

АНАЛІЗ ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ НА СУДНІ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ЕКІПАЖ

Леонов В.Є., Степкова В.В.,

Херсонська державна морська академія

Сис В.Б., Сис Д.Г.

Херсонський національний технічний університет

В роботі розглянута проблема негативного впливу шуму та вібрації на екіпаж судна. Проведений аналіз основних джерел шуму та вібрації на судні, а також запропоновані шляхи зниження їх шкідливого впливу.

Ключові слова: шум, вібрація, діапазон частот вібрації та шуму, віброхвороба, віброприскорення, віброшвидкість, граничний спектр.

Вступ. Судно будь-якого класу та призначення представляє собою складну інженерну споруду, що обумовлене специфікою не тільки конструктивного характеру та технічного оснащення, своєрідністю експлуатації, але й певним судовим середовищем для перебування на ньому екіпажу, що створюється під дією різних техногенних та природних джерел небезпеки. В цих умовах здатність екіпажем виконувати свої зобов'язання залежить не тільки від професійної підготовленості кожного його члену, але і від того, наскільки він є захищеним від впливу різних факторів середовища, в якому вони перебувають, тобто наскільки він здоровий та зберігається його працездатність. Одними з основних техногенних факторів, що представляють небезпеку для екіпажу судна є шум та вібрація.

Актуальність досліджень. Незважаючи на безперервну боротьбу за покращення акустичних та вібраційних характеристик основних джерел вібрації та шуму, якими на судах є двигун внутрішнього згоряння (дизель), гребний гвинт (рушій), суднова електростанція, проблема зниження вібрації та шуму в судових приміщеннях залишається актуальною [1, 2].

Мета статті. Проаналізувати джерела виникнення шуму та вібрації на судні, дослідити норми допустимих рівнів, дати оцінку впливу шуму та вібрації на екіпаж та визначити основні заходи для зменшення їх негативного впливу.

Результати досліджень. Шум та вібрація погіршують умови праці, спричиняючи шкідливий вплив на організм людини та знижуючи продуктивність праці. Діючи на центральну нервову систему, шум спричиняє несприятливу дію на весь організм людини. Тривалий та інтенсивний шум впливає на органи слуху, призводячи іноді до глухоти, викликає серйозні розлади нервово-психічної та серцево-судинної діяльності організму. Стомлення працюючих в результаті сильного шуму сприяє уповільненню швидкості психічних реакцій, що збільшує число помилок при роботі і може стати причиною аварій судових механізмів і травматизму особового складу. Так, при дії шуму інтенсивністю 130 дБ виникає гостра біль, а при інтенсивності більш 140 дБ навіть протягом коротких проміжків часу настає пошкодження (розрив) барабанної перетинки [2].

Джерелами шуму та вібрації на судах є:

- корпус судна;
- головні двигуни;
- дизель-генератори;
- судові рушії;
- радіонавігаційне обладнання;
- системи вентиляції та кондиціонування повітря;
- рефрижераторні установки.

Вібрація на судах створюється:

- неврівноваженими головними двигунами;

- дизель-генераторами та гребними гвинтами;
- пропульсивними якостями системи «корпус-двигуни-руші».

Основний діапазон частот вібрації поділяється на смуги із середніми частотами 2, 4, 8, 16, 32, 63 Гц. Вибір діапазону обґрунтований тим, що нижче частоти 2 Гц хвильові ефекти в корпусі машини не проявляються, а вище частоти 63 Гц вібрація сприймається як шум. Для шуму виділений діапазон 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Таким чином, межі суднової вібрації та шуму сягають від 1,4 до 11000 Гц [3].

Проблема низькочастотної вібрації є особливо актуальною, оскільки вона є найбільш небезпечною для людини, так як життєво важливі органи людей мають власні частоти коливань від 2 до 30 Гц. В цих діапазонах людина відчуває дискомфорт, який проявляється у важкості дихання, негативному впливі на зір, захворюванні серцево-судинної системи. А при великих частотах спостерігається шкідливий вплив на органи слуху.

