

Носиров Ф.Ж., канд. техн. наук, доц.
Ташкентский государственный технический университет
Мансурова Н.Ш., асс.
Наманганский инженерно-педагогический институт

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ КРУПНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

doni_pol@mail.ru

В ТашГТУ решаются некоторые энергосберегающие проблемы, методы оптимизации эксплуатации водоподводящих сооружений НС, в первую очередь аванкамер и водоприёмников. Разработаны научные основы энергосберегающих режимов, их региональных особенностей (особенно в условиях реконструкции и реновации крупных НС).

Ключевые слова: энергосберегающие мероприятия, крупные насосные станции, водоподводящие сооружения, система машинного подъема, гидротехнические сооружения.

Ежегодно на насосных станциях (НС) ирригационных систем Республики расходуется до 8 млрд. кВт/ч, не считая дизельного топлива. В Минсельводхозе РУз принято решение уменьшить расход электроэнергии на НС до 7,5–7,6 млрд. кВт/ч, в основном, за счет энергосберегающих режимов и оптимизации управления системами машинного водоподъема (СМВ). Отсутствие приоритетных работ по указанной проблеме делает невозможным оптимизацию режимов НС на современном уровне эксплуатации. По данным Научно-исследовательского института ирригации и водных проблем (НИИИВП) эксплуатационный КПД НС ниже расчетных значений на 5–7 %, эксплуатационные требования выполняются на 25–30 % [1, 2, 3].

Основными причинами этого является [4]:

- высокое содержание абразивных частиц и плавника в перекачиваемой воде тяжелые климатические условия, связанные с высокой температурой воды и воздуха;
- значительные габариты и скорости течения воды в элементах проточного тракта, большие подачи воды и электрические мощности агрегатов, сложные переходные процессы, сопутствующие их эксплуатации;
- конструктивные недостатки гидравлических машин и гидротехнических сооружений, в том числе не эффективные системы технического водоснабжения;
- отсутствие научно-обоснованных методических, нормативных и других технических документов по управлению рабочим процессом насосных агрегатов (НА) и сооружений.

Согласно Графика разработки нормативных документов по мелиоративному улучшению орошаемых земель и рациональному использованию водных ресурсов по Постановлению Кабинета Министров Республики Узбекистан разработан и утвержден на научно-техническом

совете (НТС) Минсельводхоза РУз проект ВСН «Реконструкция насосных станций. Нормы проектирования».

Необходимость энергосберегающих мероприятий для НА обосновывается обычно технологическими и экономическими факторами. В настоящее время выявляются экологические аспекты проблемы. Крупные НА являются весьма энергоемкими объектами. Они ежегодно расходуют примерно 20 % вырабатываемой электроэнергии, что для СНГ составляет около 300 млрд. кВт час в год.

Производство электроэнергии оказывает вредное влияние на окружающую среду. Распространение энергосберегающих систем позволит сэкономить в СМВ Республики 70-80 млн. кВт/ч в год, то есть примерно 1 % необходимой электроэнергии. Это значит, что при ежегодном приросте выработки электроэнергии в 3–4 % ввод новых энергетических мощностей может быть снижен на 1/3. Вследствие этого будет предотвращено сжигание 1,8–2 млн. тонн условного топлива или 2–3 млн. тонн реального угля. Таким образом будет получен существенный эффект за счет уменьшения вредных выбросов в воздух и воду. Кроме того, эти системы снижают вероятность возникновения гидравлических ударов, предотвращают разрушение трубопроводов и, как следствие, излив воды на поверхность земли и в водоемы.

Важным следствием применения энергосберегающих мероприятий при реконструкции НС является повышение единичной мощности регулируемых НА и уменьшение их количества, что дает дополнительную экономию энергии и сокращает технологические объемы зданий НС на 15–20 %.

Авторы разрабатывают мероприятия энергосберегающих режимов подвода воды к каска-

дам крупных НС при уменьшении плавника, взвешенных и донных наносов.

