

Список использованных источников

- 1 Гибсон, А. Гидравлика и ее приложения / А. Гибсон. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1934. – 610 с.
- 2 Знаменский, В. А. Анализ потерь энергии в водоемах и предложения по моделированию гидравлического режима / В. А. Знаменский // Труды ГГИ. – 1968. – Вып. 155. – С. 88–108.
- 3 Савельев, М. Я. О движении воды во временных оросителях и их гидравлическом расчете / М. Я. Савельев // Гидротехника и мелиорация. – 1952. – № 1. – С. 17–23.
- 4 Вербицкий, В. С. Некоторые прогностические оценки гидравлического Главного канала переброски / В. С. Вербицкий, О. М. Иванова // Сб. науч. тр. ВНИИГиМ. – М., 1980. – С. 69–76.
- 5 Оспанов, А. Н. Пропускная способность мелиоративных каналов с малыми уклонами: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Оспанов А. Н. – М., 1985.
- 6 Лютиков, А. В. Пропускная способность и устойчивость русел крупных каналов при малых уклонах: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Лютиков А. В. – М., 1987.
- 7 Вербицкий, В. С. Исследования движения жидкости с очень малыми уклонами / В. С. Вербицкий, А. И. Оспанов, Х. Ш. Шапиро // Гидротехническое строительство. – 1986. – № 4. – С. 23–26.
- 8 Штеренлихт, Д. В. Гидравлика: учебник для вузов / Д. В. Штеренлихт. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 640 с.
- 9 Щербаков, А. О. Разработка новых способов регулирования твердого и жидкого стока на гидромелиоративных системах / А. О. Щербаков, С. С. Медведев // Комплексные мелиорации – средство повышения продуктивности сельскохозяйственных земель: материалы юбилейной междунар. науч.-практ. конф. ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова», 26–27 ноября 2014 г. – М.: Изд-во ФГБНУ ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова. – 2014. – Т. 1. – С. 255–263.

УДК 627.881:626.83

Н. Р. Насырова

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

Ф. Ж. Носиров

Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, Республика Узбекистан

Н. И. Юсупов

Ташкентский архитектурно-строительный институт, Ташкент, Республика Узбекистан

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ СИСТЕМ МАШИННОГО ВОДОПОДЪЕМА**

Целью исследований является изучение процесса отложения наносов в водоприемном устройстве насосных станций и разработка на этой основе эффективных технических решений, позволяющих предотвратить заиливание сооружений систем машинного водоподъема и использовать их в расчетах режимов орошения. Разработан ряд новых конструкций всасывающей трубы, позволяющий предотвратить заиливание на 85–98 % площади аванкамеры, занимаемой отложениями. На основе анализа процесса осаждения частиц наносов получено новое уравнение в виде степенной функции, описывающее траекторию падения частицы наносов для аванкамеры с трапециoidalным поперечным сечением.

Ключевые слова: система машинного водоподъема, русло, режимы орошения, аванкамера, насосные станции.

Рядом авторов ранее проанализировано современное состояние эксплуатации и режимов работы оросительных насосных станций (НС), подающих взвесенесущую воду и влияние этих факторов на режимы орошения [1, 2]. В странах Центральной Азии до 50 % орошаемых земель обеспечиваются системами машинного водоподъема (СМВ). Узбекистан является наиболее насыщенной насосами Республикой, где сосредоточено более половины насосных мощностей всего Центрально-азиатского региона. Здесь эксплуатируются 43 крупных НС, около 1400 средних и более 30000 мелких НС и установок.

Машинный водоподъем осуществляется лопастными насосами, количество типоразмеров которых превышает 120.

В последние годы в связи с резким увеличением стоимости электроэнергии и других эксплуатационных затрат, а также структуризацией сельского и водного хозяйства, в том числе СМВ, появились целевые задачи по совершенствованию технической эксплуатации:

- повышение надежности НС за счет внедрения специальных сооружений и устройств непосредственно на НС;
- совершенствование организационно-технологических вопросов эксплуатации на базе информационно-советующих компьютерных систем;
- снижение удельных энергозатрат на водоподъем, повышение среднеэксплуатационных КПД НС;
- разработка новых конструкций элементов гидротехнического узла НС с целью увязки их с режимами орошения.

