Контроль технического состояния судовых механизмов и оборудования по результатам измерений вибрации

Зуев Илья Сергеевич
магистрант
Институт судостроения и морской арктической техники
Филиал САФУ в г. Северодвинск
E-mail: region29zuev@icloud.com

Оценка текущего технического состояния представляет собой важную составляющую деятельности по обеспечению надежности, безопасности и эффективности технической эксплуатации судов. Главное назначение диагностики и современной оценки текущего состояния механизмов состоит в непрерывном контроле технического состояния объекта, современном обнаружении отклонений контролируемых параметров от нормативных значений, идентификации и локализации дефектов, выработке стратегии и последующих действий и прогнозирования ресурса. Системы автоматического технического контроля и диагностирования создаются на базе новейших информационно-вычислительных средств, программная часть которых опирается на фундаментальные и прикладные математические методы. Использование таких методов и средств на судах позволяет значительно уменьшить трудоемкость и время ремонта и таким образом снизить эксплуатационные расходы, которые превышают расходы изготовления в несколько раз. Значительный экономический эффект достигается при переходе с обслуживания и ремонта по регламенту на ремонт и обслуживание по фактическому техническому состоянию.

Прослушивание оператором подшипника с помощью отвертки сегодня можно считать устаревшим методом выявления неисправностей. Несмотря на то, что человеческое ухо является совершенным анализатором сигналов, хотя и с несколько ограниченным динамическим диапазоном. Наушники с усилителем, соединенные с вибродатчиком, позволяют оператору прослушать работу машины. Сравнение создаваемых при работе машины звуков в течение определенного периода времени аналогично сравнению частотных спектров. В руках опытного оператора этот метод может быть довольно эффективным.

В результате визуального наблюдения можно получить некую информацию о состоянии машины. Если позволить развиваться таким неполадкам, как нарушение соосности или равновесия и ослабления соединений, их можно будет обнаружить визуально без применения всякого рода аппаратуры. Но их можно было бы выявить на более ранней стадии, если бы качество визуальной информации было более высоким. С помощью портативного стробоскопа можно обеспечить кажущееся замедление движения вращающегося элемента, что позволяет не только определить скорость вращения, но и оценить природу орбиты. Несоосные валы могут иметь несимметричные орбиты. Ослабление соединений может проявляться в виде относительного перемещения подшипника и корпуса. Несбалансированный ротор может совершать продольные колебательные движения.

Простейший из виброакустических методов — метод измерения общего уровня вибрации. В этом случае с помощью портативного виброметра можно непосредственно измерять в широких частотных диапазонах или среднеквадратичные, или пиковые значения виброускорения, виброскорости и виброперемещения механических колебаний. При измерении общего уровня колебаний максимальный вклад могут давать несколько основных составляющих или даже одна доминирующая, например, составляющая на частоте вращения. Эта составляющая имеет большое

значение, однако развивающиеся дефекты могут привести к росту других составляющих, уровень которых может быть значительно ниже уровня доминирующей составляющей. Таким образом, измерение общего уровня является слишком грубой оценкой с точки зрения определения технического состояния машины или оборудования и может быть использовано скорее для мониторинга, нежели для глубокой детальной диагностики.

На практике, как правило, оказывается недостаточно использования, описанных выше, методов анализа, для оценки текущего состояния механизма. Многие виды дефектов приводят к росту составляющих вибрации на разных частотах. Поэтому в большинстве практических случаев для разделения на отдельные составляющие широкополосных сигналов используется частотный анализ, позволяющий оценивать уровни вибрации механизма в более узких частотных полосах.

Частотный анализ является обязательной составной частью вибрационного мониторинга и по его результатам может быть решен целый ряд диагностических задач.

К достоинствам метода частотного анализа вибрации можно отнести:

— возможность локализации дефекта;

— высокую чувствительность к зарождающимся дефектам;

— высокую достоверность определения вида и величины каждого дефекта;

— возможность постановки диагноза и прогноза по однократным измерениям вибрации.

В качестве основного параметра, характеризующего параметры вибрации принято среднеквадратическое значение виброскорости, измеренное в третьоктаных полосах частот. В качестве дополнительного параметра вибрации могут использоваться нормированные среднеквадратические значения виброскорости в диапазоне частот 2-1000 Гц, указанные в нормативных документах и оборудования. Допускается измерение в октавных полосах частот. Измеряемым параметром наряду с виброскоростью может быть также среднеквадратическое значение виброускорения.

Параметры вибрации измеряются в абсолютных единицах или в децибелах относительно стандартных пороговых значений колебательной скорости или ускорения, указанных в данной работе в предыдущих разделах.

При измерении вибрации в октавных полосах частот допускаемые значения измеряемого параметра могут быть повышены в $\sqrt{2}$ = 1,41 раза (3 дБ) по сравнению со значениями норм, указанных в таблицах правил классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства, для полос со среднегеометрическими частотами 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500 Гц.

Для контроля технического состояния вращающихся механизмов и оборудования во время их эксплуатации необходимо применять различные методы виброакустической диагностики. Эти методы основаны на анализе особенностей формирования и распространения вибрации оборудования в разных частотных диапазонах и имеют разную чувствительность и время обнаружения дефекта.

На ранних этапах необходимо выявлять скрытые дефекты (в основном дефекты сборки и монтажа, и изготовления), поэтому в стационарных судовых виброизмерительных комплексах необходимо предусматривать высокочастотную обработку сигналов и функцию огибающей случайного сигнала высокочастотной вибрации.

На следующих этапах эксплуатации, когда происходит естественный износ элементов и зарождение дефектов необходимо предусматривать функции мониторинга и измерение

узкополосных спектров среднечастотной вибрации, для их выявления.

На конечных этапах быстро развивающихся дефектов и износа оборудования с его последующим отказом необходимо предусматривать средства защитного мониторинга и сигнализации, для его экстренной остановки.

Список литературы

1. Баркова Н.А. Введение в виброакустическую диагностику роторных машин и оборудования. Учебное пособие. — СПб.: Изд. центр «СПбГМТУ», 2003 — 156 с.

2. Биргер И.А. Техническая диагностика. — М.: Машиностроение, 1978 — 240 с.

3.Брюль и Къер, Мониторизация состояния машинного оборудования. Брошюра фирмы «Bruel & Kjær», 1991 — 44 с.

4. Broch J.T., Mechanical vibration and shock measurements. Denmark: Bruel & Kjær, 1984 — 370 с.

5. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов Часть 7. Механические установки. НД № 2-020101-124, г. Санкт-Петербург, 2020.