Також дія шуму та вібрації призводить до підвищеної стомлюваності, слабкості, роздратованості, психічним розладам. Більш того, використовуване на суднах дизельне паливо, газоподібні і тверді продукти їх згоряння в силових установках та допоміжних дизель-генераторах, а також хімічні речовини, що перевозяться, підсланеві води, що утворюються, є джерелами хімічного забруднення не тільки навколишнього середовища, але й повітряного простору різних приміщень суден – місць перебування членів екіпажу [4, 5].

Рівень шкідливості шуму та вібрації визначається їх інтенсивністю та тривалістю дії та людину. З цієї точки зору в найбільш несприятливих умовах знаходяться члени машинних команд, а також ті, що несуть вахту у машинно-котельних відділеннях на суднах, що не обладнані системами дистанційного автоматизованого управління енергетичними установками.

Інтенсивний шум в машинних відділеннях, де встановлені двигуни підвищеної шумності, значно знижує чутність та погіршує сприйняття мови, що може стати причиною аварій або нещасних випадків. Наприклад, при рівні шуму в машинно-котельному відділенні, що досягає 110...115 дБ, сприйняття вахтовим мовлення та усних команд різко знижується, а при рівні, що перевищує 116 дБ, повністю припиняється.

Інтенсивна дія вібрації, так само як і шуму, не тільки погіршує самопочуття людини, але й часто призводить до погіршення його здоров'я: порушення обміну речовин, зниження гостроти зору та слуху. В суднових умовах загальна вібрація організму передається внутрішньому вуху людини через кісткову провідність. Тривала робота з обладнанням, що створює підвищений рівень вібрації, може привести до важкого професійного захворювання – віброхвороби, що виявляється в стійких змінах фізіологічних функцій організму, обумовлених порушеннями центральної нервової системи [4].

Підвищені рівні вібрації та шуму на суднах створюють необхідність гігієнічного нормування цих факторів навколишнього середовища [3]. Ці норми встановлюються не тільки з метою захисту екіпажу, але й для захисту корпусних конструкцій, обладнання, приладів.

З метою визначення відповідності віброакустичних параметрів середовища санітарним нормам (ДСТУ 12.1.003-83. Шум. Загальні вимоги безпеки) виконується вимірювання рівня шуму та вібрації. Основним приладом для вимірювання шуму є шумомір. Для вимірювання вібрації застосовують осцилографи, вібрографи, віброскопи і віброметри, а також прилади ШВК-1, ВМ-1, ВШВ-003 [6].

На основі ретельного вивчення шкідливої дії шуму на суднові екіпажі встановлені норми допустимих рівнів шуму на морських суднах, що передбачають величини рівнів шуму для машинно-котельних відділень, жилих, громадських та службових приміщень.

Встановлення якості суднового обладнання по рівням шуму та вібрації виконують, як правило, в період ходових випробувань, а також ремонтів суден та їх обладнання,

відповідно до ДСТУ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки», ДСТУ 31273-2003 «Шум машин. Визначення рівнів звукової потужності по звуковому тиску. Точні методи для заглушених камер» і ДСТУ 31274-2004 «Шум машин. Визначення рівнів звукової потужності за звуковим тиском. Точні методи для ревербераційних камер» [6, 7, 8].

Методика виміру рівнів шуму регламентується ДСТУ 12.1020-79 «ССБП. Шум. Методи контролю на морських суднах». ДСТУ 12.1.012-2004 ССБП визначає умови виміру параметрів вібрації, а також встановлює загальні вимоги безпеки [9, 10].

На основі ретельного вивчення шкідливого впливу шуму та вібрації на суднові екіпажі з урахуванням вимог Держстандарту Санітарними правилами для морських суден встановлені норми шуму та вібрації [11, 12].

Норми встановлюють гранично допустимі величини рівнів шуму та вібрації на робочих місцях екіпажу, в житлових та громадських приміщеннях, зонах відпочинку.

В якості гранично допустимих нормованих величин вібрації на робочих місцях в приміщеннях суден приймаються логарифмічні рівні середньоквадратичного значення віброприскорення або віброшвидкості в октавних смугах зі середньгеометричними частотами 2, 4, 8, 16, 31.5, 63 Гц [11, 13].

Параметрами, що характеризують загальну вібрацію, згідно стандарту [13] є віброприскорення або віброшвидкість, діапазон частот та час дії вібрації.

