

*Наумик А.И., Земцовский Н.В., Кияница А.А. Предремонтное освидетельствование судовых технических средств // Академия педагогических идей «Новация». – 2019. – №9 (сентябрь). – АРТ 230-эл. – 0,2 п. л. – URL: <http://akademnova.ru/page/875548>*

**РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**УДК 629.12-8**

**Наумик Алексей Игоревич,**  
магистрант 1 курса, Северный (Арктический)  
федеральный университет им. М.В. Ломоносова  
**Земцовский Никита Владимирович,**  
Аспирант 1 курса, Северный (Арктический)  
федеральный университет им. М.В. Ломоносова.  
*Научный руководитель:* **Кияница Владимир Владимирович,**  
канд. техн. наук, заведующий базовой кафедрой  
«Технологии судового и энергетического машиностроения»  
Северный (Арктический) федеральный  
университет им. М.В. Ломоносова.  
e-mail: [vip.pelf@mail.ru](mailto:vip.pelf@mail.ru)

**ПРЕДРЕМОНТНОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ СУДОВЫХ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

*Аннотация:* В статье рассмотрен и обобщен опыт проведения предремонтных освидетельствований судовых технических средств (насосов, вентиляторов, компрессоров и т.п.) судов, становящихся в ремонт после планового срока эксплуатации.

*Ключевые слова:* предремонтное освидетельствование, судовые технические средства, методы диагностики, акустическая доводка.

**Naumik Alexey Igorevich,**  
undergraduate 1 course, Northern (Arctic)  
Federal University named after M.V. Lomonosov  
**Zemtsovskiy Nikita Vladimirovich,**  
Postgraduate 1 course, Northern (Arctic)  
Federal University named after M.V. Lomonosov

*Scientific adviser:* **Kiyanitsa Vladimir Vladimirovich**,  
Candidate of Engineering Sciences, head of the basic Department  
«Marine and power engineering technologies», Northern (Arctic)  
Federal University named after M.V. Lomonosov.  
E-mail: vip.pelf@mail.ru

## **PRE-REPAIR SURVEY OF SHIP TECHNICAL EQUIPMENT**

*Abstract:* the article considers and summarizes the experience of pre-repair inspections of marine technical equipment (pumps, fans, compressors, etc.) of ships that come in repair after the planned lifetime.

*Keywords:* pre-repair inspection, ship technical equipment, diagnostic methods, acoustic debugging.

Эксплуатация судов предусматривает плановые периодические освидетельствования технических средств и выдачу органами Регистра разрешения на дальнейшую их эксплуатацию.

Например, Правилами Российского Морского Регистра Судоходства (РМСР), предусмотрена пятилетняя периодичность проведения освидетельствования и ремонта судовых технических средств (СТС) [1].

Целями освидетельствования СТС являются:

- получение данных о фактическом техническом состоянии;
- определение оптимальных объемов ремонта.

В настоящее время широкое применение при проведении освидетельствований находят методы неразрушающего контроля и диагностики. Из методов диагностики, особенно для роторных вспомогательных механизмов (кроме двигателей внутреннего сгорания и поршневых машин) основными являются методы вибрационной

диагностики, основанные на измерениях и специальной обработке вибрации.

Особенно эффективными методы вибрационной диагностики являются при переходе от плановых ремонтов, к ремонтам по фактическому техническому состоянию, при которых объемы ремонта ТС определяются адресно на основании диагностики конкретных дефектов.

Опыт проведения предремонтной диагностики показывает, что для успешного проведения работ необходим системный подход. Системный подход заключается в создании системы диагностики, как комплекса организационных, методических и технических мероприятий, состоящих из:

- руководящего документа;
- методической документации;
- нормативной базы;
- измерительно-анализирующего комплекта аппаратуры;
- программного обеспечения;
- ПЭВМ.

Первые три позиции списка представляют собой диагностическое обеспечение, состав которого определен ГОСТ 27518-87 [2].

В качестве нормативной базы применяют нормы вибрации судовых механизмов, приведенные в [1], или нормы вибрации, приведенные в стандартах [3].

