

4 Пат. 2385192 Российская Федерация, МПК В 05 В 1/18. Насадок дождевального агрегата / Щедрин В. Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – № 2008136611/12; заявл. 11.09.08; опубл. 27.03.10, Бюл. № 9. – 9 с.

5 ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 1987-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 36 с.

6 ГОСТ 24643-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Числовые значения. – Введ. 1987-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 8 с.

УДК 621.67:626.83

Н. Р. Насырова, О. Я. Гловацкий

Научно-исследовательский институт ирригации и водных проблем при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Ташкент, Республика Узбекистан

Е. А. Печейкина

Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Ташкент, Республика Узбекистан

АНАЛИЗ КРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Целью данной работы является анализ критериев энергосберегающих режимов работы насосных станций оросительных систем. С учетом того, что крупные насосные станции являются весьма энергоемкими объектами, даны рекомендации по сокращению потребления энергии при модернизации и стимулировании эффективности эксплуатации насосных станций, ГЭС, обеспечивающих экономию электроэнергии. Плановая система технической эксплуатации при внедрении рекомендаций должна обеспечить энергоэффективную, надежную и безаварийную работу насосного оборудования.

Ключевые слова: насосные станции, критерии оценки, энергосбережение, ресурсосбережение, оросительная система, эффективность, технология.

N. R. Nasyrova, O. Ya. Glovatskiy

Scientific Research Institute of Irrigation and Water Problems at Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Republic of Uzbekistan

Ye. A. Pecheykina

Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Republic of Uzbekistan

ANALYSIS OF CRITERIAN VALUES OF RESOURCE- AND ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN PUMPING STATIONS OPERATION OF IRRIGATION SYSTEMS

The purpose of this paper is to analyze the criteria for energy-saving operation modes of pumping stations of irrigation systems. Taking into account the fact that large pumping stations are very energy-consuming facilities, recommendations for reducing energy consumption during modernization and stimulating the efficiency of operation of pumping stations and hydro power stations that provide energy savings are given. The planned system of technical operation when implementing recommendations should ensure energy-efficient, reliable and trouble-free operation of pumping equipment.

Key words: pumping stations, evaluation criteria, energy saving, resource saving, irrigation system, efficiency, technology.

Для выбора оптимального режима работы насосных станций (НС) оросительных систем (ОС) авторы разработали критерии оценки эффективности ресурсо- и энерго-сберегающих технологий при эксплуатации НС.

В современных природно-хозяйственных и экономических условиях, когда в десятки и сотни раз возрастает стоимость эксплуатационных издержек, их экономии в первую очередь необходимо осуществлять за счет:

- уменьшения потребления электроэнергии и других энергоносителей по основному и вспомогательному оборудованию;
- сокращения затрат на очистку водоподводящих и сопрягающих сооружений ОС от плавника и наносов;
- увеличения межремонтного периода насосов (уменьшения сроков, стоимости ремонта, поставки запасных частей);
- оптимизации эксплуатационных режимов и характеристик насосов.

Перечисленные направления должны учитывать экологические аспекты эксплуатации НС, климатические особенности Республики Узбекистан, сокращение производительных потерь воды ОС и других ресурсов [1].

Проведенный в 2012–2017 гг. анализ затрат на функционирование НС выполнен с учетом существующих эксплуатационных технологий, применяющихся на НС, характеристик функционирования основного оборудования. На основе исследований и разработки новых энерго- и ресурсосберегающих технологий эксплуатации НС решена задача определения критериальных значений технологий эксплуатации.

Оптимальный режим работы НС с энергетической точки зрения оказывается самым лучшим с точки зрения минимизации безвозвратных потерь оросительной воды, что с каждым годом будет становиться все более и более важным [1, 2].

Проведенный анализ затрат на функционирование крупных НС предусматривает сравнение существующих эксплуатационных технологий и затрат по НС, характеристик функционирования основного оборудования. На основе разработки методики технико-экономических расчетов по реконструкции и модернизации объектов НС, нового метода определения дифференцированных ресурсозатрат при функционировании НС в региональных условиях Республики Узбекистан решена задача определения критериальных значений ресурсосберегающих технологий эксплуатации НС.

