

Исломов И.

*докторант научно-исследовательского института ирригации и водных проблем Минводхоза
Республики Узбекистан*

Абдурахмонов У.

*докторант научно-исследовательского института ирригации и водных проблем Минводхоза
Республики Узбекистан*

Мустафайев Б.

*докторант научно-исследовательского института ирригации и водных проблем Минводхоза
Республики Узбекистан*

ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Annotatsiya. В данной научной статье рассматривается проблема выхода из строя насосов на насосных станциях Сурхандарьинской области и ее причины. Проведен детальный анализ отказов насосов, определены основные факторы, влияющие на их надежность и долговечность. Исследование включало анализ повреждений оборудования, проверку неисправностей и ненадлежащего обслуживания, а также проверку качества используемых материалов. Результаты исследований позволили определить возможные причины выхода из строя насосов и дать рекомендации по предотвращению этих проблем с целью повышения эффективности технических систем.

Ключевые слова: Насос, насосное устройство, центробежный насос, характеристики насосов, гидроабразивная среда, рабочие лопасти, давление, скорость, кавитационная эрозия, центробежная сила, конус Вентури, явление кавитации, диагностический параметр, техническая вода, камера опережения, водозаборные агрегаты.

Abstract. This scientific article examines the problem of failure of pumps at pumping stations in Surkhandarya region and its causes. A detailed analysis of pump failures was carried out, the main factors affecting their reliability and durability were determined. The study included analyzing equipment damage, checking for malfunctions and inadequate maintenance, and checking the quality of materials used. The research results made it possible to determine the possible causes of pump failure and recommendations for preventing these problems in order to improve the efficiency of technical systems.

Key words: Pump, pump device, centrifugal pump, characteristics of pumps, hydroabrasive medium, working blades, pressure, speed, cavitation erosion, centrifugal force, Venturi cone, cavitation phenomenon, diagnostic parameter, technical water, vane camera, water intake units.

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada Surxondaryo viloyati nasos stansiyalaridagi nasoslarning ishdan chiqish muammosi va uning sabablari ko'rib chiqiladi. Nasosning ishdan chiqishi holatlarining batafsil tahlili o'tkazildi, ularning ishonchliligi va chidamliligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar aniqlandi. Tadqiqot uskunaning shikastlanishini tahlil qilish, noto'g'ri ishlashi va etarli darajada texnik xizmat ko'rsatmasligini tekshirish va ishlatilgan materiallar sifatini tekshirishni o'z ichiga oldi. Tadqiqot natijalari nasosning ishdan chiqishi mumkin bo'lgan sabablarini va texnik tizimlarning samaradorligini oshirish uchun ushbu muammolarni oldini olish bo'yicha tavsiyalarni aniqlashga imkon berdi.

Kalit so'zlar: Nasos, nasos qurilmasi, markazdan qochma nasos, nasoslar xarakteristikasi, gidroabraziv muhit, ishchi parraklar, bosim, tezlik, kavitatsion yeyilish, markazdan qochma kuch, Venturi konusi, kavitatsiya hodisasi, diagnostik parameter, texnik suv, avankamera, suv qabul qilish bo'linmalari.

Введение. Большое количество насосных устройств работает в сельском хозяйстве, промышленности, строительстве, энергетике, системах водоснабжения и канализации населения и других отраслях нашей республики. В частности, более 55 процентов земель, используемых в сельском хозяйстве, орошаются с помощью 1604 насосных станций. Основное и вспомогательное гидромеханическое, энергетическое оборудование и устройства, установленные на насосных станциях, находятся в эксплуатации 35-40 лет, несмотря на то, что они эксплуатируются 35-40 лет, поэтому затраты на их эксплуатацию растут с каждым годом.

Учитывая, что большинство основных посевных площадей в республике орошаются с помощью насосов, обеспечение бесперебойной работы насосов считается одной из актуальных проблем. В этой области в последние годы проводится ряд положительных работ по обеспечению надежной работы существующих насосов. Известно, что используемые сейчас в республике насосные станции в основном были построены в начале 80-х годов и с технической точки зрения полностью выработали свой ресурс.