Особенно важными аспектами являются оптимизация процессов заиления, режимов работы водоприемных сооружений, при которых наблюдаются наибольшие отложения наносов. Транспортирующая способность потока должна предотвращать заиление сооружений, но обеспечивать вынос оптимального количества фракций на поля в качестве удобрений.

Морфометрические характеристики в основном используются в гидравлических расчетах. Если они достаточно хорошо отражают основные параметры русел, то на основе этих данных можно получить сведения о состоянии расчетного участка орошения.

Основные поверхностные водоисточники Центральной Азии несут большое количество наносов. Гидравлическая крупность наносов в перекачиваемой НС Бухарского региона отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Гидравлическая крупность наносов НС «Кую-Мазар»

Место взятия пробы	Макс. гид- равл. круп- ность, мм/с	Гидравлическая крупность, мм/с							
		54	54–26	26–20	20–12	12–2	2–0,2	0,2–0,02	0,02
		Фракционный состав, %							
Аван- камера	94,50	0,20	0,73	46,95	21,80	16,96	9,30	2,40	1,75

По таблицам и графику ВНИИГ фракционный состав был пересчитан до диаметров выпавших частиц (таблица 2).

Таблица 2 – Фракционный состав насосов по диаметрам частиц

Место взятия пробы	Макс. гид- равл. круп- ность, мм/с	Диаметр частиц, мм							
		0,5	0,50– 0,25	0,25– 0,20	0,20– 0,14	0,14– 0,05	0,050– 0,016	0,016– 0,005	0,005
		Фракционный состав, %							
Аванка- мера	0,99	0,20	0,73	46,95	21,80	16,86	9,30	2,40	1,75

Уравнение траектории взвешенной частицы, которая движется со скоростью v_x и опускается со скоростью v_z в условиях отсутствия пульсационных составляющих скоростей в аванкамере НС, имеет следующий вид:

$$dxv_z = v_x dz. \quad (1)$$

Величину v_x в произвольном сечении с площадью ω можем выразить через расход воды Q [1]:

$$v_x = \frac{Q}{bh + mh^2} = \frac{Q}{b_1 h_1 + b_1 x \operatorname{tg} \alpha + h_1 x \operatorname{tg} \beta + x^2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta + mh^2 + 2x \operatorname{tg} \alpha \cdot h_1 m + x^2 \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot m}, \quad (2)$$

где b – ширина по дну;

h – глубина воды в аванкамере;

m – коэффициент откоса;

b_1, h_1 – параметры площади живого сечения в начале аванкамеры.

Подставляя (2) в (1), имеем:

$$(b_1 h_1 + b_1 x \operatorname{tg} \alpha + h_1 x \operatorname{tg} \beta + x^2 \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta + mh^2 + 2x \operatorname{tg} \alpha \cdot h_1 m + x^2 \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot m) dx = \frac{Q}{v_z} dz.$$

Проинтегрировав полученное значение, получаем:

$$\left[\frac{x^3}{3} \operatorname{tg} \alpha (m \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) + x^2 \operatorname{tg} \alpha \left(h_1 m + \frac{1}{2} b_1 \operatorname{tg} \alpha \right) + \frac{x^2}{2} h_1 \operatorname{tg} \beta + mh^2 x + b_1 h \cdot x \right] = \frac{Q}{v_z} z + C.$$

Значение C определяем с учетом начальных условий. При $x = 0$ и $z = 0$ получаем $C = 0$. Таким образом, искомое уравнение движения падающей частицы принимает вид

$$z = \frac{v_z}{Q} \left[\frac{x^3}{3} \operatorname{tg} \alpha (m \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta) + x^2 \operatorname{tg} \alpha \left(h_1 m + \frac{1}{2} b_1 \operatorname{tg} \alpha \right) + \frac{x^2}{2} h_1 \operatorname{tg} \beta + \omega_1 \cdot x \right], \quad (3)$$

где ω_1 – площадь живого сечения в начале аванкамеры.

