

Д.С. Мырзалиев¹, Д.А. Абзалова¹, О.Б. Сейдуллаева¹,
Н.К. Жолбарыс¹, Б.Е. Калжигит¹

¹Южно-Казахстанский государственный университет им.М.Ауэзова,
г.Шымкент, Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

Аннотация. В статье в качестве объекта исследования выбрана тема совершенствования системы технической эксплуатации насосных агрегатов. На гарантированное теплоснабжение и электроснабжение потребителей оказывают существенное влияние стабильная, высокоэффективная работа насосных агрегатов, составляющих большую часть теплоэнергетических установок. В настоящее время основное направление технической политики в области совершенствования работы насосных агрегатов в основном связано с модернизацией эксплуатационного насосного оборудования и повышением согласованности используемых гидравлических сетевых насосов. Анализ этих данных позволяет определить наиболее надёжные компоненты насосного оборудования с наибольшим статическим и динамическим действием, а также разработать стратегию и тактику отказа насосных агрегатов.

Ключевые слова: энергоэффективность, промышленность, насосный агрегат, гидрофобизация, энергообъект, надёжность.

• • •

Түйіндеме. Мақалада зерттеу объектісі ретінде сорғы агрегаттарын техникалық пайдалану жүйесін жетілдіру тақырыбы таңдалды. Тұтынушыларды кепілді жылумен қамтамасыз етуге және электрмен жабдықтауға жылу энергетикалық қондырғылардың көп бөлігін құрайтын сорғы агрегаттарының тұрақты, тиімділігі жоғары жұмысы елеулі әсер етеді. Қазіргі уақытта сорғы агрегаттарының жұмысын жетілдіру саласындағы техникалық саясаттың негізгі бағыты негізінен пайдаланылатын сорғы жабдығын жаңғыртумен және қолданылатын гидравликалық желілік сорғылардың келісімділігін арттырумен байланысты. Бұл деректерді талдау ең көп статикалық және динамикалық әсері бар сорғы жабдығының ең сенімді компоненттерін анықтауға, сондай-ақ сорғы агрегаттарының істен шығу стратегиясы мен тактикасын өзірлеуге мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: энергия тиімділігі, өнеркәсіп, ортадан тепкіш сорғы, гидрофобизация, энергия объектісі, тefлондау.

• • •

Abstract. The article explores the subject of improvement of the system of technical operation pumping units. The guaranteed heat and power supply to consumers is significantly impacted by the stable, highly efficient operation of pumping units

that make up the majority of thermal and power plants. Issues of improving the reliability of pumps are very relevant and require close attention to design and operational maintenance. Currently, the main direction of technical policy in the field of improving the operation of pumping units is mainly related to the modernization of operational pumping equipment and improving the consistency of the hydraulic network pumps that are currently in operation. Analysis of this data allows to determine the most reliable components of pumping equipment with the greatest static and dynamic action, as well as to develop emergency failure strategy and tactics for pumping units.

Keywords: energy efficiency, industry, centrifugal pump, hydrophobization, energy facility, teflon coating.

Введение. Эффективность использования и качество функционирования машин и агрегатов определяется уровнем их работоспособности и надежности. Потери предприятий, связанные с обеспечением работоспособности и надежности насосных агрегатов за период эксплуатации, в несколько раз превышают их первоначальную стоимость. Обеспечение надежности машин является сложной проблемой, для решения которой необходимо проведение комплекса конструкторских, технологических и организационных мероприятий. Основной задачей теории надежности является изучение закономерностей возникновения отказов и неисправностей объекта и на базе результатов исследований разработка мероприятий, направленных на обеспечение выполнения объектом заданных функции с наименьшими потерями. Воздействующие при эксплуатации факторы влияют на возникновение отказов вызывают постепенное изменение характеристик и параметров элементов. Существенное влияние на гарантированную эксплуатацию оказывает стабильная, высокоэффективная работа насосных агрегатов, составляющих важную часть оборудования теплоэнергетических объектов. Проблемы повышения надежности насосов очень актуальны и требуют внимания как со стороны проектных, так и эксплуатационных организаций. По разным оценкам, до 10% электроэнергии, вырабатываемой на энергоблоке, идёт на привод насосного агрегата. Следует отметить, что в общей смете расходов затраты на техническое обслуживание насоса, по отдельным отраслям промышленности, достигает более 85%, поэтому проблема повышения эффективности насосного оборудования и совершенствования системы технической эксплуатации насосных агрегатов перспективна и актуальна.

Цель работы - повышение эффективности насосного оборудования и совершенствование системы технической эксплуатации насосных агрегатов.