Бесперебойная работа насосных агрегатов напрямую зависит от надежной и исправной работы каждого элемента, входящего в их состав. Данная ситуация реализуется путем своевременной диагностики каждой детали насосов и модернизации насосных станций. 95 насосов в Бухарской, Навоийской, Кашкадарьинской, Самаркандской и Сурхандарьинской областях с участием Государственной корпорации развития РФ «ВЭБ.РФ» от 29.07.2021 Президента в целях модернизации насосных станций, экономии электроэнергии и обеспечения стабильной воды. Подача на орошаемые земли Принято Решение № PQ-5201 «О мерах по реализации проектов модернизации станций»¹.

¹ ПК-5201 Президента от 29.07.2021 «О мерах по реализации проектов модернизации 95 насосных станций в Бухарской, Навоийской, Кашкадарьинской, Самаркандской и Сурхандарьинской областях с участием Государственной корпорации развития Российской Федерации «ВЭБ.РФ» номер решение

Основная часть. Более 60% площадей орошаемого земледелия в нашей республике орошаются водой, закачиваемой насосными станциями и агрегатами. Регулярный осмотр насосных устройств, выявление и устранение неисправностей предотвратит их внезапную поломку в поливной сезон и обеспечит бесперебойную, безаварийную работу. Причины, приводящие к выходу из строя и снижению надежности при эксплуатации насосного оборудования, делятся на несколько групп.

- выход из строя по гидравлическим причинам;
- выход из строя по механическим причинам;
- неудача по энергетическим причинам.

Анализ условий, вызывающих снижение надежности насосных устройств по механическим причинам, показывает, что одной из основных причин снижения производительности насосов является увеличение зазора между рабочими лопатками и камерами в гидроабразивном аппарате. окружающей среды, то есть их последовательный износ.

Виды износа центробежных насосов показаны на рисунке 1, на котором показан износ основных частей насоса после 2420 часов работы.

Анализ показал, что размер эрозий на входе в крылья увеличился с толщины 0,4-0,7 мм до 2,4-2,97 мм. Основной причиной этого является концентрация твердых частиц в воде и кинетическая энергия, образующаяся на рабочей поверхности насоса в результате их движения в воде, а также центробежное формирование радиуса рабочих лопаток.

В результате истирания твердых абразивных частиц, находящихся в воде, на рабочих поверхностях лопаток образовался ряд линий, углубленных до 1,5 мм. На задней поверхности перьев следов питания нет.

На рабочих лопатках насосов входные кромки имеют глубокую пилообразную форму, уменьшенную по всей ширине и сглаженную. Это можно объяснить увеличением содержания крупных твердых частиц и подводных отложений в воде, поступающей на эту станцию во время осадков. Наибольший износ внутренней поверхности дисков наблюдался вблизи выхода рабочей поверхности лопаток. Максимальный гидроабразивный износ в спиральном передаточном устройстве наблюдается в местах, связанных с диффузором в окружности «наконечника», а также на его стенках по всей длине, имеющих зерновидную форму. Из-за увеличения шероховатости поверхности трансмиссионного устройства вследствие коррозии увеличилось гидравлическое сопротивление частиц и снизилось давление насоса. Защитные втулки (заглушки) в местах установки сальников подверглись достаточно интенсивной коррозии. Защитные втулки (заглушки) в меньшей степени влияют на характеристики насосов, но вызывают большие потери металла и его замену.

Более важное влияние на производительность центробежных насосов оказывает размер зазора, расстояние между уплотнительными кольцами и внешним фланцем дисков рабочего колеса. В результате коррозии поверхность рабочего загустителя имеет волнистый вид с неровной зернистой формой.

