

УДК 621.67, 626.836

О. Я. Гловацкий

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

Д. О. Драпун, А. Б. Сапаров

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

НОВАЯ НАСОСНАЯ ТЕХНИКА В ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Целью исследований является научное обоснование применения в оросительных системах капсульных погружных моноблочных насосов. Агрегатами такого типа (ОПВ 19000-15) была оборудована насосная станция № 7 бис на Каришинском магистральном канале. В статье содержатся значения, подлежащие контролю и учету на стадии эксплуатации при оценке уровня безопасности насосных станций (НС), рассматриваются также вопросы обслуживания и техническая диагностика описанных насосов, для обеспечения надежности эксплуатации крайних агрегатов, дается оценка качественных и количественных изменений их режимов. Использование новых конструкций насосно-силового оборудования дает значительную экономию. Опыт промышленной эксплуатации первых в СНГ крупных погружных электронасосов показал, что при некоторой доводке и усилении конструкции подшипниковых узлов и двигателя они очень удобны и экономичны.

Ключевые слова: насосные станции, насосные агрегаты с капсульными электронасосами, диагностический признак спектра вибрации.

Оросительные системы представляют комплекс гидротехнических и вспомогательных сооружений, размещенных на определенной территории с целью создания благоприятных условий для выращивания высоких урожаев путем обеспечения хозяйств поливной водой и в необходимых случаях рассоления орошаемых земель. В составе систем основные сооружения предназначены для забора воды из источника, транспортировке и распределению ее между водопользователями и поливными участками. В условиях Узбекистана на половине территории орошаемых земель используется насосная техника.

Оросительные системы подразделяют по ряду признаков на типы, группы, категории. Так, например, по сельскохозяйственной направленности – хлопковые, рисовые, плодовоовощные и зерновые; по способу водозабора – самотечные и с машинным водоподъемом; по мощности – крупные (с головным водозабором $Q > 100 \text{ м}^3/\text{с}$), средние ($Q = 50\text{--}100 \text{ м}^3/\text{с}$), мелкие ($Q < 50 \text{ м}^3/\text{с}$); по числу обслуживаемых хозяйств – внутрихозяйственные и межхозяйственные.

Приведенным выше классификациям присущ общий недостаток – отсутствие ряда характеристик сооружений. Учет таких показателей, как объемы машинного водоподъема, геометрические формы и параметры сооружений, высотные и плановые расположения, необходим для обоснованного решения вопросов модернизации объектов [1].

Использование здания станции позволяет применять компоновку лишь для заглубленных насосных станций (НС), более приемлемым оказывается решение, при котором напорный коллектор с насосными агрегатами примыкает к источнику водоснабжения. Скорость движения воды в трубопроводах принимают: 1–1,5 м/с для труб диаметром до 250 мм; 1,2–2 м/с для труб диаметром от 300 до 800 мм; 1,8–3 м/с для труб диаметром более 800 мм. Для уменьшения гидравлических потерь скорость движения в трубопроводах должна быть не более 1,5 м/с. Однако для снижения диаметра задвижек, диаметр трубопроводов уменьшают, увеличивая скорость до 3 м/с.

При выборе расчетных скоростей в региональных условиях при содержании в воде взвешенных наносов может оказаться экономически целесообразным увеличение диаметра трубопроводов. При этом в целях водосбережения следует уменьшить скорость течения воды от патрубка насоса до внешнего напорного трубопровода.

Обычно трудно определить, какой объем повреждений имеет чисто кавитационное происхождение и какой вызван другими процессами, например, истиранием наносомами, так как эти явления сопровождают и дополняют друг друга. Практика показывает, что износ, связываемый с воздействием наносов, происходит в тех же местах проточной части НС, что и при кавитации. Эти места, как правило, обусловлены конструкцией, профилем, неровностями, вихреобразованием и местным изменением скорости и направления потока.

Снижение кавитационных воздействий на проточную часть можно обеспечить строгим соблюдением оптимальных режимов работы и модернизацией агрегата [2].

Зарубежными специалистами причины повышенных потерь воды, аварий гидросооружений классифицируются следующим образом: неустойчивость основания трубопроводов – 40 %, переполнение сопрягающих сооружений из-за недостаточной пропускной способности водосбросов – 23 %, недостаточная прочность конструктивных элементов напорных трубопроводов – 12 %, неравномерные осадки – 10 %. Аварии при землетрясениях составляют всего 1 % всех случаев.

