

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВИБРАЦИИ, КОНТРОЛЬ ВИБРАЦИИ НА СУДАХ

В работе показана физическая сторона вибрации, которая характеризуется амплитудой смещения, амплитудой ускорения, периодом колебаний и частотой. Проведен анализ и сравнение нормативных документов, контролирующих уровень вибрации на судах.

Ключевые слова: вибрация, шум, виброметр, октавные и третьоктавные спектры.

V.D. MIHAILIK, S.N. TRIGUB, V.A. MASLOV

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine

PHYSICAL BASIS OF VIBRATION, CONTROL OF VIBRATIONS ON SHIPS

This article shows the physical side of the vibration, which is characterized by the displacement amplitude, acceleration amplitude, and frequency of the oscillation period. The analysis and comparison of regulations that control the level of vibration on ships.

Keywords: vibration, noise, vibration meter, octave and one-third octave spectra

Введение

Первой с проблемами шумности и вибрации столкнулась судостроительная отрасль, как одна из наиболее передовых в машиностроении. Вибрация судов является одним из вредных факторов, влияющих на качество труда экипажа, на обитаемость помещений судов, на прочность и долговечность корпуса и судовых систем. Длительное действие вибрации вызывает заболевание систем кровообращения, пищеварения, зрения, осязания и др., что служит причиной снижения производительности труда и повышает вероятность возникновения несчастных случаев.

В Maritime Labour Convention (MLC 2006/2013) Конвенции о труде в морском судоходстве указано, что на постоянной основе должны проводиться исследования по проблеме вибрации на борту судов с целью улучшения защиты моряков от неблагоприятных последствий воздействия вибрации, должны приниматься меры для уменьшения вибрации на борту судов [1], тоже подчеркнуто в Code of Safe Working Practices for Merchant Seamen (COSWP 2010) Кодексе безопасной практики работы для моряков торговых судов в главе 34 «Noise, vibration and other physical agents» [2]. Так как обеспечение безопасности человека на море было и остается важнейшей проблемой судоходства, то дальнейшее изучение вибрации и усовершенствование способов ее устранения, являются актуальной задачей.

Постановка задания исследования

Целью данной работы является пояснения основных физических параметров, характеризующих вибрацию, видов вибрации и как результат анализ и сравнение нормативных документов, контролирующих уровень вибрации на судах.

Объекты и методы исследования

Объект исследования – явление вибрации, в частности вибрации на судах. Методы исследования – анализ нормативных документов, регламентирующих уровень вибрации на судах.

Результаты исследований и их обсуждения

Звук - это распространение звуковой волны в упругой среде, который характеризуется частотой звуковых колебаний, амплитудой и временными изменениями колебаний. Колебания звуковой волны в звуковом диапазоне (20 Гц - 20 кГц), характеризующиеся переменной частотой и амплитудой, непостоянные во времени, называются шумом. Шум – это неприятные и раздражающие звуки. Механические колебания, передаваемые по жидким или твердым средам, называют вибрацией. Человеческим слухом звук воспринимается изменениями давления. Основной единицей измерения давления в системе СИ является Па, в акустике распространено применение логарифмической шкалы и соответствующей ей единицы 1дБ. Число изменений давления в секунду называется частотой звука и выражается в единицах Гц. Диапазон слышимых частот простирается от 20 Гц до 20 кГц и не воспринимается инфразвук (0- 20 Гц), ультразвук (20 кГц-109 кГц) и гиперзвук (свыше 109 кГц). Наиболее вредны для человека вибрации в двух зонах: 4-7 Гц и 20-30 Гц.

Считается, что на низких частотах чувствительность человека к вибрации приблизительно является функцией ускорения, в то время как на высоких частотах она зависит от скорости. Однако в качестве нормируемых величин вибрации принимаются логарифмические уровни среднеквадратического значения виброускорения, относительно исходного значения $a_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ (величина, условно принятая за нулевой порог, т.е. 0 дБ) или виброскорости, относительно исходного значения $v_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}$ (0 дБ) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16, 31,5, 63 Гц [3].

Вибрацию по способу передачи на человека подразделяют на общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека и локальную, передающуюся через руки человека. В производственных условиях нередко имеет место комбинированная вибрация [4]. Схема влияния вибрации

на человека показана на рис. 1.

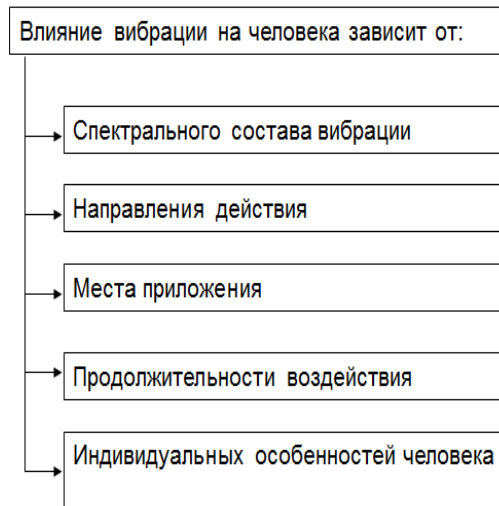


Рис. 1. Влияние вибрации на человека.