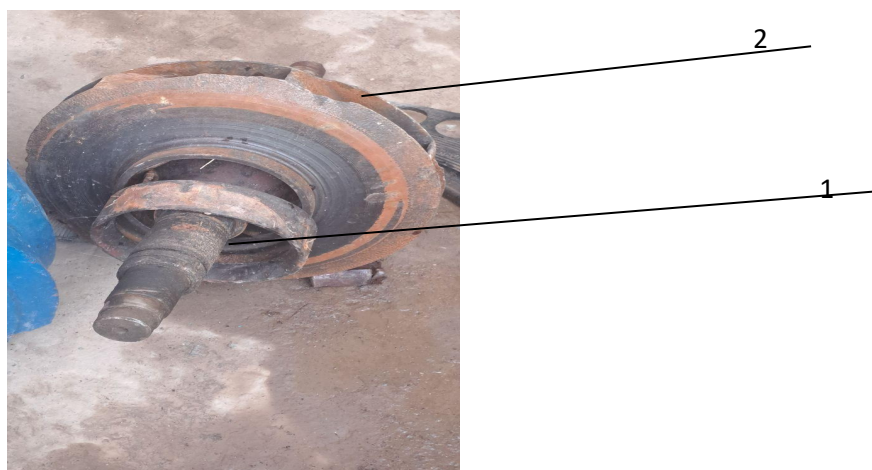


Рисунок 4. Серхаракатский район Узунского района. Расположен на насосной станции Астана-1. 24 НДН виды изана, встречающиеся в фирменных

крыльчатках насосов. 1-кавитационный распад; 2-абразивный распад.

Наибольшая эрозия рабочей поверхности уплотнительного кольца имела место в углах мест поворота потока, последних его частей, имеющих по радиусу желобовидную форму. При попадании неизбежного потока в трещины происходит быстрое сжатие, что приводит к увеличению скоростных размеров в этом месте и критическому (резкому, серьезному) снижению давления. Это приводит к образованию кавитационных полостей в зазорах и ускоряет эрозию конечных частей поверхности уплотнительного кольца. Вращение диска приводит к неравномерному движению потока, что также является дополнительным источником интенсификации эрозии.

В период эксплуатации насосных устройств, помимо перечисленных выше, случаются и поломки по причине кавитационной коррозии. Повышение эффективности использования насосных станций требует регулярных научных и производственных работ, направленных на совершенствование конструкций оборудования и сооружений, изучение местных условий и влияющих факторов. Из-за отсутствия контроля показателей работы насосных станций не представляется возможным получить ее истинные характеристики, т.е. графики давления, мощности и ФИК, связанные с перекачкой воды.



Рисунок 2. Текущее состояние насосных станций Сурханского бассейнового управления ирригационных систем и напорных трубопроводов насосной станции «Бандихон-1», принадлежащей энергетическому управлению.

Количественная оценка точности (НА), обосновывающая достоверность технического состояния гидроэнергетических объектов, основана на изучении причин остановки насосных агрегатов. Разработать современную систему диагностики всех доступных методов диагностики остановок. необходим сравнительный анализ и метод диагностики технического состояния крупных насосных агрегатов.

Состояние насосных агрегатов определяется несколькими параметрами. Среди них необходимо указать следующие:

1. Параметр производительности (критерий) насосных агрегатов (мощность, ФИК, коэффициент мощности, давление, расход воды), точность и долговечность.\

2. Диагностические параметры:

2.1 Общий уровень вибрации в заданных точках насосных агрегатов (в верхнем и нижнем валу электродвигателя, в верхнем корпусе направляющего подшипника насоса, в

камере рабочего колеса).

2.2 Эрозия поверхности трения насоса и направляющих подшипников вала (размер трещины между валом и подшипником).

2.3 Температура износостойких (подшипниковых) сегментов электродвигателя, направляющих сегментов подшипников электродвигателя, железа и катушки стартера электродвигателя.

2.4. Примеси в технической воде.

2.5 Сопротивление изоляции обмотки двигателя, величина сопротивления прямого контакта и других электрических соединений.