Основная часть. В настоящее время основное направление технической политики в области совершенствования функционирования гидравлических систем связано с модернизацией эксплуатируемого насосного оборудования и повышением согласованности используемых насосов с гидравлической сетью. По данным Europtmp, до 60% насосных станций, эксплуатирующихся в мире, работают с КПД всего лишь 10-40%, что обусловлено широким диапазоном реальной рабочей зоны, в которой вынуждены работать насосные агрегаты. Следует отметить, что данная область существенно отличается от оптимальной рабочей зоны, на которую насос был спроектирован. Негативное воздействие на энергоэффективность гидравлических систем, связано с невозможностью регулирования требуемого расхода экономичными способами, что в итоге также приводит к большим потерям энергии и значительному сокращению располагаемого ресурса гидромашин [1,2]. Применительно к текущим обстоятельствам правильность разработанного способа позволяет определить фактический ресурс работы насосного агрегата с повышенной надежностью, учитывая особенности эксплуатации конкретного технологического цикла, а также современное состояние используемых насосов для повышения их КПД.

На первом этапе необходимо, по результатам анализа повреждений насосного оборудования, определить наиболее эффективный способ повышения надежности работы насосного оборудования, эксплуатирующегося на различных энергетических объектах. Изучение статистических данных по насосному отказу тепловых электростанций может стать одним из первых мероприятий, направленных на повышение надежности энергообъектов. Во многих случаях решающее влияние на возникновение отказов оказывают изменения на поверхности детали, которая подвергается непосредственному воздействию окружающей или рабочей агрессивной среды, влаги, загрязнений. Анализ этой информации позволяет выявить наиболее надежные детали насосного оборудования, которые подвержены наибольшему статическому и динамическому воздействию, а также разработать стратегию и тактику борьбы с отказами насосного оборудования. Было проанализиро-

вано более 1100 насосных агрегатов, работающих на 34 теплоэнергетических установках. За два года на этих объектах было зафиксировано повреждение отдельных элементов 750 насосов, что составляет 68,4% от общего числа обследований насосов. Повреждения касались почти всех основных элементов насосных агрегатов. Повреждение корпуса, подшипников, крыльчатки, вала и уплотнений были выявлены в отдельных группах. На рисунке 1 показана диаграмма, показывающая дробное распределение повреждений структурных элементов насоса.



Рисунок 1 - Диаграмма распределения повреждений по элементам насосов

Устранение причин, приводящих к этим повреждениям - одна из важнейших задач специалистов объекта, направленная на снижение аварийности насосных установок и повышение надежности его работы. Оценка эффективности насосного агрегата необходима для принятия правильных и обоснованных решений по ряду вопросов, возникающих при эксплуатации. Состояние насоса в любой момент времени характеризуется доступностью ресурсов, надежность работы насосного агрегата, капитального ремонта, в ходе которого его основные технические параметры и характеристики, указанные в техническом паспорте, остаются в указанных пределах допусков. Анализ работы насосных агрегатов может быть выполнен созданием физико-математических моделей, которые описывают процессы, происходящие в части потока, и в основных узлах насоса и учитывают взаимное влияние параметров насоса или группы насосов друг на друга. Главная задача данного анализа заключается в том, чтобы определить границы допускаемых

влияний параметров на насосы, а также определить истинный ресурс, с учётом тех возросших нагрузок, которым он подвергается в режиме нестандартной эксплуатации.

Методы исследований. Решение проблем энергосбережения является приоритетом для повышения эффективности теплогенерирующих установок. Кроме того увеличение стоимости центробежных насосов идёт на основе гидрофобности рабочих колес.

По данным Министерства образования и науки, в сфере потребления энергии это 70% энергосберегающих мощностей и только 30% - в сфере производства электроэнергии. В связи с этим возрастает важность разработки и внедрения технологий, которые снижают энергопотребление и улучшают работу конкретных технологических циклов. Одной из таких технологий является метод модернизации поверхности деталей потока центробежных насосов на основе модификации функциональных поверхностей деталей потока крыльчатки (РК) насосов. Изменение свойств поверхности проточной части насоса позволяет повысить производительность насосного агрегата с помощью гидрофобных покрытий. Создание гидрофобных пленок на поверхностях с пространственной геометрией, является сложной задачей и является одним из ограничивающих факторов широкого применения этой технологии для повышения производительности насосов. Реализация этого метода возможна на основе использования тефлона. Тефлон поверхностей эффективно выполняется на основе использования ПТФЭ-4, уникального материала, который имеет ряд свойств, которые определяют его применение во многих отраслях промышленности. Фторопластичность обладает химической стойкостью практически ко всем агрессивным веществам [3,5]. Экспериментальные исследования по использованию фторполимерных покрытий для создания гидрофобных поверхностей в центробежных насосах РК проводились на энергомотах, например, исследования насосов км 65-50-160а (имеющих коэффициент ускорения, равный 88). Этот тип насоса наиболее распространен в коммунальной службе и используется в технологических циклах систем отопления, холодной и горячей воды. На рисунке 2 представлена характеристика давления насоса КМ 65-50-160а с оригинальным и обновленным ПК, а также на рисунке 3 дается сравнительная характеристика эффективности (для рабочей зоны) рассматриваемого насоса [1,5].

