

ДИАГНОСТИКА КАВИТАЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ОБОРУДОВАНИЯ

Жуков Д.А. (студент, гр. ГА-51)

Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого,

Республика Беларусь

Актуальность: Кавитация является одним из наиболее распространенных и разрушительных явлений, встречающихся в гидравлических системах, особенно в насосном оборудовании. Этот процесс не только снижает эффективность работы насосов, но и значительно сокращает срок их службы, приводя к дорогостоящему ремонту и простоям оборудования.

Цель работы: Анализ методов диагностики кавитационных явлений в гидравлических системах с насосом.

Анализ полученных результатов: Кавитация представляет собой сложный гидродинамический процесс образования и последующего схлопывания пузырьков пара в жидкости. Механизм образования кавитационных пузырьков - когда давление жидкости локально падает ниже критического значения (давления насыщенных паров при данной температуре), часть жидкости мгновенно переходит в парообразное состояние с образованием пузырьков.

Причинами возникновения кавитации в гидравлических системах с насосом могут быть связаны с недостаточным давлением на входе, высокими температурами жидкости, неправильная геометрия трубопровода и подсос воздуха – нарушение герметичности трубопровода.

Последствиями кавитации непосредственно связаны с методами её обнаружения, это могут быть шум, вибрация, снижение производительности, эрозионное разрушение и снижение срока службы.

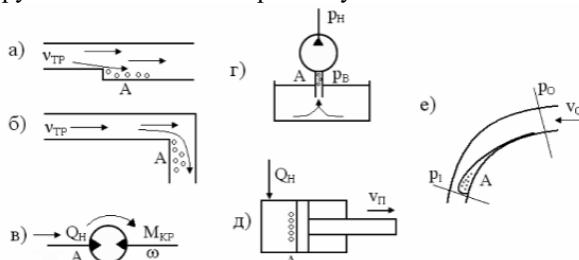


Рисунок 1 – Наиболее характерные зоны возникновения кавитации в гидроприводе: а) выступ в гидролинии; б) прямое колено; в) гидромотор при попутной нагрузке; г) всасывающая камера насоса; д) гидроцилиндр при попутной нагрузке; е) крутой изгиб трубопровода.

Методы обнаружения кавитации, такие как акустические, гидравлические методы и анализ вибрационных характеристик, позволяет своевременно выявить кавитационные процессы и предотвратить серьезные повреждения насосного оборудования. Современная диагностика кавитации основывается на комплексном подходе с использованием различных методов.

К акустическим методам относятся спектральный анализ шума и акустическая эмиссия, они характерны тем, что кавитация сопровождается характерным акустическим спектром, что делает звуковую диагностику одним из наиболее эффективных методов обнаружения: ультразвуковая диагностика — анализ ультразвуковых сигналов в диапазоне 20-100 кГц, генерируемых при схлопывании кавитационных пузырьков. Спектральный анализ шума заключается в определении спектре шума характерных кавитационным явлениям. Акустическая эмиссия представляет собой регистрацию высокочастотных импульсов, возникающих при микроударах от схлопывания пузырьков.

Анализ представляет собой измерение общего уровня вибрации — резкое увеличение при возникновении кавитации вибрационных характеристик насоса, что позволяет не только обнаружить кавитацию, но и оценить степень ее развития. Так же существует анализ огибающей вибрации, используемый для выявления модуляции вибrosигнала, характерной для кавитационных процессов.

На основании анализа изменения рабочих параметров насоса при развитии кавитации принимаются гидравлические методы, заключающиеся в мониторинге напорной характеристики — снижение напора на 3% и более является признаком начинающейся кавитации. Так же используются контроль потребляемой мощности — нехарактерные колебания мощности при постоянной подаче и измерение пульсаций давления — увеличение амплитуды колебаний давления в определенных частотных диапазонах.

Заключение. Эффективная диагностика на основе акустических, вибрационных и гидравлических методов позволяет своевременно выявлять кавитационные процессы и принимать меры для их устранения. Внедрение комплексных систем мониторинга и использование современных материалов и конструктивных решений обеспечивают надежную защиту от кавитации.

Список литературы

1. Каверзина А. С., Минеев А. В. Проблемы кавитации в гидроприводе самоходных машин и способы ее снижения //Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – №. 6. – С. 171-176.
2. Фролов, В. В. Цифровой анализ работы механизированного фонда скважин / В. В. Фролов, А. Б. Невзорова // Современные проблемы машиноведения : сборник научных трудов : в 2 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГПТУ им. П. О. Сухого, 2025. – Часть 2. – С. 167–170