

Список литературы

1. Бентли, М. Промышленная гидропоника. Пер. с англ. яз. / С предис. и под ред. В.Н. Былова. – М.: «Колос», 1965. – 376 с.
2. Выращивание овощей на искусственной питательной среде. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 174 с.
3. Гомес, М.В. Критическая оценка питательных растворов, применяемых в гидропониках / М.В. Гомес // Сельское хозяйство за рубежом. – 1964. – № 9. – С. 35-37.
4. Давтин, Н.Г. Исследования физических и химических свойств наполнителей для выращивания растений без почвы / Н.Г. Давтин // Сообщения лаборатории агрохимии АН Арм.ССР. – 1965. – № 6. – С. 95-102.
5. Оськин, С.В. Инновационные пути повышения экологической безопасности сельскохозяйственной продукции / С.В. Оськин // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 24. – С. 147-154.

Гловацкий О.Я., Насырова Н.Р., Артикбекова Ф.К.
Научно-исследовательский институт ирригации и
водных проблем, г. Ташкент, Узбекистан

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ В РАЗВИТИИ ВОДНО-РЕСУРСНОЙ СФЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В XXI ВЕКЕ

Аннотация: возросшие нагрузки для удовлетворения потребностей растущего населения поставили ряд новых задач перед специалистами, работающими в области экологии, водосбережения и других наук. В настоящее время преобладает вмешательство в преобразование природы (строительство плотин, переброска вод). Негативные последствия кризиса Аральского моря основаны на принципе обманчивого благополучия такого преобразования, особенно использования десятилетиями крупных оросительных насосных станций (НС). Авторами создан ряд принципиально новых технических решений для повышения эффективности водопользования, а также ликвидации рисков гидрологических условий водозабора в НС. Управления режимами сопрягающих сооружений НС в различных региональных условиях включает максимальное использование поверхностных источников воды, высокую надежность водозабора и большую пропускную способность подводящего канала, ликвидацию непроизводительных потерь напора и перепадов уровней воды, уменьшение высоты подъема воды, внедрение плавучих комбинированных устройств для изменения структуры потока.

Ключевые слова: водосбережение, насосные станции, источники воды, водозаборы, переброска вод.

В Республике Узбекистан накоплен большой опыт в области проектирования, строительства НС и освоения целинных земель под орошаемое земледелие. В условиях рыночной экономики, резкого удорожания энергоносителей, насосно-энергетического оборудования и запасных частей к нему, требует научного обоснования вся концепция системы машинного водоподъема (СМВ), включая выбор командных отметок, трасс машинных каналов, времени и объема заполнения водохранилищ и т.д.

Особое значение в современных условиях приобретают рекомендации по реконструкции действующих НС с целью улучшения их эксплуатационных показателей. Опыт эксплуатации НС показывает, что введенные в строй крупные машинные каналы (Каршинский, Амукаракульский, Аму-бухарский, Амузангский, Шерабадский, Джизакский и др.) положили основы научно-обоснованных методик эксплуатации водоподводящих элементов узла НС. К таким элементам относятся бесплотинные водозаборы, аванкамеры, водоприемники, сороудерживающие сооружения (СУС) с решеткоочистными машинами (РОМ), всасывающие трубы, определяющие условия подвода воды к рабочим колесам насосов. В южных регионах Республики, где поверхностные источники несут большое количество наносов и плавника, наблюдаются резкие перепады температур воды и воздуха, запыленность, песчаные вихри и т.п.

Узбекистан является основоположником использования крупных НС (одна из первых в стране – Алатская НС в Бухарской области, работающая с 1961 г.). В Узбекистане эксплуатируется крупнейший в СНГ каскад НС Каршинского магистрального канала (КМК). В Сурхандарьинской области работает Шерабадская НС, где насосы поднимают воду на рекордную для осевых насосов высоту (до 30 м).

В последние десятилетия недостаток воды – это один из основных конфликто-образующих факторов в Центральной Азии. Действительно, все более отчетливо проявляется ряд негативных тенденций, связанных с ростом дефицита водных ресурсов в бассейне Аральского моря.

В целом, складывающаяся ситуация требует совместной работы специалистов для внедрения комплексного подхода к решению проблем водообеспечения на среднесрочную перспективу.

Располагаемые для использования водные ресурсы Республики формируются в поверхностных и подземных источниках, главным образом, в бассейнах двух главных рек региона – Амударье и Сырдарье. Самостоятельные гидрографические бассейны (тяготеющие к рекам Амударья и Сырдарья) образуют реки Кашкадарья, Зарафшан и др.

Оценка среднесноголетнего стока рек по данным гидрометрических наблюдений характеризуется следующими величинами: для рек бассейна Сырдарья – 37203 млн. м³/год; для рек бассейна Амударья – 79280 млн. м³/год.