При использовании этого уравнения ранее предложено принимать вместо v_z гидравлическую крупность наносов w . Однако, как показывает сравнение результатов расчетов движения наносов с их измеренными величинами, при этом наблюдаются некоторые отклонения, связанные с разностью значений v_z и w . Действительно, скорость падения частиц зависит не только от их размеров, но и от их удельного веса и степени мутности потока. В связи с этим величину v_z можем определить по следующей зависимости, предложенной Н. Т. Кавешниковым [3]:

$$v_z = \frac{a_0 - a_k}{a_0} \bar{w}_0, \quad (4)$$

где a_0 – мутность потока в начале аванкамеры, кг/м^3 ;

a_k – критическая мутность потока, кг/м^3 :

$$a_k = 0,25 a_0^{0,7} \frac{v}{\sqrt[3]{H \cdot \bar{w}_0}}; \quad (5)$$

$\bar{w}_0$ – средневзвешенная гидравлическая крупность, мм/с :

$$\bar{w}_0 = 0,01 \sum w_i p_i,$$

где w_i – гидравлическая крупность отдельных фракций частиц;

p_i – процентное содержание отдельных фракций.

Сравнительно полную информацию об оросительных комплексах как объектах ирригационных работ можно получить, если объекты по функциональному признаку разбить на группы, каждый вид сооружений в группе классифицировать по типоразмерам.

В этом случае элементы системы можно разбить на пять функциональных групп: первая группа – сооружения, осуществляющие забор воды из источника; вто-

рая – сооружения, в задачу которых входит транспортирование, распределение и подвод воды к поливному полю; третья – устройства для понижения уровня и отвода за пределы орошаемой территории сильноминерализованных грунтовых вод; четвертая – поливной участок с устройствами и сооружениями, создающими при помощи поливов и промывок благоприятные условия для выращивания культур. Все прочие объекты, устройства и сооружения системы отнесены к пятой группе.

Проблема классификации элементов систем остро встала лишь после постановки на научную основу вопросов планирования режимов орошения, так как параметрические показатели определяют тип, мощность, рабочее, силовое и ходовое оборудование и другие эксплуатационные характеристики СМВ.

Обследование оросительных систем, проведенное Научно-исследовательским институтом ирригации и водных проблем, позволило авторам предложить типоразмерную классификацию каналов СМВ по их поперечным сечениям.

Максимальные скорости течения воды в оросительных каналах не должны превышать размывающих, а минимальные – быть не ниже допустимых на заиливание и зарастание. Скорость воды в каналах, проходящих в земляном русле, равна 0,6–1,0 м/с; в облицованных – 2–3 м/с и более.

На основе результатов исследований авторами предлагались различные зависимости по определению степени и состава мутности потока, условий транспортирования наносов, траектории движения частиц, а также был предложен ряд конструктивных элементов, позволяющих уменьшить отложения наносов на дне водоприемных сооружений НС. Однако вопросы осаждения взвешенных частиц в условиях расширения поперечной площади потока за счет одновременного увеличения его ширины и глубины, т. е. в условиях аванкамеры, недостаточно изучены.

Анализ выполненных исследований показывает, что основным фактором, приводящим к заиливанию водоприемных сооружений, является снижение скорости потока в аванкамере, зачастую с водоворотами в боковых частях сооружения. При этом величина пульсационных составляющих скорости в придонном слое ничтожно мала, вследствие этого происходит падение частиц на дно, а искусственное увеличение поперечных и радиальных скоростей придает дополнительную силу воздействия на частицы наносов, что заставляет их двигаться и не дает возможности оседать на дне.

Авторами создан ряд принципиально новых технических средств для повышения надежности эксплуатации и режимов орошения при исключении потерь воды: вертикальные насосные агрегаты с замкнутой системой смазки, сокращающие количество уплотнений, сброс воды с примесями масла в дренажные потери, устройства для изменения структуры потока, имеющих комплексные функции растекателей, нанососоро- и рыбозащиты, конструкции водоприемного сооружения и всасывающей трубы, которые имеют дополнительные устройства, позволяющие предотвратить оседание наносов на дно аванкамеры [1].