Каршинской магистральный канал (КМК) с каскадом НС имеет водозабор бесплотинного типа, при котором уровни в реке определяют уровни в канале, подводящем воду к НС-1 и режимы ее эксплуатации [5].

Нормальная эксплуатация НС-1 требует соблюдения (по кавитационным условиям насосов) определенных уровней в нижнем бьефе (УВНБ), ниже которых работа насосов не допускается. При невысоких горизонтах в Амударье это условие определяет, в основном, величину максимального водозабора НС-1, а следовательно, и возможную наибольшую подачу всего каскада.

Получение натуральных соотношений Амударья - подводящий канал - НС-1, определяющих подачу каскада, имеет важное значение для эксплуатации КМК [6, 7].

Кавитационные качества насосов определяют максимально возможную подачу НС-1 для горизонта в Амударье в точке водозабора (мыс Пулизиндан) 95 % обеспеченности, т.е. $\nabla 43,4$ м в условных отметках. Если отметка в р. Амударье или, что одно и то же, у нулевого пикета канала $\nabla ПКО$, то разность $\nabla ПКО - \nabla НБ_{\min} = \Delta h_{\max}$ дает максимальную величину располагаемого напора на преодоление сил трения при течении на всем участке канала. Последние, как известно, при фиксированной

геометрии канала и шероховатости являются только функцией расхода, т.е. $\nabla h = f(Q)$, следовательно, для граничных условий – условий $\nabla ПКО - const$, $\nabla УВНБ_{\min} - const$ – величина Δh_{\max} однозначно определяет максимальную пропускную способность подводящего канала, выше которой НС-1 воду подавать не могут.

Основная трудность планирования энерго-сберегающих режимов заключается в построении адекватной математической модели действующей системы.

При рассмотрении того влияния, которое оказывают вредные процессы на параметры НА, следует учитывать, что “обратную связь”, существующую между состоянием НА и теми процессами, которые в ней протекают. Основными задачами комплексного анализа региональных условий работы сопрягающих сооружений НС с переходными процессами являются выявление изменений процессов при защите комплексов НС, установление факторов, определяющих риск опасности НС при неустановившемся движении воды в аванкамерах и водоприемниках, проверка экспериментальным путем соответствие математической модели для прогноза значений характеристик НС физической картине явлений.

Взаимодействие НА с протекающими в ней процессами можно представить в виде замкнутой системы (рис. 1).