Обеспечивать бесперебойную работу насосных агрегатов в процессе эксплуатации, не допускать снижения параметров исходя из технических требований, указанных в инструкции по эксплуатации, и контролировать указанные параметры агрегата для увеличения срока службы и технического ресурса агрегата. совокупности необходимо своевременно предупреждать отклонения от нормы.

Контроль технико-экономических и технологических параметров (кроме водоснабжения и ФИК) будет предусмотрен в схеме управления и реализован во всех агрегатах.

Несоблюдение диагностических параметров на наличие трещин между направляющими подшипниками насоса, общего уровня вибрации, сопротивления изоляции обмоток, проходного сопротивления электрических контактов (особенно передних соединений) и чистоты технической воды в в большинстве случаев приводит к авариям и остановкам.



Рисунок 3. Текущее состояние государственной насосной станции «Жартепа» Шорчинский район.

Результаты и обсуждения. На основании экспериментов, проведенных на нескольких насосных станциях ирригационных систем Сурхандарьинской области, установлено, что максимальная концентрация твердых частиц в транспортируемой воде составляет 2,5...3,8 кг/м³ в конце мая - начале июня. . Установлено, что в дождливые дни она составляет 6,5...7 кг/м³ за счет подмывания песчано-гравийных склонов. При этом может образовываться смесь песка и камня размером 1...5 мм, концентрацией, равной 0,5...1 кг/м³, и плавающей мутью на дне.

Расчеты показали, что в течение поливного сезона количество песка ($d > 0,01$ мм) в воде составляет от 0,4 до 1,63 кг/м³, а количество физической глины ($d < 0,01$ мм) от 0,7 до 2 колеблется до , 17 кг/м³. Если средняя концентрация мутности в воде 2,15 кг/м³, то из внутренней части центробежного насоса 200 Д 90 с расходом воды 1,5 м³/с потечет 11,6 т в

час, или 278 т в сутки. считывающий насос со скоростью перекачки воды 10 м³/с способен перекачивать 1858 т ила с водой за один день.

Эксперименты по определению фракционного состава твердых частиц показали, что частицы размерами 0,1 - 0,05 мм составляют 35...48%. Из теории и опыта использования гидроциклонов известно, что частицы размером более 0,04 мм отделяются (относятся в поток) под действием центробежной силы при вращательном движении. Поэтому многие твердые частицы проходят через слой жидкости в поле центробежных сил во внутренних частях насоса, выходят на поверхность рабочих деталей и вызывают их разъедание.

Кроме того, в экспериментах было проанализировано, что частицы размером более 0,01 мм образуют водяные кучки в лопастной камере и водозаборных узлах и оседают в стационарных («мертвых») частях потока и в местах, где вода скорость уменьшается. Различные отложения из-за сужения поверхности проходного сечения конструкции приводят к увеличению гидравлического сопротивления и уменьшению расхода воды насосов, а в некоторых случаях к образованию пузырьков воздуха вокруг всасывающего патрубка. Изучены условия работы нескольких насосных станций в производственных условиях и установлено, что объем отложений в сооружениях составляет 20...60% от их общего объема. Из опыта использования центробежных и погружных насосов известно, что срок их службы между ремонтами не превышает одного поливного сезона. Основная причина этого в том, что детали рабочего колеса насоса разъедаются под воздействием гидроабразивного потока, и его производительность снижается. Примером этого является износ лопастей и вала насосного



агрегата №3 Астаны. -1 насосная станция (4- рисунок).



Рисунок 4. Узунский район. Повреждение вала и лопастей насосного агрегата насосной станции Астана-1.

Измерения, проведенные на центробежных насосах ЦН 400-105 и 200 Д-90, показали, что при работе в течение 2680...2750 часов за один поливный сезон толщина входной части лопастей их рабочих колес составляет 0,3...0,5 мм, в выходной части 2,6...2,86 мм, износ выходной части фланца рабочего колеса - 2,17 мм. Динамика расширения уплотнительного зазора рабочего колеса насосов показала, что в течение 2000 часов работы максимальная величина зазора равна 3,1...3,3 мм. Расход воды 24 насосов НДН при начальном расходе воды 1,0 м³/с составил в конце поливного сезона 0,920 м³/с, что является снижением на 80 л/с.