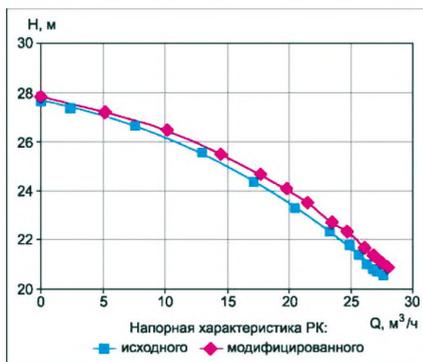


Рисунок 2 - Напорная характеристика насоса KM 65-50-160a с исходным и модернизированным рабочим колесом

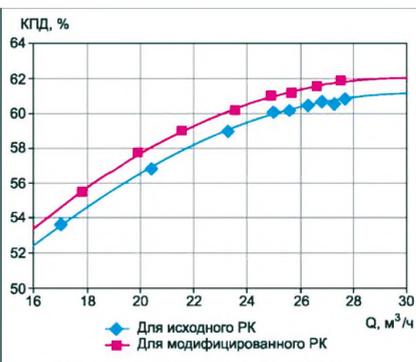


Рисунок 3 - Характеристика КПД (рабочая зона) насоса KM 65-50-160a до и после создания фторопластового гидрофобного покрытия на рабочем колесе

Основные результаты. Результаты энергетических испытаний по изучению влияния гидрофобного фторопластового покрытия на поверхность:

- происходит увеличение давления насоса после создания гидрофобного покрытия, что объясняется снижением потери гидравлического трения, которая приводит к увеличению давления;
- обеспечивается работа насоса, т.е. выполняется необходимый закон $h=f(Q)$;
- снижается энергопотребление примерно до 90 Вт, в основном на рабочем месте, что объясняется снижением потребляемой мощности (трением и потерей вихря) для покрытия гидравлических потерь;
- повышается эффективность насоса на 1,5-2% в рабочей зоне.

Согласно результатам исследования, модернизация центробежного насоса KM 65-50-160a привела к повышению энергоэффективности в обеспечении работы насоса на основе создания гидрофобного фторопластичного покрытия на поверхностях. Это покрытие защищает поверхность от образования коррозии и осадка, которое обеспечивается отсутствием контакта прокачанной среды и металла потоковой части [4,6]. Кроме того, покрытие обладает высокой прочностью и химической стойкостью.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали:

- важность интегральной оценки работы гидроцикла в целом, а также анализа производительности и выхода из эксплуатации его отдельных элементов;
- необходимость разработки подходов с высокой надежностью для прогнозирования остаточного срока службы насосного агрегата;
- перспективы создания технологий, позволяющих повысить эффективность и надежность насосного оборудования на основе гидрофобизации поверхности токовой части рабочих колес путем тефлоноирования.

Список литературы

- 1 Волков А.В., Панкратов С.Н. Анализ повреждений насосного оборудования на тепловых энергетических объектах // Тяжелое машиностроение. 2005.- № 10.- С. 2-6.
- 2 Карелин В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах. - М.: Машиностроение, 1977.
- 3 Носов Э.Ф., Маркевич А.М., Клейменов Н.А. Энциклопедия полимеров. - М.: Советская энциклопедия, 1977. - Т. 3. - 1152 с.
- 4 Акользин А.П. Противокоррозионная защита стали пленкообразователями. - М.: Металлургия, 1989, - 192 с.
- 5 Волков А.В., Парыгин А.Г., Хованов Г.П., Наумов А.В. Повышение эффективности работы центробежных насосов, находящихся в эксплуатации. Журнал «Новости теплоснабжения», №10 (122).- 2010 г.
- 6 Зорин В.А. Основы работотехнических систем. - М.: «Магистр-Пресс», 2005. - 536с.

Мырзалиев Д.С. - кандидат технических наук, доцент,
e-mail: darkhan-m7@mail.ru

Абзалова Д.А. - кандидат технических наук, доцент, e-mail: dilya0158@mail.ru

Сейдуллаева О.Б. - магистрант, e-mail: orynkul_s@mail.ru

Жолбарыс Н.К. - магистрант, e-mail: nurgisa1996.kz@bk.ru