Анализ фактических расходов по выбранным ранее затратам на основные лимитирующие позиции (электроэнергия на основное оборудование, текущий и капитальный ремонт основного оборудования) показал, что они составляют от 93 до 98 % и стабилизированы по годам.

Особенно существенно на стоимость оросительной воды на орошаемых землях влияет КПД каналов (и водохранилищ) после последней НС каскада. Затраты энергии на подъем воды прямо пропорциональны подаче и высоте подъема и обратно пропорциональны КПД вышележащих каналов и сооружений.

Каскады НС, кроме подъема (вертикального перемещения) воды, могут транспортировать ее на довольно значительные расстояния (горизонтальное перемещение), т. е. выполняют функции магистральных оросительных каналов. Поэтому, кроме известных критериев, характеризующих работу НС (среднеэксплуатационный КПД при обеспечении заданного графика водоподдачи, стоимость подъема 1 м³ воды или стоимость подъема 1 т·м воды и т. п.), по нашему мнению, эффективность работы НС должны характеризовать критерии, которые обычно характеризуют эффективность работы магистральных оросительных каналов (общий КПД каналов или потери).

Эти критерии характеризуют возможные потери оросительной воды при ее транспортировке. При вычислении расчетных затрат на подъем воды, которая затем была потеряна на фильтрацию, расходы на эксплуатацию могут учитываться путем умножения затрат на электроэнергию для подъема воды на определенный коэффициент

(например, на 1,2–1,3). Если стоимость затрат на энергию, необходимая для подъема 1 м^3 воды на 1 м , составляет C , сумов, то расчетные затраты можно выразить как $1,2C$ или AC . Тогда стоимость 1 м^2 воды, потерянной после 1-й НС, возрастет на величину $AC (H_r)$, где H_r – геометрическая высота подъема воды на 1-й НС.

После 2-й НС стоимость воды возрастет на величину $AC (H_{r1} + H_{r2})$, после 3-й – на величину $AC (H_{r1} + H_{r2} + H_{r3})$, а после n -й – на величину $AC (H_{r1} + H_{r2} + \dots + H_{rn})$.

Критерия, оценивающего степень возможного соответствия подачи оросительных НС оптимальному графику водопотребления и однозначно оценивающего тот или иной способ изменения подачи, в технической литературе нами обнаружено не было.

Плавное изменение подачи НС может осуществляться путем использования емкости канала между НС и гидротехническим сооружением, отделяющим каскад НС от оросительных каналов, или использования специальной емкости, например водохранилища.

Водохранилище может использоваться для повышения коэффициента использования водоподъемного оборудования на НС и, кроме того, позволяет использовать сток водоисточника в навигационное время года. В этом случае необходимо иметь критерий, характеризующий эту способность НС, например отношение объема воды, использованного на орошение из водохранилища, который был закачан в невегетационный период, к общему объему воды, поступившему из водохранилища в ОС.

Наиболее приемлемым режимом работы промежуточных каналов этого каскада является равномерный режим течения воды в каналах. Возможно в аванкамерах НС применять подпорный режим (в пределах, обеспечивающих незаиление нижних бьефов станций), который позволяет уменьшить сбросы в период изменения расхода в промежуточных каналах и создает более благоприятный режим работы насосных агрегатов (НА). Создание подпорного режима в нижнем бьефе НС уменьшает геометрическую высоту подъема воды, а значит, уменьшает и мощность, необходимую для подъема заданного количества воды. Рациональным подпорный режим будет, по-видимому, тогда, когда при его введении разница между стоимостью сэкономленной энергии и дополнительными затратами на очистку канала от наносов (с введением подпорного режима) будет максимальной.

Анализ структуры энергозатрат позволил выявить следующие основные направления, в которых энергосберегающие мероприятия могут дать наибольший эффект: обоснование рациональных потребностей, структуры энергоносителей и потенциала энергосбережения, эффективное использование существующего, создание нового оборудования для энергоемких процессов, повышение эффективности управления энергосбережением [1].

