхнем бьефе с последующей промывкой в нижний бьеф в удобное для этой цели время. Эти рекомендации приняты управлением эксплуатации Тахияташского гидроузла. В настоящее время очистку камер отстойника производят до отметки дна 71,0 м в объеме очистки 400-450 тыс.м³ в год.

Данные съёмки поперечников, приведённые на рис.1 показывают что, в первые же годы эксплуатации отстойников происходило интенсивные заилиение по всей ширине и длине каждой камеры. Последующие годы эти отстойники полностью заилены и они практически не влияют на режим наносов.

Очистку левобережного отстойника от отложений наносов проводили с одним земснарядом типа 350-50Л в одной камере, идущей от начала до конца и обратно в два-три прохода с сбросом пульпы в нижний бьеф плотины. Очистка одной камеры длилась с марта до декабря месяца и подготавливалась к следующему сезону. Одна земснаряд устанавливалась в подводящей части отстойника. Каждая камера очищалась поочередно. Очистка каждой камеры начинались после того, как она заилась. Такой порядок технологии работ не обеспечивает регулирование осветления потока в зависимости от поступления наносов, так как в начальный период работы очищенной камеры происходит переосветление потока и поэтому в дальнейшем работающая камера быстро заилается и не обеспечивает необходимого осветления потока для защиты каналов от заилиения.

В настоящее время эти отстойники полностью заилены и требуют разработки наиболее эффективных мероприятий по удалению наносных отложений.

Задержанные в отстойнике наносы необходимо удалить наиболее выгодным способом. Для этой цели имеются механическая очистка и гидравлическая промывка [3].

При организации очистных работ по удалению наносов из отстойников следует переходить к очистке «микрозаборами» разрабатываемыми отдельно стоящими земснарядами меньшей мощности. Расстояние между микрозаборами определяют исходя из толщины слоя отложившихся наносов и производительности работающих земснарядов. Оптимальные размеры микрозабора определяются расчётом на условия поддержания скоростей течения воды в пределах 0,2-0,4 м/с.

В целях обеспечения достаточной равномерной загрузки земснарядов и поддержание необходимой пропускной способности канала в период активной вегетации необходимо периодически изменять организацию очистки следующим образом. В период интенсивного поступления наносов (май-август) очистку головного отстойника выполнять траншейным способом на неполную ширину, а в период межени (сентябрь-апрель) на полную. При этом оптимальное количество земснарядов, место и размер забоев по длине отстойника устанавливают из условия баланса объемов заилиения и очистки:

$$\sum W_z - \sum W_{oc}, \quad (1)$$

где W_z - суммарный объём заилиения, м³/год;

W_{oc} - суммарный объём очистки, м³/год.

Во внутригодовом разрезе поддерживать баланс объёмов заилиения и очистки практически невозможно ввиду неравномерного поступления наносов во времени и ограниченности количества земснарядов.

Длина, ширина и глубина землесосных забоев назначаются в зависимости от режимов поступления и осаждения наносов и технического параметра земсна-

рядов, которые устанавливаются для каждого этапа в следующей последовательности.

1.Определить среднемесячный объём заилиения головного отстойника по формуле

$$W_z = \sum W_z / 12 \quad (2)$$

где $\sum W_z$ -годовой объём отложения наносов.

2. Очистку проводить в два периода: меженный и вегетационный, определить месячные объёмы очистки каждого периода по формуле

$$W_{oc} = K_n W_z, \text{ тыс.м}^3/\text{месяц}. \quad (3)$$

где $K_n = 1,2$ -коэффициент неравномерности для вегетационного периода (апрель-август); $K_n = 0,8$ тоже для меженного периода.

3. Определяется длина участка очистки в отстойнике, обеспечивающая достаточно высокую производительность земснарядов согласно формуле

$$L = \frac{W_z}{B_z \Delta H} \quad (4)$$

где B_z и ΔH -ширина и глубина землесосного забоя.