Рассматривая наши исследования с точки зрения повышения эффективности бассейнового метода управления водными ресурсами и режимами орошения в техническом, технологическом и организационном аспектах для повышения ответственности за сверхнормативное нерациональное потребление воды, кроме общего потребления воды из поверхностных источников с данными об удельных расходах воды Q следует ввести показатели:

- на единицу урожайности культивируемых сельхозкультур, $\text{м}^3/\text{т}$;
- на орошаемый гектар, $\text{м}^3/\text{га}$;
- на единицу выпускаемой сельхозпродукции, $\text{м}^3/\text{ед}$.

С целью экономии воды и предотвращения вторичного засоления мелиоративно неподготовленных земель, сельскохозяйственное производство на которых малоэффективно, но на рассоление и промывку их расходуется большое количество воды, следует

постепенно ограничивать подачу воды НС на орошение таких земель, что будет стимулировать работы по реконструкции староорошаемых земель.

Выводы.

1 Проведенный анализ состояния рассматриваемой проблемы позволяет сделать выводы, что морфометрические, гидравлические характеристики СМВ являются одними из основных составляющих в расчетах режимов орошения.

2 На основе анализа процесса осаждения частиц наносов получено новое уравнение в виде степенной функции, описывающее траекторию падения частицы наносов для аванкамеры с трапецеидальным поперечным сечением.

Список использованных источников

1 Носиров, Ф. Ж. Совершенствование условий эксплуатации НС горизонтальными агрегатами / Ф. Ж. Носиров, Ш. М. Шарипов // Материалы междунар. науч.-техн. конф. – Ташкент, 2008. – С. 280–282.

2 Гловацкий, О. Я. Особенности расчетов реконструкции и модернизации объектов систем машинного водоподъема / О. Я. Гловацкий, Р. Р. Эргашев // Экономический вестник Узбекистана. – 2009. – № 6. – С. 110–111.

3 Кавешников, Н. Т. Методы расчета осаждения наносов и параметров мутности потока в отстойниках / Н. Т. Кавешников // Гидротехническое строительство. – 1997. – № 10. – С. 26–30.

УДК 631.674.6:631.4

Л. А. Воеводина, Л. М. Докучаева

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

ПОЧВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЧЕРНОЗЕМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ ПОД ВЛИЯНИЕМ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

В статье рассмотрено воздействие капельного орошения донской водой на почвенные процессы в черноземах обыкновенных, а именно, структурообразование, засоление, осолонцевание и агроистощение. Установлено, что использование капельного орошения водой с минерализацией от 0,468 до 0,646 г/дм³ имело определенное влияние, которое проявилось в ухудшении структурного состояния по сравнению с необрабатываемой почвой, подтверждаемое увеличением глыбистой фракции и снижением агрономически ценных агрегатов с 68 до 49 %, что свидетельствует о присутствии процесса переуплотнения при капельном орошении. Капельное орошение не оказало влияния ни на изменение содержания солей в почве, ни на состав ППК, то есть процессы вторичного засоления и осолонцевания при данном способе полива и используемой воде отсутствуют. Обеспеченность почвы нитратами, подвижным фосфором и обменным калием при капельном орошении к концу поливного сезона остается очень высокой, средней и высокой соответственно. Следовательно, при капельном орошении и применявшейся технологии внесения минеральных удобрений процесс агроистощения не проявляется.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный, капельное орошение, структурообразование, засоление, осолонцевание, агроистощение.

Введение. Капельное орошение является одним из наиболее рациональных способов полива, который позволяет наиболее эффективно по сравнению с другими способами орошения использовать оросительную воду [1, 2]. Площади под капельным орошением в мире и Российской Федерации постоянно расширяются, так, по данным Экспертно-аналитического центра агробизнеса, в 2014 году составляли порядка 51 тыс. га [3].

В орошаемых почвах протекают разнообразные почвенные процессы, однако наиболее значимыми по воздействию на почву являются такие как структурообразование, засоление, осолонцевание, агроистощение.