Эти мероприятия позволят оценить общий потенциал энергосбережения и обозначить первоочередные экономически целесообразные меры технического переоснащения конкретных систем энергообеспечения и экономии топливно-энергетических ресурсов в Республике Узбекистан.

Основное внимание уделяется повышению эффективности эксплуатации ирригационных НС ввиду значительного расхода электроэнергии, необходимости замены или капитального ремонта основного насосно-энергетического оборудования и других эксплуатационных затрат.

Управление режимами с учетом неустановившихся процессов на НС в зависимости от характера и причины ограничения параметров НС необходимо осуществлять из-за аварийных (внезапных) нарушений эксплуатационного режима оборудования НС, вызванных отказами (аварийными отключениями), полным выходом из строя энергосистемы, из-за электрических нагрузок.

Это имеет большое значение, которое связано с частыми включениями и выключениями насосов, закрытием запорной арматуры, заполнением трубопроводов водой. Резкие колебания давления (гидравлический удар), как показал опыт эксплуатации, при-

входят к разрушению трубопроводной арматуры, проточной части насосов и даже к полному выходу из строя элементов НС. Задача эта еще более усложняется тем, что в связи с дефицитом металла и металлических труб в настоящее время при строительстве оросительных НС укладывается лишь 20 % напорных стальных труб, прочностные качества которых значительно превосходят качества неметаллических (асбестоцементных, железобетонных) и тонкостенных труб, доля которых сегодня составляет более 75 %.

В системе непрерывного оперативного контроля технологических параметров должен быть налажен энергоаудит и ревизия систем использования воды.

Реконструкция НС для удовлетворения потребностей сельского хозяйства в воде требует инвестиций в основные сооружения, оборудование и системы электроснабжения, которые должны подавать электроэнергию своевременно и в достаточном объеме. Поэтому необходимо тщательно определять площадь обслуживания таких ОС и пиковые потребности в воде с тем, чтобы можно было точно определить мощность новых насосов с высоким КПД, которые надо выбрать и установить на станции. Следует избегать установки насосов с чрезмерной мощностью, так как это приведет к повышенной потребности в электроэнергии.

В то время как насосное оборудование, включая электродвигатели, постепенно становится все более экономичным в потреблении электроэнергии и удобным в эксплуатации, такие улучшения плохо сочетаются с существующей инфраструктурой распределения воды в этих ОС. Действенными элементами для повышения эффективности использования воды являются сооружения, обеспечивающие регулирование расходов воды.

Мониторинг этих расходов является единственным рациональным способом вести учет баланса притока воды в схему и ее использования фермерами.

Рекомендации по совершенствованию технологии эксплуатации необходимо учитывать отдельно по водоподводящим и отводящим сооружениям, а также связующим звеньям в работе основных агрегатов и гидротехнического комплекса.

Замена старых насосов типа 22НДС на НС «Мехнатобод-3» с подвешенной площадью 2164 га дает совокупную экономию потребляемой электроэнергии до 65 % существующего энергопотребления. Экономия электроэнергии при инвестиционных затратах окупается за 2 года. Восстановление напорного трубопровода и его заглубление под землю для предотвращения несанкционированных врезок позволит экономить до 40 % годового объема воды и достаточно для восстановления сельхозпроизводства на 170 га. В 2013–2017 гг. годовые эксплуатационные издержки на НС снизились по сравнению с 2012 г. в 4 раза (с 19,2 до 4,7 млн сумов) только за счет повышения надежности и эффективности работы насосов.

Совершенствование эксплуатации и поддержки систем, управление режимами НС, ГЭС, электросистем во многом схожи.

В маловодные периоды в связи с водным дефицитом поступает недостаточное количество воды для охлаждения агрегатов, что приводит к негативным последствиям.