По частотному составу вибрации выделяют: низкочастотные (1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций); среднечастотные (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций); высокочастотные (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций). Шкала вибраций представлена на рис. 2.

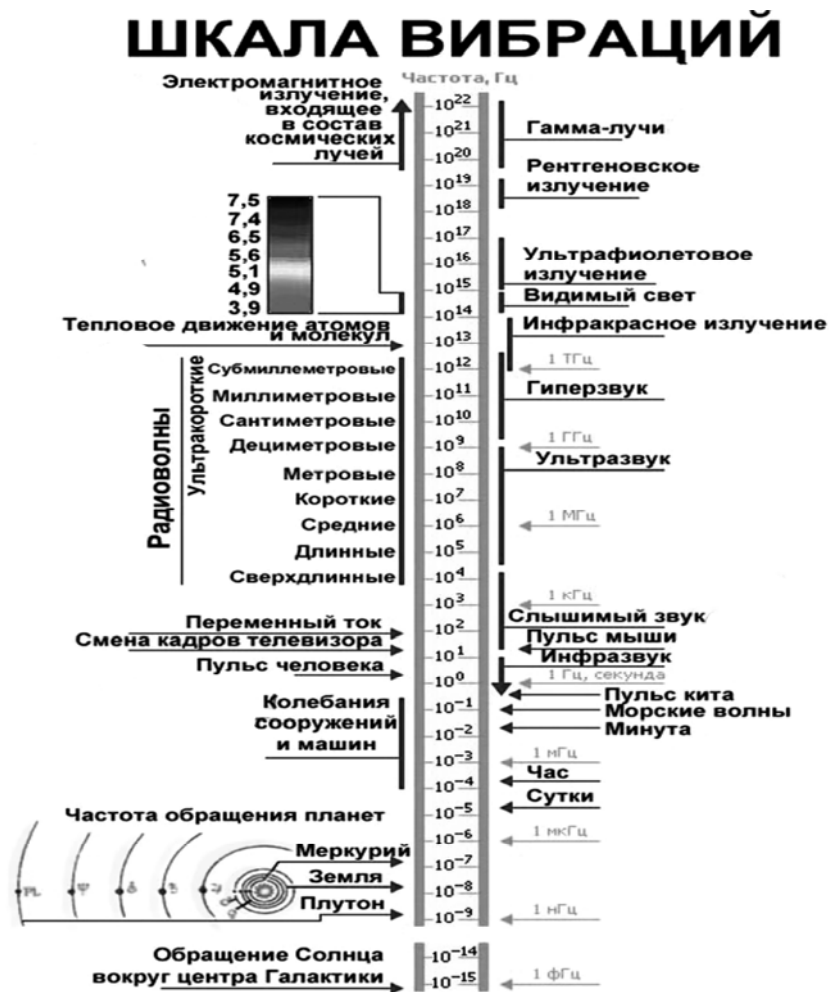


Рис. 2. Шкала вибраций

Для измерения вибрации используют виброметр. Измерение параметров вибрации основано на преобразовании колебаний в электрический сигнал с помощью ВП (вибропреобразователя) его последующей обработкой в соответствии с функциональной схемой прибора, рис. 3.

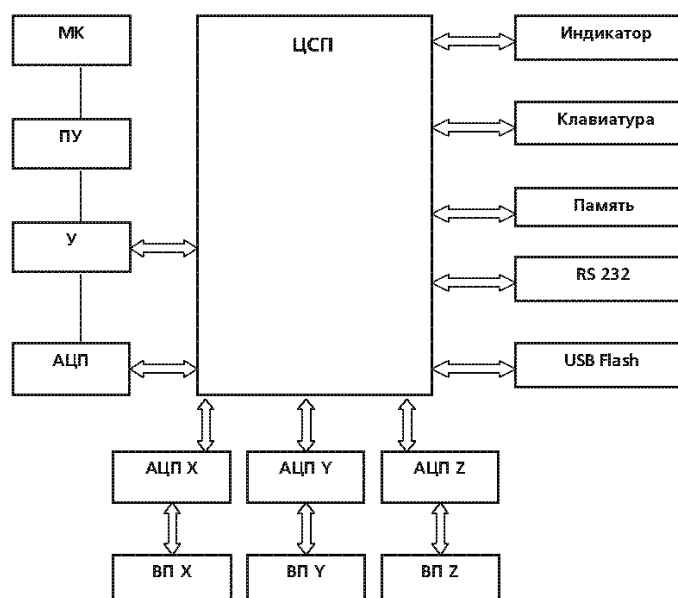


Рис.3. Функциональная схема вибрметра

МК – микрофон (ВП – вибропреобразователь, ВП x,y, z соответственно по оси x,y, и z), ПУ- предусилитель, У-усилитель, АЦП - аналого - цифровой преобразователь (АЦП x,y, z – соответственно по оси x,y и z), ЦСП - цифровой сигнальный процессор.