4.Оптимальные размеры забоев B_z и ΔH определяется из технических параметров земснаряда и отстойника, согласно условиям:

$$B_{\min} \leq B_z \leq B_o \quad (5)$$

$$H_{\min} \leq \Delta H \leq H_{\max} \quad (6)$$

Здесь B_o -ширина отстойника по дну;

$H_{\max}, H_{\min}, B_{\min}$ - максимальная и наименьшая глубина и ширина земснарядных забоев, которые равны:

$$H_{\max} = 10 \dots 12 \text{ м}; H_{\min} = 2 \dots 4 \text{ м}; B_{\min} = 20 \dots 45 \text{ м}.$$

Таким образом, полученные зависимости позволяют определить объёмы заилиения и очистки, количество земснарядов и размеры забоев для организации очистных работ по длине отстойника.

Уменьшению объёма очистки и рациональная организация самой очистки являются одним из коренных вопросов эксплуатации водозаборного узла чтобы правильно организовать борьбу по уменьшению объёма очистки каналов от наносов необходимо прежде всего знать, какой объём наносов, в какие периоды и в каком состоянии поступает из источника орошения в систему.

Объём наносов, поступающих из реки в систему, во взвешенном состоянии (W_e) за время t суток равен:

$$W_e = 86,4Q \cdot \rho \cdot \frac{t}{\gamma} \quad (7)$$

где Q -средний расход воды (м³/с) поступающий в систему за период t ; ρ -средняя мутность (кг/м³) речной воды за период t ; γ -объемный вес одного кубического метра взвешенных наносов ($\gamma = 1,25$ для условий р.Амударья).

Чтобы весь объём наносов, несомый речным потоком к оросительной системе не стал предметом очистки, необходимо применять следующие мероприятий по уменьшению объёма очистки:

1) Мероприятия по недопущению наносов в систему:

- а) недопущение излишков воды в систему путем строгого соблюдения графика плановой водоподачи;
- б) недопущение наносов к голове каналов при помощи направляющих систем, отстойников, порогов и т.д.;

2) Мероприятия по недопущению осаждения наносов в каналах:

- а) транспортирование наносов на поля;
- б) вторичное осаждение наносов во впадинах, слу-

жащих естественными отстойниками.

3) Мероприятия по удалению осевших наносов при помощи использования энергии потока, гидравлическими промывками или способами гидромеханизации.

Литература

1. Байманов К.И., Байманов Р.К. Исследования переформирования подводящего русла верхнего бьефа Тазиаташского гидроузла и условия протекания потока в каналы. // Проблемы механики АН РУз. – Ташкент: «Фан», 2010, №1, -С.13-17
2. Байманов К.И., Назарбеков К.К и др. Исследование процессов заиливания и очистки ирригационных отстойников. // «Вестник» ККО АНРУз. – Нукус: 2004, №1-2. -С.43-45.
3. Инструкция по проектированию отстойников и наносоперехватывающих сооружений для оросительных систем. (ВСП-П-15-77). – М.: Стройиздат. 1977, -С. 30.
4. Огородников С.П., Михеев И.И. Оптимизация грунтозаборных устройств земснарядов с погружными грунтовыми насосами. // Гидротехническое строительство. -М.: 1987. №7, -С. 39-42.

РЕЗЮМЕ

Мақолада дала тадқиқот ишлари натижасида тўғон олди сув олиш тиндиргичларида лойка чўқиши ва тиндиргичнинг юқори бьеф билан бирга ишлашини ҳисобга олиб, оқизиклар оқимини бошқариш, янада тозалаш ишлари усуллари тақомиллаштириш бўйича тавсиялар берилган.

РЕЗЮМЕ

В статье излагаются результаты полевых научных исследований режима заиливания отстойников при плотинном водозаборе и даются рекомендации по регулированию насосного режима с учётом совместной работы верхнего бьефа и отстойников, а также способы организации производства очистных работ.

SUMMARY

The article deals with the results of field studies of the siltation regime of sedimentation tanks at dam water intake and recommendations are given for regulating the pumping regime taking into account the joint operation of the upper pool and sedimentation tanks as well as ways to organize the production of sewage treatment.