Строительство и ввод в действие крупных машинных каналов с уникальными каскадами НС с расходами до 200 м³/с и сложными гидротехническими сооружениями позволили перебросить сток многоводных рек на крупные орошаемые массивы. Основные объемы воды для орошения забираются крупными НС, что может осложнить условия эксплуатации уже построенных к XXI веку СМВ.

Проблемы региона – социальные, экологические, экономические – не удастся решить без привлечения внешних источников воды.

Ничего нового в межбассейновом перераспределении водных ресурсов нет. Такие проекты осуществлялись и осуществляются в мировой практике. В ряде стран инженерные сооружения для локальных перебросок стока действуют уже несколько десятилетий. Можно привести некоторые примеры таких систем в разных районах земного шара.

В США из верхней части бассейна р. Колорадо сток перебрасывают в Большой Бассейн, бассейн Рио-Гранде и другие соседние бассейны (около $1 \text{ км}^3/\text{год}$); в шт. Калифорния переброска осуществляется по нескольким трассам – с севера на юг и с востока из р. Колорадо к г. Лос-Анжелес. Первый из упомянутых в шт. Калифорния проект является крупнейшим в США, его строительство осуществлено в 70-е годы, объем переброски из бассейна р. Сакраменто в южные районы штата составляет около $4\text{-}5 \text{ км}^3$ в год.

Примерно треть населения западных штатов США получает воду из систем, транспортирующих воду на расстояние более 100 миль.

Переброска из бассейна р. Св.Лаврентия с водозабором из Великих озер в бассейн Миссисипи для водоснабжения г. Чикаго осуществляется с 1848 г. Объем переброски достигал $283 \text{ м}^3/\text{с}$, но был ограничен по экологическим требованиям и составляет сейчас около $90 \text{ м}^3/\text{с}$. Из озера Сен-Джозеф осуществляется переброска около $80 \text{ м}^3/\text{с}$ стока к югу по направлению к озеру Виннипег.

В Великобритании работы по межбассейновому перераспределению стока страны ведутся с середины XIX века. Крупнейшими в стране водохозяйственными объектами такого рода являются комплексы Или-Уз-Эссекс с объемом переброски 1 очереди $35 \text{ млн. м}^3/\text{год}$, Трент-Уитэм-Анхольм с переброской 1 очереди $43 \text{ млн. м}^3/\text{год}$, Кайльдер – $328 \text{ млн. м}^3/\text{год}$.

Обширный опыт в области осуществления межбассейновых перебросок стока имеется в Канаде, по объему которых (более $140 \text{ км}^3/\text{год}$) эта страна занимает сейчас 1 место в мире.

Особенно большое внимание проблеме крупномасштабного территориального перераспределения стока начали уделять за рубежом в последние два десятилетия. Появились многочисленные проекты переброски вод в Северной и Южной Америке, п-ве Индостан, Северной Африке, Австралии и других районах земного шара.

Среди наиболее крупных проектов, призванных радикально решать целый комплекс водохозяйственных проблем обширных регионов выделяются проекты NAWARA (переброска $132 \text{ км}^3/\text{год}$ стока в центральные и западные штаты США из Канады и Аляски), проект переброски части стока р. Миссисипи ($14,5\text{-}15,5 \text{ км}^3/\text{год}$) в Техас, проект водообеспечения Великих равнин ($12,2 \text{ км}^3/\text{год}$); проекты переброски стока в Индии объемом до 50 км^3 в год, проекты переброски 41 км^3 стока из бассейна р. Янцзы в бассейн р. Хуанхе и северные районы страны в КНР.

Обостряющийся дефицит водных ресурсов требует повышения вни-

мания к вопросам водосбережения, одним из ключевых моментов которого является снижение непроизводительных потерь воды на всех этапах транспортировки от головного водозабора до орошаемых полей, что диктует выработку мероприятий по обеспечению устойчивой эксплуатации НС. В первую очередь это относится к регулирующим сооружениям (рис. 1).



Рисунок 1 – Регулирующее сооружение на оросительном канале.

В подводящие каналы от водозабора к НС поступает значительное количество плавника, особенно в вегетационный период. При отсутствии РОМ на НС-1 КМК единственным сорозащитным средством была плавучая запань. Первый натурный образец состоял из понтонов длиной 6 м с отбойным козырьком, заглубленным на 1,5 м под уровень воды. Однако установленная на растяжках запань под воздействием больших масс плавника допускала прогиб, что уменьшало составляющую скорости вдоль козырька и аккумуляцию мусора в правой части аванкамеры. В настоящее время запани, перед НС допускают регулирование расположения понтонов и мощного козырька.

Изменение гидравлических характеристик водоприемного сооружения может быть достигнуто: либо усовершенствованием формы входной его части (например, раструба аванкамеры, очертания в плане, угла поворота всасывающих труб и т.д.), либо изменением размеров водоприемного сооружения (например, уменьшением угла диффузорности раструба, размещением между раструбом и водоводом дополнительного переходного участка), что потребует дополнительных капиталовложений.