В ряде стран организованы специальные службы контроля за работой противofiltrационных конструкций напорной части НС.

Внедрение новой насосной техники орошения и дренажа изменит существующее типоразмерное использование и распределение сети. Произойдет это главным образом за счет замены открытых каналов напорными трубопроводами и лотками, а также открытых дрен – закрытыми. В творческом техническом сотрудничестве НИИИВП с научно-производственными и эксплуатационными организациями решен ряд проблем, которые в значительной степени повысили возможность использования открытых НС, повысили сроки эксплуатации насосов.

Одним из перспективных направлений в области машинного водоподъема в мелиорации является применение погружных моноблочных насосов, получивших название капсульных. Агрегатами такого типа (ОПВ 19000-15) была оборудована насосная станция № 7 бис на Каршинском магистральном канале. Основное ее назначение – подача воды в Талимарджанское водохранилище (проектный объем 1,6 млрд м³). Всего на станции было смонтировано девять насосов в открытом исполнении на катках. Каждый из них обеспечивает подачу 5,2 м³/с, при напоре до 15 м. Потребляемая мощность агрегата – 940 кВт, частота вращения – 485 мин⁻¹, КПД – 80 %. По подаче один такой агрегат равен подаче 6 плавучих агрегатов НАП-1,1 с насосами Д2500-17. При этом стоимость одного электронасоса составляет в 9,5 раз меньше 6 агрегатов НАП-1,1.

Насосы ОПВ 19000-15 были установлены непосредственно на откосах канала без устройства расширяющейся аванкамеры, по аналогии с мелкими капсульными электронасосами, широко применяемыми в отечественной и зарубежной практике. В процессе их эксплуатации выявлены недостатки, связанные с возникновением обратного течения и водоворотных воронок. Причем водоворотные воронки с периодическим (через 2–3 мин) подсосом воздуха в проточную часть насоса наиболее часто образовывались перед крайними агрегатами. В течение первых месяцев эксплуатации по этой причине произошло несколько аварийных остановок насоса с разрушением подшипниковых узлов, что, в свою очередь, привело к нарушению зазоров между ротором и статором электродвигателя (АНСК16-60-12), повышению температуры активного железа, оплавлению обмоток и выходу двигателя из строя. Нами установлена тесная взаимосвязь между гидравлическим режимом на входе в насос и эксплуатационными характеристиками их работы.

Отмечено, что резкое повышение температуры обычно совпадает по времени с увеличением интенсивности воронкообразования, приводящего к вибрации насосов. При этом упорный роликовый подшипник, воспринимающий осевую нагрузку от реакции напорного столба воды и массу вращающихся деталей, не выдерживает дополни-

тельных вибрационных усилий и переходит в режим «волочения», что приводит к разрушению установленных зазоров между вращающимися частями агрегата.

Неравномерность воздушного зазора между ротором и статором приводит к постепенному увеличению температуры до 100–115 °С. После появления механического контакта температура скачкообразно повышается до 120 °С и агрегат выходит из строя. Для улучшения гидравлического режима работы насосов в водоприемнике 1 на крайнем агрегате № 9, находящемся в наиболее неблагоприятных условиях, перед направляющим аппаратом 2 был смонтирован развитый вход 3 с боковыми направляющими стенками 4 (рисунок 1). Это позволило уменьшить скорость на входе в капсульный насос (с 1,00 до 0,76 м/с) и предотвратить подсос воздуха в проточную часть насоса.