В тех случаях, когда генераторы охлаждаются при помощи специальных вентиляторов, расход воды и энергии может быть снижен за счет периодических остановок вентиляторов. Это мероприятие допустимо лишь при тщательном наблюдении за температурой генераторов и при условии поддержания этой температуры ниже заданной предельной величины. То же самое относится и к случаям замкнутой системы охлаждения генераторов: периодически останавливая насосы охлаждения в холодное время, можно экономить воду и энергию, поддерживая температуру генераторов в заданных пределах.

Значительное количество энергии на некоторых НС затрачивается на обогрев затворов и в некоторых случаях на обогрев сороудерживающих решеток. Расход энергии на эти цели может быть заметно сокращен за счет тщательного наблюдения за температурой воды в верхнем бьефе станции и в результате этого за счет уменьшения времени работы нагревательной системы. Для такого рода наблюдений должны быть использованы дистанционные приборы.

Аналогичные работы выполнены при модернизации ГЭС «Хишрау 2» на канале «Даргом» с расходом $Q = 180 \text{ м}^3/\text{с}$. На станции работают три агрегата: два по 7,7 МВт с генераторами «Вестингауз» и один мощностью 7,0 МВт с генератором «Уралэлектроаппарат».

Кроме замены турбин и генераторов решались проблемы защиты от заилиения нижнего бьефа и плавника. После модернизации ГЭС на станции установлены два агрегата по 9 МВт и один на 7,5 МВт. В последнее время в воде появился красный кварцевый песок, увеличивающий износ проточной части турбин. На рабочем колесе турбины заметны последствия кавитационно-абразивного износа, который устраняется наплавкой и последующей балансировкой. Износ напорного трубопровода составляет в среднем 3 мм от начальной толщины 12 мм.

В настоящее время из источников возобновляемой энергии в энергобалансе Узбекистана заметную долю составляет лишь гидроэнергия естественных водотоков. Потенциал гидроэнергоресурсов оценивается в 88,5 млрд кВт·ч, включая технический 27,4 млрд кВт·ч, из которого на сегодня используется только около 30 %. Программа развития малой гидроэнергетики предусматривает строительство малых ГЭС. Если их потенциал будет использоваться оптимальным образом, производимого ими электричества может быть достаточно для всех НС республики.

Выводы

1 Необходимость энергосбережения обосновывается технологическими и экономическими факторами. Крупные насосные установки являются весьма энергоемкими объектами. Они ежегодно расходуют примерно 20 % вырабатываемой электроэнергии, что для республик СНГ составляет около 300 млрд кВт·ч/год. При ежегодном приросте выработки электроэнергии в 3–4 % ввод новых энергетических мощностей в результате энергосберегающих режимов на НС может быть снижен на треть.

2 На основе разработки методики технико-экономических расчетов по реконструкции и модернизации объектов НС, нового метода дифференцированных ресурсозатрат при функционировании НС в региональных условиях республики решена задача определения критериальных значений ресурсо- и энергосберегающих технологий эксплуатации НС. Дальнейшие работы продолжаются по направлениям расширения и идентификации технологии эксплуатации водоподводящих и напорных сооружений узла НС, а также вариантов управления новыми средствами регулирования работы основных элементов НС ОС.

Список использованных источников

1 Некоторые экологические аспекты безопасности энергосберегающих режимов ирригационных насосных станций / О. Я. Гловацкий, Н. Р. Насырова, Р. Р. Эргашев, А. Б. Сапаров // Научное обеспечение как фактор устойчивого развития водного хозяйства: сб. докл. II Междунар. науч.-практ. конф. – Казахстан, 2016. – С. 246–249.

2 Гловацкий, О. Я. Некоторые проблемы энергосбережения в системах машинного водоподъема Республики Узбекистан / О. Я. Гловацкий, Ш. М. Шарипов // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – Ташкент, 2011. – № 1, 2. – С. 128–131.

УДК 628.165/66.081.63/626.811/556.11

Н. М. Иванютин

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь,
Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЮ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Основной целью исследования является расчет ориентировочной технической, экономической и экологической эффективности способа получения чистой воды с ис-