Поэтому одной из основных причин снижения производительности насосов является кавитационный и гидроабразивный износ их рабочих органов, а также безостановочная эксплуатация агрегатов в течение длительного времени и несвоевременное проведение ремонтных работ, а также в результате насосный агрегат считается работающим в неправильном режиме. Кавитация – нарушение вязкости потока жидкости, возникающее на участках, где местное давление падает и достигает критического значения. Этот процесс сопровождается образованием большого количества пузырьков, наполненных большим количеством паров жидкости, а также газов, выходящих из раствора. Образование пузырьков имеет нечто общее с кипением жидкости. Соответственно, поскольку эти 2 процесса зачастую схожи, за критическое давление, при котором при данной температуре начинается кавитация, принимается давление насыщенной паром жидкости. Каверновые пузырьки образуются в области низкого давления. Затем пузырьки стекают с потоком в область, где давление выше критического порога, где и формируется возмущение. Таким образом, в потоке образуется четко выраженная кавитационная зона, полная движущихся пузырьков. Явление кавитации ярко проявляется на примере течения воды через стеклянную трубку (конус Вентури) с локальным сужением. Постепенное увеличение расхода приводит к падению давления до критического значения в точке сужения при значительно более высоком расходе.

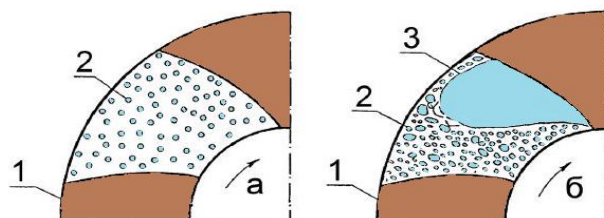


Рисунок 5. Случаи без кавитации (а) и с кавитацией (б), возникающей в центробежных насосах. 1-й рабочий; 2-воздух в воде; 3- воздушная оболочка.

Каверновые пузырьки образуются в области низкого давления. Затем пузырьки стекают с потоком в область, где давление выше критического порога, где и формируется возмущение. Таким образом, в потоке образуется четко выраженная кавитационная зона, полная движущихся пузырьков. Явление кавитации ярко проявляется на примере течения воды через стеклянную трубку (конус Вентури) с локальным сужением. Постепенное увеличение расхода приводит к падению давления до критического значения в точке сужения при значительно более высоком расходе.

Сначала появляется кавитация в виде неустоявшейся кольцевой зоны, а за счет некоторой пульсации на поверхности периодически с высокой частотой появляется и исчезает давление. По мере распространения вглубь к центру потока увеличивается и его объем. и, наконец, при

определенной величине расхода зона кавитации занимает все сечение потока и распространяется далеко вниз по потоку.

В качестве примера приведена принципиальная схема рабочего колеса центробежного насоса. При этом на лопатках рабочего колеса появляются кавитационные пузырьки. Покидая поверхность фольги, они образуют зону кавитации, уносятся потоком и исчезают на некотором расстоянии от фольги. Другим примером кавитации является состояние, возникающее вблизи поверхности колеблющегося тела в жидкости. При достаточно большой частоте и определенной амплитуде вибрации на поверхности тела образуются кавитационные пузырьки, причем в эту часть периода вибрации давление у поверхности падает, пузырьки увеличиваются, а в остальную часть периода вибрации падают. В этот период давление повышается и пузырьки лопаются.

В соответствии с ГОСТ 6134-79 повышение давления для насоса с всасывающим патрубком и камерным преобразователем определяется по следующей формуле:

$$H = P_m * 104 / \gamma + (\sum \zeta) v^2 / 2g + Z_m \quad (1)$$

Здесь H – полное давление насоса, м;

P_m – давление на манометре, кг/см² (2,94 кг/см²);

γ – удельный вес забираемой воды, 100 кг/м³;

v – скорость потока в напорном трубопроводе в месте пересечения патрубка манометра, м/с

Выводы и рекомендации. 1. Используемые в настоящее время насосы центробежные, и они израсходовали в полтора, два раза свой ресурс.