Дальнейшая обработка сигнала осуществляется цифровым способом. Цифровое представление сигнала поступает в ЦСП (цифровой сигнальный процессор) и обрабатывается по алгоритму, соответствующему выбранному режиму измерения.

Для измерения вибрации в соответствующих помещениях судна используется профессиональный прибор, соответствующий 1-му классу точности, отвечающий всем требованиям последних нормативных документов в области измерения и анализа параметров вибрации – анализатор шума и вибрации - АССИСТЕНТ. Методика проведения измерений вибрации должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.047-85 [3]. В зонах обслуживания главного двигателя точки измерения должны быть расположены на настиле машинного отделения, на расстоянии 0,7-1,0 м от двигателя. У крупногабаритных двигателей (например, малооборотных дизелей) точки измерений располагают на платформах у двигателя. При наличии двух или более рядом расположенных двигателей измерения должны выполнять на настиле между ними. В изолированных постах управления, производственных и служебных помещениях площадью до 20 м² измерения выполняют в центре помещения. В помещениях большей площади число точек измерений должно быть увеличено из расчета одна дополнительная точка на каждые 20-30 м² и располагать их должны равномерно по помещению. Контроль вибрации проводят на режиме полного хода при номинальной частоте вращения гребных винтов, работе главных и вспомогательных механизмов и другого оборудования, обеспечивающих нормальную эксплуатацию судна на данном режиме. При измерении следует установить вибропреобразователь на измеряемом объекте так, чтобы его ось чувствительности была направлена по планируемой оси измерения. Измеряемые параметры для локальной и общей вибрации – текущие и эквивалентные уровни виброускорения в октавных и третьоктавных полосах в трех направлениях: горизонтальном, вертикальном и траверзном.

Несмотря на то, что ситуация по уровням вибрации контролируется санитарными органами, существующие нормы лишь отражают реальное положение вещей, но не имеют стимулирующего значения для развития средств защиты. Нормы на вибрацию, оборудование и санитарные нормы, а их около 40, имеют особую компромиссную структуру. Например, санитарные нормы вибрации по предельным спектрам предусматривают различие предельной вибрации в 20 - 30 раз в зависимости от места измерения. Нормы вибрации средств автоматизации, радиосвязи и электрорадионавигации предусматривают различие в 6,5 - 31 раз в зависимости от частоты колебаний и места установки. Поскольку общество не осознало необходимость более строгого подхода, при котором появляется готовность финансировать расходы на виброзащиту, такие нормы закрепляют status quo в области вибрации на судах.

- ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 31191.1-2004 Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.
- ГОСТ 31319-2006 Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах.
- ГОСТ 31192.1-2004 Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.
- ГОСТ 31192.2-2005 Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах.
- ГОСТ 12.1.047-85 ССБТ. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах и в жилых помещениях

морских и речных судов.

- СанПиН 2.5.2.703-98 Суда внутреннего и смешанного (река-море) плавания
- СН 2.5.2.048 -96 Уровни вибрации на морских судах.

Выводы

Показаны основные физические параметры, характеризующие вибрацию. Проведен анализ существующих норм вибрации и установлены, что нормативные документы лишь отражают реальное положение вещей, но не имеют стимулирующего значения для развития средств защиты. Поскольку общество не осознало необходимость более строгого подхода, при котором появляется готовность финансировать расходы на виброзащиту, такие нормы закрепляют status quo в области вибрации на судах.

Литература

1. Конвенция о труде в морском судоходстве/ Maritime Labour Convention.-Женева.-2006.-С.239.
2. Кодекс безопасной рабочей практики моряков на торговых судах/ Code of Safe Working Practices for Merchant Seamen.-London.-2010.-С.545 (ISBN-978-0-11-553170-5).
3. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах и в жилых помещениях морских и речных судов: ГОСТ 12.1.047-85.- [Действующий с 01.11.1988].-СССР,1985/2010.-7 с.
4. Барановский А.Н. Теоретические основы эффективной виброизоляции на судах: автореф. дис. на соискание науч. степ. докт. техн. наук: спец. 05.08.05 «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)»/ А.Н. Барановский.-Новосибирск, 2000.-35 с.

References

1. Maritime Labour Convention.-Geneva.-2006.-P.239.
2. Code of Safe Working Practices for Merchant Seamen.-London.-2010.-P.545 (ISBN-978-0-11-553170-5).
3. Vibration. Method of control in the workplace and in a residential area of marine and river vessels: GOST 12.1.047-85. - [Effective from 01.11.1988]., USSR, with 1985/2010.-7.
4. Baranovsky AN Theoretical foundations for effective vibration isolation courts: Author. dis. on scientific researcher. step. Doctor. tehn. Sciences: special. 05.08.05 "Ship power plants and their components (main and auxiliary)" / AN Baranovskiy. Novosibirsk, 2000.-35.

Рецензія/Peer review : 14.4.2014 р.

Надрукована/Printed :13.7.2014 р.

Рецензент: д.т.н., проф., зав. кафедрою управління судном та безпеки життєдіяльності на морі,
Херсонська державна морська академія, С.Є. Селіванов