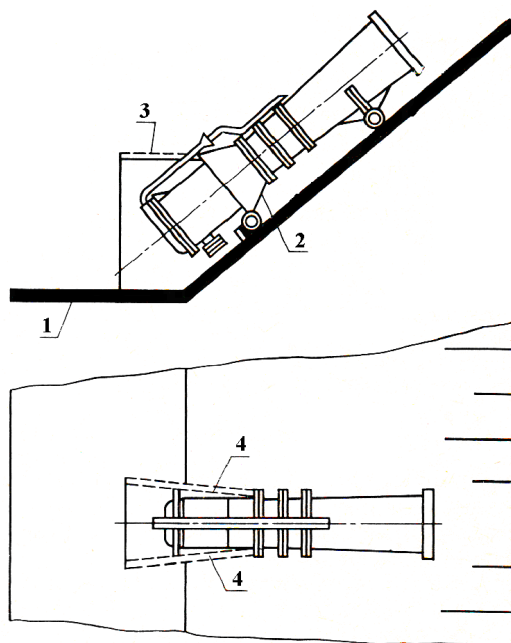


Рисунок 1 – Насос ОПВ 19000-15 с развитым входом

Внедрение развитого входа перед насосом № 8 также позволило устранить вихреобразования перед водоприемником и ликвидировать водоворотные воронки с периодическим подсосом воздуха, резко снизить вибрацию насосов. Анализ вибрационных характеристик агрегатов показывает, что после монтажа развитого входа на крайних насосах вибрация в горизонтальной плоскости уменьшилась примерно в 15–20 раз, а в вертикальной – в 20–40 раз, хотя абсолютная величина вертикальной вибрации меньше, чем горизонтальной, примерно в 3 раза. Результаты измерения вибрации насоса (на отметке корпуса, соответствующей уровню воды в аванкамере) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Вибрация насосных агрегатов ОПВ 19000-15 до и после монтажа развитого входа перед насосами

№ агрегатов	Вибрация (мкм)		Условия замера
	До монтажа в момент подсоса воздуха	После монтажа	
1	2	3	4
Вертикальная			
9	810–860	21–27	Замеры производились при одинаковых мощностях агрегатов и уровнях воды в водоприемнике (УВВ)
8	680–790	21–24	
4	210–240	16–21	
3	220–260	18–23	
2	450–460	20–24	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Горизонтальная			
9	1300–1450	67–72	
8	1100–1300	59–62	
4	480–650	38–41	
3	710–790	52–55	
2	890–1100	57–61	

В инструкцию по эксплуатации ТО 06-07-231-75 необходимо, на наш взгляд, включить руководство по температурному контролю работы агрегата и конструктивные чертежи развитого входа. Следует отметить, что гидравлические условия подвода воды к погружным насосам должны полностью отвечать требованиям, предъявляемым к водозабору насосных агрегатов из аванкамеры. В проектах НС с погружными насосами необходимо, по возможности, снижать высоту подъема воды и потери напора. Снижение напора может быть достигнуто, например, за счет оборудования сифонных водовыпусков надежно действующими гидравлическими устройствами срыва вакуума, модернизации водоподводящих сооружений и других мероприятий.

Возможно применение новых модернизированных насосов на НС «Каратерен», которая располагается на территории Тахтакупирского района Республики Каракалпакстан в 35 км от райцентра Тахтакупир. НС эксплуатируется с 1983 г. и входит в состав Каракалпакского Управления насосных станций Куйи-Амударьинского бассейнового управления ирригационных систем. НС мелиоративная и предназначена для обеспечения переброски дренажных вод из озера Каратерен по отводящему коллектору КС-5 в Аральское море. Комплекс сооружений НС, включающий две ступени подъема (НС-1 и НС-2), оборудованные капсульными насосами ОПВ 19000-15 (по четыре на каждой НС), направлен на улучшение мелиоративного состояния засоленных земель Тахтакупирского района.

Выводы.

1 Применение крупных погружных насосов на НС мелиоративных системах при условии их широкого внедрения может принести значительный экономический эффект.

2 При разработке типовых проектов оросительных НС с капсульными насосами необходимо учесть положительный опыт улучшения гидравлических условий работы подобных насосов по методикам авторов.

Список использованных источников

1 Гловацкий, О. Я. Некоторые правовые и экономические аспекты повышения надежности и безопасности эксплуатации оросительных насосных станций / О. Я. Гловацкий, Ф. А. Бекчанов, Р. Р. Эргашев // Центрально-Азиатская международная научно-практическая конференция. – Ташкент – Алматы, 2012. – С. 117–120.

2 Гловацкий, О. Я. Новые критериальные модули оценки технического состояния насосов / О. Я. Гловацкий, Р. Р. Эргашев, Ш. Р. Рустамов // Материалы республиканской научно-практической конференции. – Ташкент, 2012. – С. 77–81.

УДК 634.93:581.522.4

О. В. Рулева, Н. Н. Овечко

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Российская Федерация

ЗНАЧЕНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ ОРОШАЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Целью исследований являлось выявление роли лесных полос при формировании урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях, закономерностей