Усовершенствование формы водоприемного сооружения не требует дополнительных капиталовложений, и поэтому его экономическая эффективность будет всегда оправдана [1].

В техническом плане необходимо установить обоснованные объемы водоподдачи НС, обеспеченные техническим состоянием оборудования с учетом оптимального уровня резервирования, провести исследования по внедрению модернизированных всасывающих труб, корректировку и объ-

единение сети наблюдений на СМВ в составе экологического мониторинга ирригационных систем Республики [2].

Рассматривая СМВ в качестве технического объекта, можно определить ее как систему, состоящую из множества элементов, связанных между собой функциональными и конструктивными связями. В общем виде, это выглядит следующим образом: водоподача (источник - водозабор - подача воды), водопользование (поле - растение - урожай) и водоотведение (сброс воды с орошаемых земель). Состояние отдельных элементов системы определяет возможность выполнения ими своих основных функций - водоподачу, характеризует степень надежности функционирования системы. По своей природе факторы, влияющие на деятельность технических систем, и, в частности, гидромелиоративных, во многом являются случайными. При этом они должны определяться как по отдельным элементам, так и в целом по системе. Данный подход наиболее полно соответствует объективным закономерностям функционирования систем и позволяет решать в комплексе широкий круг задач, связанных с управлением водопользования с использованием водосберегающих технологий.

Конкретное решение данного подхода осуществляется путем математического моделирования процесса функционирования системы, которое позволит установить его оптимальные параметры и оперативно решать вопросы текущей эксплуатации с учетом рационального использования и сохранения водных и энергетических ресурсов.

Коэффициент условий работы НС K_3 определяется как функция уровня организации эксплуатации (op), а также по оценке состояния объекта по степени его износа (I_3) и его причинам гидравлических (Γ), механических (M), энергетических (\mathcal{E}).

$$K_3 = f[op, I_3, \Gamma, M, \mathcal{E}]$$

Работы авторов о подобии сопротивлений в проточной части насоса позволили аналитически определить гидравлические потери и характеристики водосбережения НА [3].

Выводы:

1. Максимальное использование поверхностных источников воды, переброска вод должна учитывать проблемы эксплуатации НС в различных региональных условиях, повышение общего КПД элементов НС, путем применения технологий, соответствующих более высоким стандартам.

2. При бесплотинном водозаборе мероприятиями по повышению эффективности и безопасности являются новые устройства для изменения структуры потока, плавучие запаны, предотвращающие аварийное скопление плавника, применение струенаправляющих и наносоуправляющих систем.

Список литературы

1. Гловацкий, О.Я., Эргашев, Р.Р. Особенности расчётов реконструкции и модернизации объектов систем машинного водоподъёма // Экономический вестник Узбекистана. – 2009. – № 6. – С. 110-111.

2. Шарипов, Ш.М., Насырова Н.Р., Сапаров А.Б. Экологические и энергосберегающие проблемы реконструкции систем машинного водоподъёма // Международная научно-практическая конференция «Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК» (Костяковские чтения). Россельхозакадемия. – М.: ВНИИ-ГиМ, 2017. – С. 246-249.

3. Рустамов Ш.Р., Гловацкий О.Я., Жанкабылов С.У. Новые конструкции и технологии для водо и энергосбережения в системах машинного водоподъёма // Проблемы энерго и ресурсосбережения. – Ташкент, 2017. – № 3-4. – С. 6-9.

Ерофеев Е.А., Миронов В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ПОЛЕЗНУЮ МОЩНОСТЬ НА МОДЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

Аннотация: В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований гидравлического удара, в частности времени закрытия ударного клапана на модельной установке в зависимости от исходного напора перед гидроагрегатом и массы клапана. Исследования проводились с целью определения величины ударного давления при гидравлическом ударе в зависимости от времени закрытия ударного клапана. Получены безразмерные комплексы, характеризующие работу ударного клапана гидроагрегата в натуральных условиях.

Ключевые слова: гидроудар, гидроагрегат, возобновляемая энергия, низкопотенциальная гидравлическая энергия, прямое преобразование гидравлической энергии.

Согласно классической теории Н.Е. Жуковского, гидравлический удар происходит из-за резкой остановки жидкости в трубопроводе. Существует два типа гидравлических ударов: прямой и непрямой. При прямом гидравлическом ударе образуется большее давление в сравнении с непрямой. Зависимости, по которым определяется каждый тип гидравлического удара, представлены в формулах 1, 2 [1,2].

$$p = \rho v C, \quad 1)$$

где ρ – плотность воды, кг/м³; v – скорость движения жидкости в трубопроводе перед началом закрытия ударного клапана, м/с; C – скорость распространения ударной волны, м/с;

$$p = \rho v C \frac{T}{t_s}, \quad 2)$$

где $T = \frac{2L}{C}$ – фаза гидравлического удара, с; L – длина трубопровода, м; t_s – время закрытия запорного элемента, с