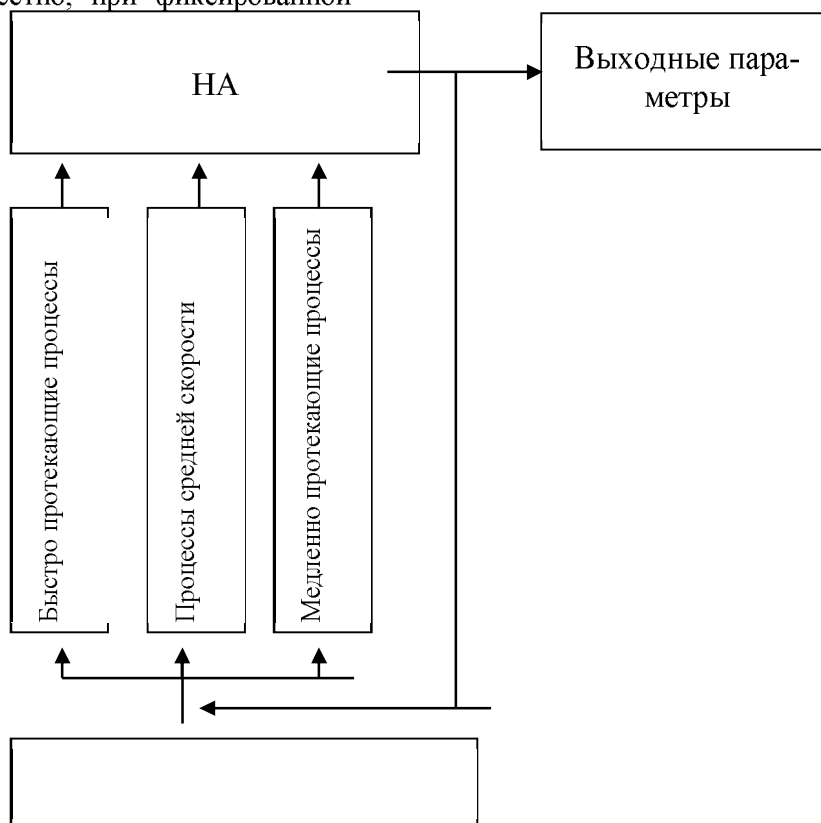


Рис. 1. Процессы, действующие на НА при эксплуатации

Статический напор (H_{cm}), определяется исходя из уравнения неразрывности (имея ввиду процессы заполнения и опорожнения сооружений) как

$$\frac{dH_{cm}}{dt} = \frac{1}{F}(\theta_H - \theta_B) \quad (1)$$

где θ_H – подача насоса; θ_B – расход водовыпуска НС; F – площадь свободной поверхности воды.

И в частном случае, когда водовыпуск не включен в работу:

$$\frac{dH_{cm}}{dt} = \frac{1}{F}\theta_H \quad (2)$$

$$H_D = \frac{1}{g} \int_0^l \frac{\theta_H}{dt} \frac{dl}{F_T} \quad (3)$$

где H_D – длина проточного тракта; F_T – площадь проточного тракта.

Величинами потерь обычно пренебрегают в расчетах, в случае если они не превышают 5–10 % от H_{cm} .

Уравнение вращения ротора НА имеет вид:

$$\mathfrak{J} \frac{d\omega}{dt} = M_D - \sum M_C \quad (4)$$

или

$$T_a = \frac{d\beta}{dt} = m_D - \sum m_C \quad (5)$$

где \mathfrak{J} – момент инерции вращающихся масс; ω – угловая скорость вращения; M_C – момент сопротивления; $T_a = \frac{GD^2 n_0}{365}$ – постоянная инерция агрегата.

Для совместного решения уравнений (1)–(5), которые описывают переходный процесс, задаются начальными и краевыми условиями.

Начальные условия – определяются по параметрам НС до начала переходного процесса. Основными краевыми условиями являются в сечении насоса движение воды, которое определяется его расходной характеристикой и представлено зависимостью $\theta_H = f(H, \omega)$.

Гидравлические потери напора по длине и местные потери представляются в виде фиктивных диафрагм, расположенных в их действительном месте.

При этом краевые условия в сечении с диафрагмой:

$$Q = Q_1 = Q_2; H_1 - H_2 = kQ_2 \quad (6)$$

где k – коэффициент, учитывающий потери напора по длине или местные потери напора.

Идентификация модели осуществляется методом последовательных приближений с применением результатов натурных измерений расхо-

дов. Дальнейшие работы продолжаются по расширению и идентификации расчетной схемы узла НС, разработке вариантов управления СМВ с введением в схему новых средств регулирования и оптимизацией работы элементов НС.

Решение задач эффективного управления для таких масштабных сложных объектов как крупные НС невозможно без оперативного контроля, основанного на применении глобальной информационно – измерительной системы, организованной на современной компьютерной базе.

На первом этапе оперативная информационно-измерительная система используется для анализа режимов работы, в дальнейшем, по мере ввода в действие стационарных средств измерения и автоматизации процесса сбора и обработки информации, предполагается перевод системы режим «советчика» для использования ее в режиме оперативного управления с автоматизацией отдельных звеньев управления УВНБ.

Разработанное в настоящее время в ТашГТУ программное позволяют осуществлять расчеты сложных систем подачи воды в режиме реального времени с применением проектных стационарных приборов на пультах управления НС.

