

- экспертный метод оценки является достаточно субъективным, вследствие чего присутствует возможность наличия низкой достоверности информации, а иногда и ее несоответствие действительности;
- при диагностике системы ОПО не учитывается динамическое изменение многочисленных факторов, поступающей информации, а также не учитываются параметры окружающей среды;
- на промышленных объектах существует определенная взаимосвязь между зависимыми и независимыми случайными процессами во время эксплуатации технологического оборудования, что не учитывается;
- существование погрешности, которая обусловлена низким качеством «деревьев событий и отказов», используемых при осуществлении экспертной оценки опасных ситуаций.

Список использованных источников

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116-ФЗ от 21.07.1997 (с изменениями от 25.06.2012) // Гарант плюс.
2. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности / Утв. Приказом Ростехнадзора России от 12.03.2013 г., № 101. – М.: ЗАО «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2013. – 288 с.

УДК 621.65:532.528

И.А. Снигирева

Тюменский индустриальный университет

МЕТОД АКУСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАВИТАЦИИ НАСОСОВ

Известно, что все насосы в той или иной мере подвергаются кавитации [1]. Это происходит, когда статическое давление на всасывающем отверстии или через рабочее колесо падает ниже давления насыщения, соответствующего температуре жидкости. Давление снижается из-за многих аспектов; один из неотъемлемых факторов – направляющие лопатки на входе.

При угле предварительного витка в 24 градуса направляющие лопатки на входе вызывают падение давления на 7,6% на входе во всасывающую трубу. В точках, где давление падает, жидкость начинает

вскипать и испаряться с появлением пузырьков, где их количество и размер зависят главным образом от величины рабочего давления. Пузырьки движутся вместе с потоком жидкости и разрушаются, когда достигают зон максимального давления на поверхности лопатки [2].

Разрушение пузырьков вызывает колебания давления с максимальной амплитудой на передней кромке лопатки для кавитационного потока в 2,54 раза больше, чем для некавитационного потока. Кавитация вызывает разрушительные последствия в результате колебаний давления, проявляемого в звуковом спектре и вибрации. Это приводит к невосстановимому снижению гидравлических характеристик, питтинговой коррозии рабочего колеса и эрозии материала.

В связи с этим кавитация в насосах должна быть оперативно обнаружена и предотвращена. Есть несколько методов для обнаружения начинающейся кавитации. Обнаружение кавитации по акустическим измерениям основано на анализе источников генерируемого шума от насоса.

Механические источники шума обладают особенностями вибрации компонентов, благодаря чему их можно выделить: колебания давления в каналах потока насоса, неисправные компоненты, такие как рабочее колесо, уплотнения, подшипники, несбалансированные рабочие колеса, неправильная установка привода насоса и смещение.

Гидравлические источники шума включают в себя как переходные процессы, так и нестационарность причин потока: перепады во время запуска и выключения насоса.

Нестационарность потока – это сочетание эффекта пульсаций давления и турбулентности. Пульсации давления зависят от конструкции рабочего колеса, диффузора, рабочих параметров и расстояния между рабочим колесом и улиткой. Турбулентность вызывает вихри и турбулентные потоки в зазоре между концами лопастей рабочего колеса и диффузором. Пульсации давления, создаваемые таким образом, воздействуют на рабочее колесо и приводят к вибрациям вала и шуму в широком диапазоне частот. Кроме того, шум, создаваемый кавитацией насоса, зависит от температуры жидкости – в диапазоне от 80 до 280 °С.

В случае кавитации при перекачке продукта генерируется случайная высокочастотная широкополосная волна, которая иногда накладывается на гармоники частоты прохождения лопасти, причем кавитационный шум имеет характерный потрескивающий или шипящий шум [3].

Акустические измерения в слышимом диапазоне редко используются в качестве инженерного метода, поскольку общий уровень шума зависит от конструкции и типа насоса, установки, механических вспомогательных устройств, условий эксплуатации и силы кавитации.

Использование шумового спектра для обнаружения кавитации в насосах хорошо известно, но оно ограничено высокочастотным диапазоном ультразвука (выше 20 кГц), в то время как шум измеряется внутри насоса. В диапазоне слышимых частот (от 20 Гц до 20 кГц) исследования кавитационного шума все еще находятся в стадии разработки.

При исследовании звуковых спектров в измеренном диапазоне частот (10000 Гц) он определяется для дискретных частот $RF = 47,5$ Гц и $VPF = 285$ Гц и его второй, третьей и четвертой гармоник 570 Гц, 855 Гц, и 1140 Гц соответственно; На этих дискретных частотах не наблюдается больших изменений шумового сигнала для условий кавитации и некавитации.

Кроме того, для дискретной частоты 147 Гц, которая упоминается в обзоре как характеристика кавитации, на этой частоте не наблюдается значительных колебаний шумового сигнала. Единственный очевидный результат заключается в том, что; возникновение кавитации приводит к появлению сигналов высокой энергии на высоких частотах от 1000 до 10000 Гц [4].

Главным вопросом, на который должны ответить исследователи, является следующее: может ли спектр звукового диапазона стать действительным инструментом прогнозирования кавитации.

Список использованных источников

1. Рахматуллин, Ш.И. Исследование особенностей обеспечения и контроля бескавитационной работы магистральных нефтяных насосов / Ш.И. Рахматуллин, А.Г. Гумеров, В.С. Станев, Г.Х. Садуева. // Вестник Башкирского университета, 2004, № 2. – С. 55–58.

2. Рахматуллин, Ш.И. К оценке динамического баланса объемов нефти в трубопроводе с самотечными участками / Ш.И. Рахматуллин, Г.А. Гумерова, В.В. Ванифатова // Трубопроводный транспорт нефти – 2001. – № 2. – С. 24–28.

3. Промысловые трубопроводы / В.Д. Куликов, А.В. Шишнев, А.Е. Яковлев, В.Н. Антипов – Москва: Недра, 1994. – 300 с.

4. Садуева, Г.Х. Контроль утечек в нефтепроводе / Г.Х. Садуева // Мониторинг и безопасность трубопроводных систем. 2005. № 1. – С. 3–4.