Применяемая аппаратура должна обеспечивать возможность выполнения спектрального анализа вибрации в 1/3-октавных и узкополосных полосах, а так же выполнять узкополосный анализ огибающей высокочастотной вибрации.

Программное обеспечение предназначено для:

- управления измерениями и анализом вибрации;
- хранение баз данных по номенклатуре СТС и их характеристикам, нормам вибрации;
- разработки статистических норм;
- распечатки итогового протокола-заключения.

В обеспечении функционирования системы диагностики разработана программа «Регистр» с набором вышеперечисленных функций. Интерфейс управляющей программы «Регистр» приведен на рис.1



Рисунок 1. Интерфейс управляющей программы «Регистр»

При проведении диагностики, а затем ремонта СТС по техническому состоянию принят алгоритм, приведенный на рис.2 [4].



Рисунок 2 – Алгоритм акустической доводки

В качестве примера применения системы вибрационной диагностики приведем опыт выполнения доводки и ремонта судового компрессора пускового воздуха №1 главного дизеля на рыболовецком траулере проекта 50100 «Койда-2».

По результатам контроля вибрации было выявлено, что уровни вибрации, измеренные в точках крепления компрессора к амортизаторам и на головках цилиндров, в два раза превышают вибрацию на компрессоре №2 и не удовлетворяет требованиям норм РМСР, изложенным в пункте 9.6.1 (см. рис. 3). Повышенная вибрация выявлялась на частоте вращения ротора

электродвигателя частоте 25 Гц и составила 85 дБ (1650 мм/с) в единицах виброскорости. Техническое состояние компрессора соответствует зоне С и классифицируется как «не удовлетворительное». Формулярные данные по вибрации обоих компрессоров соответствовали требованиям РМСП и соответствовали техническому состоянию А - «хорошее».

В связи с тем, что проверки монтажа, небольшие регулировки в системе положительного результата не дали, было принято выполнить акустическую доводку компрессора №1.

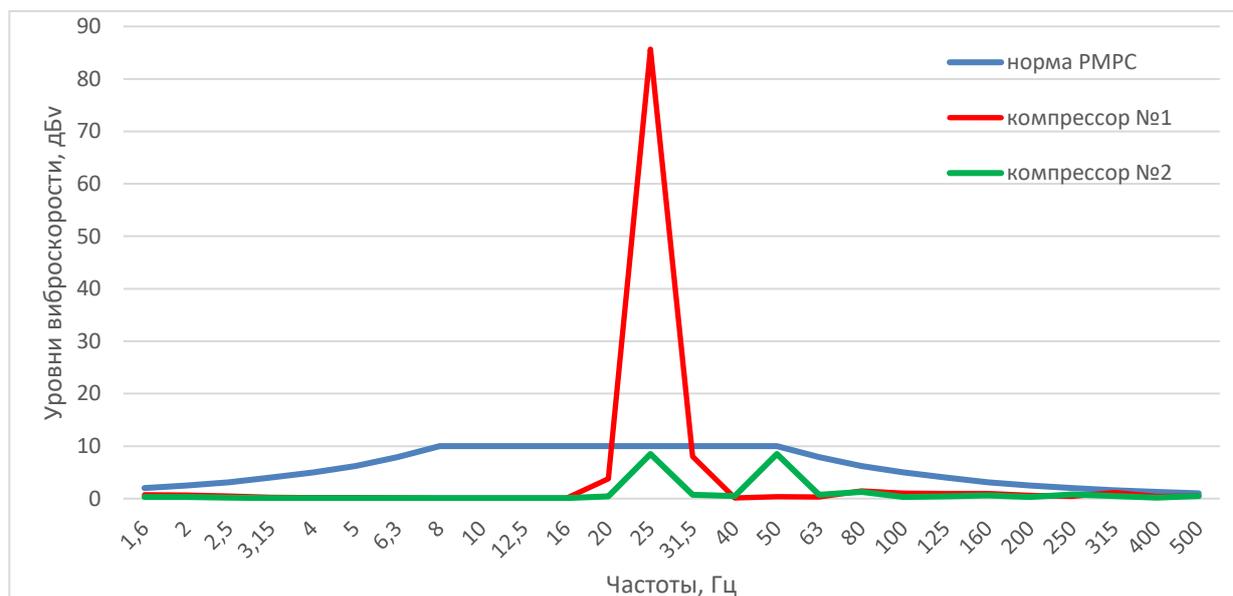


Рисунок 3 – Спектры вибрации компрессоров пускового воздуха №1 и №2

Диагностика дефектов компрессора №1 выполнялась методами неразрушающего контроля - вибрационной диагностики:

- по узкополосному спектру вибрации с полосой анализа 0,5 Гц в частотном диапазоне 0,1 – 1000 Гц;

- по узкополосному спектру огибающей высокочастотной вибрации с полосой анализа 0,1 Гц, с 1/3 октавным фильтром 6300 Гц.

Предварительно были рассчитаны ожидаемые частоты дефектов. По результатам диагностики было установлено, что на компрессоре №1 дефекты не обнаруживаются. Было сделано предположение о резонансном характере вибрации. Для подтверждения этого предположения были проведены измерения узкополосных спектров вибрации в точках на фундаменте и на лапах методом искусственного возбуждения вибрации – при помощи «ударного молотка». Измерения подтвердили наличие резонанса фундамента в рассматриваемой частотной области.

Мероприятия устранения резонанса фундамента были определены на основе математического моделирования в среде SolidWorks/CosmosWorks, которые заключались в ужесточении конструкции фундамента, путем приварки дополнительного ребра жесткости.

На рис.4 приведен Акт предремонтной диагностики, выполненной методом вибрационной диагностики.

АКТ предремонтного освидетельствования

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 г.

Механизм Электровентильтор РСС-10/16 (обогрев кают)  
Судно \_\_\_\_\_ Койда-2

Дата проведения измерений \_\_\_\_\_

Техническое состояние	Описание дефектов	Рекомендации по техническому обслуживанию
Неудовлетворительное - выявляется повышенная вибрация на высоких частотах – до 95 дБа  СКЗ виброскорости –3,5 мм/с. Вибрационное состояние по ГОСТ 10816-1 соответствует зоне «С»	Дисбаланс ротора. Дефекты в подшипниках электродвигателя	Рекомендуем заменить подшипники электродвигателя, выполнить балансировку

Примечания:

Перед заменой подшипников выполнить:

- осмотр рабочего колеса,
- замер радиального боя рабочего колеса
- осмотр полости улитки

В объемы ремонта должны входить:

- очистка рабочего колеса от загрязнений,
- балансировка рабочего колеса на станке
- проверка вибрации вентилятора в сборе на стенде и динамическая подбалансировка (при необходимости)

Рисунок 4 Пример Акта результатов предремонтного освидетельствования

Опыт проведения предремонтного освидетельствования СТС методами вибрационной диагностики показывает:

- эффективность применения методов неразрушающего контроля при проведении предремонтных освидетельствований СТС,
- наибольшая эффективность метода вибрационной диагностики обеспечивается для механизмов роторного типа: электронасосов, электровентиляторов, электрогенераторов.
- необходимо усовершенствовать метод вибрационной диагностики для двигателей внутреннего сгорания (судовых дизелей), поршневых насосов.

**Список использованной литературы:**

1. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Часть VII - Санкт-Петербург. 2017 – с.55
2. ГОСТ 27518-87 Диагностирование изделий. Общие требования.: М изд-во стандартов,1988 г.
3. ГОСТ ИСО 10816-1 97. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на не вращающихся частях. Часть 1.Общие требования, М: изд-во стандартов,1998 г.
4. Вибрационная диагностика механизмов судовых энергетических установок: Учеб. Пособие/В.В. Кияница А.И. Лычаков-Северодвинск: САФУ, 2016-116 с.

*Дата поступления в редакцию: 05.09.2019 г.*

*Опубликовано: 05.09.2019 г.*

*© Академия педагогических идей «Новация», электронный журнал, 2019*

*© Наумик А.И., Земцовский Н.В., Кияница А.А., 2019*