УДК:511.215; 672.841

КРИТЕРИЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ОБЪЕКТОВ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ

А.В.Кабулов – доктор технических наук, профессор

Национальный Университет Узбекистана имени М.Улугбека

А.Ж.Сейтов – доктор философии по техническим наукам

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем

А.А.Кудайбергенов – стажёр-исследователь

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Таянч сўзлар: оптимал бошқарув, методлар, канал, сув тақсимоги, оптималликининг зарурий шартлари.

Ключевые слова: оптимальное управление, методы, канал, водораспределение, необходимые условия оптимальности.

Keywords: optimal control, methods, channel, water distribution, necessary optimality conditions.

Настоящая статья направлена на решение научно-технической проблемы оперативного управления комплексом сооружений в водохозяйственной организации с учётом топологии ирригационных систем, особенностей каналов и функционирующих гидротехнических сооружений (ГТС). Управление комплексом этих сооружений затрудняется из-за значительной территориальной рассредоточенности различных ГТС, неравномерности подачи воды в каналы и инерционности переходных процессов в ирригационных системах.

К особенностям каналов относятся их различие в функционировании (магистральные самотечные и с машинным водоподъёмом, междохозяйственные и внутрихозяйственные), наличие в них различных перегораживающих и водозаборных ГТС различной конструкции и компоновки, значительная территориальная рассредоточенность функционирующих ГТС, необходимость учёта распределённости параметров объектов во времени и пространстве и динамики переходных процессов водных ресурсов при оперативном управлении ими, что вносит существенные трудности при усовершенствовании существующих и разработке новых математических моделей и алгоритмов моделирования оперативного управления комплексом сооружений водохозяйственной организации.

Учёт распределённости параметров объектов во времени и пространстве и связанной с ней динамики переходных процессов водных ресурсов, необходим при усовершенствовании существующих и разработке новых математических моделей каналов всех уровней, что даёт возможность определить время добегания водных масс от одного сооружения к другому. Это обязательно необходимо учитывать при оперативном управлении комплексом сооружений в водохозяйственной организации для повышения водообеспеченности потребителей. Математические модели объектов бассейна

реки, применяемые для решения задач оперативного управления должны с одной стороны достаточно точно описать основные динамические процессы в объектах и с другой стороны быть довольно простой к решению заданной на ЭВМ.

В качестве математических моделей участка реки, канала и водохранилища в зависимости от точности решаемой задачи могут быть применены различные модели, например, следующие балансовые разностные уравнения [1,2]

$$\frac{dW_i(t)}{dt} = Q^H(t) - Q^K(t) + \sum_{j \in N^{B_i}} Q_{ji}^{B_i}(t) - \sum_{j \in N^{I_i}} Q_{ji}^{I_i}(t) + Q^{II}(t) - Q^{III}(t), \quad t > t_0,$$

$$W_i(t_0) = W_i^0,$$

где $W_i(t)$ - объёмы воды, находящейся на участке i в моменты времени t ; Q_i^H и Q_i^K - расходы воды в начале и конце участка в момент времени k ; и $Q_{ji}^{B_i}$ и $Q_{ji}^{I_i}$ - расходы воды j -го водозабора и сосредоточенного притока i -го участка; Q_i^{III} - интенсивность потери воды i -го участка; Q_i^{II} - прогнозный расход воды распределённых притоков.

Изменение объёмов воды в водохранилище во времени описываем следующими уравнениями [3,4]

$$\frac{dW_i(t)}{dt} = \sum_{j \in N_i^{ap}} Q_{ji}^{I_i}(t) - \sum_{j \in N_i^{B_i}} Q_{ji}^{B_i}(t) - Q_i^{III}(t) - Q_i^{II}(t), \quad t > t_0, \quad (2)$$

$$W_i(t_0) = W_i^0,$$

где $W_i(t)$ - объём воды i -го водохранилища в моменты времени t_k ; $Q_{ji}^{I_i}$ - расход воды притоков водохрани-