2. При изучении условий эксплуатации насосных агрегатов установлено, что выход из строя их деталей вызван в основном кавитационно-абразивным износом.

3. В целом климат этой местности благоприятен для выращивания всех теплолюбивых культур, имеет длительный вегетационный период при искусственном орошении и позволяет использовать земли для подсева сельскохозяйственных культур.

4. Если принять во внимание расположение насосных станций в республике, надежную работу их насосных устройств и гарантированную подачу необходимого им количества воды, климат региона, где расположена насосная станция, характер эксплуатации насосных станций в тяжелых условиях, их эксплуатационные показатели высоки, с учетом того, что напорные трубопроводы прокладываются на открытой местности, их длительная эксплуатация считается сложным процессом. Большую роль в этом играют почвы и гидрогеология региона.

5. Оценка текущего состояния: Полная оценка текущего состояния насосной станции, включая анализ функциональности и эффективности установленных насосов, систем управления, трубопроводов и оборудования. Это поможет выявить основные проблемы и определить необходимые шаги по реконструкции.

6. Планирование реконструкции: Разработка детального плана ремонта по результатам оценки ситуации. Укажите работу, бюджет и время, необходимое для завершения проекта.

7. Замените или модернизируйте насосы. Рассмотрите возможность замены старых насосов на новые, более эффективные модели. Кроме того, существующие насосы могут быть модернизированы для повышения их производительности и снижения энергопотребления.

8. Обновление системы управления: Обновление системы управления насосной станцией с использованием современных технологий автоматизации и мониторинга. Это помогает

повысить эффективность установки, улучшить мониторинг и диагностику, а также снизить затраты на техническое обслуживание.

9. Планирование запасов. Вам необходимо иметь на складе достаточно оборудования и запасных частей, чтобы быстро реагировать на потенциальные сбои в работе насосной станции и минимизировать время простоя.

10. Обучение персонала: Необходимо обеспечить обучение и обучение персонала использованию обновленных систем и технологий насосных станций. Это способствует повышению эффективности и надежности оборудования.

Соблюдение данных рекомендаций поможет успешно провести реконструкцию насосной станции, обеспечить более надежную и эффективную работу системы в будущем.

Литература:

1. Мухаммадиев М.М., Уралов Б., Мамаджонов М., Мухамедов А., Меджидов Т., Низамов О., Бадалов А. «Гидромашины» Учебное пособие Ташкент. ТИМИ 2008 198 страниц.
2. Мамаджонов М., Хакимов А., Меджидов Т., Уралов Б. «Насосы и насосные станции» Учебное пособие Ташкент. 2009 год 240 страниц.
3. Мамаджонов М., Уралов Б., Хакимов А., Меджидов Т., Кан. «Насосы и насосные станции» Инструкция по эксплуатации. Ташкент. ТИМИ, 2010. 242 страницы.
4. Мамаджонов М.М., Турсунов Б.Н., Шокиров Б.М., Кадиров Р.Н., Шерматов Р.Ю. Использование насосных станций. Учебник, Ташкент, 2014. – 441 с.
5. Чебаевский В.Ф. Насосные станции. Учебник, Москва, «Агропромиздат», 1989. – 416 с.
6. Юлдашев Ш.У. Основы надежности и ремонта машин. 2006.
7. Гловский О.Я. ТШМСХ по проектированию средств защиты от инородных тел на насосных станциях в Средней Азии. 37 видов.
8. Карелин В.Я. Кавитационные установки, центробежные и семенные насосы. М. Машиностроение 1975 г.
9. Карелин В.Я. Изнашивание постных насосов. Машиностроение 1983.
10. Рашидов Ю. К., Низамова Ш. А. Насосы и станции перекачки воздуха. Часть 1 и Часть 2. Насосные станции. Ташкент 2002-2005 гг.