В техническом плане необходимо разработать научные основы энергосберегающих режимов, их региональных особенностей (особенно в условиях реконструкции и реновации крупных НС), установить обоснованные объемы водоподдачи НС, обеспеченные техническим состоянием оборудования с учетом оптимального уровня резервирования, устранение переподъемов воды на НС, допущенных в пусковые периоды и из-за отклонения фактических режимов от проектных, провести исследования по использованию нетрадиционных источников энергии.

Авторы предлагают для реализации указанных целей и задач использовать создаваемые ими оригинальные конструкции сооружений по всей длине гидротехнического узла НС.

Разработка методики определения потребности водоподъема для СМВ, ее математическое выражение и реализация энергосберегающей модели управления режимами работы на одной из реальных систем позволит получить не менее 6–7 млн. кВт·ч экономии на каждом крупном каскаде НС.

Выводы. Актуальность и новизна исследований определяются их ориентацией на мобилизацию резервов энергосбережения, не нашедших применения в силу ограниченных возможностей традиционных принципов, управления технологическими режимами СМВ. Необходимо определить целесообразность эксплуатации НС при

снижении рабочих параметров (в первую очередь КПД) ниже расчетных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамажанов М., Гловацкий О.Я. Оптимизация эксплуатационных режимов водоподводящих и водоотводящих сооружений крупных насосных станций / Проблемы науки и образования в современных условиях: сб. материалов конф. Междунар. науч.-практ. конф. (Труды VI), Шымкент, 2009. С. 280–283.

2. Исаков Х.Х., Носиров Ф.Ж., Гуфранов А.А. Некоторые аспекты энергосберегающих режимов крупных насосных станций // Журнал проблемы энерго и ресурсосбережения. Т., 2008. № 3-4. С. 62–67.

3. Внедрение в производство технических разработок по повышению технико-экономических показателей режимов работы насосных станций / М.М. Мухаммадиев, Х.К. Ташматов, Б.У. Уришев, Ф.Ж. Носиров // Сбор-

ник научных статей: Респ. науч.-практ. конф., Ташкент: ТашГТУ, 2008. С. 458.

4. Гловацкий О.Я. Совершенствование эксплуатации насосных станций // Журнал сельского хозяйства Узбекистана. Т., 1992. № 10. С. 27–29.

5. Гловацкий О.Я., Мухаммадиев М.М., Тошматов Х.К., Маматкулов Д.А. О работе каскада насосных станций Каршинского магистрального канала в условиях дефицита воды // Журнал проблемы энерго и ресурсосбережения. Т., 2012. № 3-4. С. 154–159.

6. Мухаммадиев М.М., Носиров Ф.Ж., Уришев Б.У. Повышение эффективности работы водоприемных устройств насосных станций // Журнал гидротехнического строительства. М., 2010. № 1. С. 11–13.

7. Носиров Ф.Ж. Улучшение эксплуатационных показателей водоприемных сооружений насосных станций // Agro ilm. Т., 2009. № 4(12). С. 35.

Nosirov F.J., Mansurova N.Sh.

SAVING MEASURES DEVELOPMENT FOR LARGE PUMPING STATIONS

The Tashkent State Technical University solved some problems saving methods to optimize operation of water-supply constructions pumping stations, primarily forebays and water intakes. The scientific bases of energy-saving modes, their regional features (especially in terms of reconstruction and renovation of large pumping station).

Key words: *energy-conservative measure, large pumping stations, water-supply constructions, machine raising arrangement, hydraulic engineering constructions.*

Носиров Фахриддин Жайлович, кандидат технических наук, доцент, заместитель декана факультета энергетики.

Ташкентский государственный технический университет.

Адрес: Узбекистан, 100095, Ташкент, ул. Университетская, д. 2.

E-mail: doni_pol@mail.ru

Мансурова Нодирахон Шокиржоновна, ассистент кафедры строительства инженерных коммуникаций.

Наманганский инженерно-педагогический институт.

Адрес: Узбекистан, 716003, Наманганская область, Наманган, проспект Дустлик, д. 13