Гранично допустимі рівні вібрації на суднах встановлюються згідно граничних спектрів (ГС) по віброприскоренню (L_a), дБ, від нульового рівня $a_0 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$ або відповідним величинам віброшвидкості (L_v), дБ, від нульового рівня $v_c = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}$, а також по абсолютному значенню прискорення (a), м/с^2 , або абсолютному значенню швидкості (v), мм/с .

Першому спектру (ГС1) відповідає найбільша допустима вібрація, яка є нормою для енергетичного відділення з безвахтовим обслуговуванням, обладнаним засобами комплексної автоматизації, загальний час перебування одного вахтового не повинен перевищувати 60 хвилин на добу. Найменше значення вібрації відповідає шостому спектру (ГС6) – спальні та медичні приміщення суден I та II категорій (груп) [12].

Нормування шуму на суднах, крім основної задачі – захисту організму людини, має за мету забезпечити чутність встановлюються залежно від призначення приміщення, тривалості дії шуму, умов перебування екіпажу на судні. Найбільш допустимі граничні величини рівнів шуму звукових сигналів.

Допустимі рівні шуму рекомендуються в енергетичному відділенні, найменші – в житлових (спальних) приміщеннях та приміщеннях медичного призначення [11].

Зменшення шуму та вібрації здійснюють за наступними напрямками:

- зменшення шуму та вібрації в джерелах виникнення;
- зміна направленості шуму (екранування) або його ізоляція;
- поглинання шуму;
- раціональне планування судових приміщень та їх віброакустична обробка.

Найбільш радикальною мірою боротьби з шумом та вібрацією на суднах є послаблення їх у джерелах виникнення.

Головними генераторами шуму та вібрації на судні є механізм енергетичної установки, гребні гвинти, системи вентиляції та кондиціонування повітря. Рівні звукової потужності джерел визначаються згідно ДСТУ 12.1.023-80 «Шум. Методи встановлення значень шумових характеристик стаціонарних машин», ДСТУ 12.1.029-80 «Засоби та методи захисту від шуму. Класифікація» [15, 16].

Потужність звукового випромінювання та вібрації судового енергетичного обладнання можна зменшити способами конструктивного, технологічного характеру, а також оптимізацією режимів його експлуатації.

До числа найбільш ефективних заходів зменшення шуму та вібрації у джерелі виникнення можна віднести наступні:

- підвищення віброакустичних якостей машин та механізмів при їх конструюванні та виготовленні (заміна швидких зворотно-поступальних рухів деталей рівномірним обертанням; зменшенням маси елементів, що зіштовхуються; підвищення рівня чистоти обробки поверхонь, що труться та спільна притирка взаємно дотичних деталей; запобігання можливих резонансів);

- впровадження нових видів матеріалів з високими демпфувальними властивостями;

- застосування примусового змащення тертьових поверхонь у з'єднаннях;

- покращення віброакустичних характеристик насосів, вентиляторів і суднових систем вентиляції і кондиціонування повітря;

- застосування віброізоляції та активного захисту.

Віброізоляція здійснюється шляхом введення у коливальну систему додаткового, пружного зв'язку, що перешкоджає розповсюдженню вібрацій від джерела коливання (амортизатори, гнучкі амортизаторні вставки, рукави, дюрити).

Необхідно зазначити, що проведення багатьох заходів по зниженню рівнів вібрації одночасно сприяє і ліквідації шуму.

Ефективним засобом боротьби з шумом є також запобігання його розповсюдження у навколишнє середовище. Це досягається шляхом застосування засобів акустичного захисту: акустичною обробкою приміщень та обладнання, а також застосування глушитель.

Акустична обробка приміщень та обладнання полягає у застосуванні звукоізолюючих та звукопоглинаючих матеріалів, спеціальних ізолюючих вигородок та кожухів з вібро- та звукопоглинаючим покриттям, а також проводиться за допомогою герметизації та звукоізоляції суднових машинних відділень.

Звуко- і віброізоляцію поєднують зазвичай із застосуванням звукопоглинаючих матеріалів для облицювання звукоізолюючих кожухів та вигородок, а також вібродемпфуючих покриттів фундаментів, днищових покриттів та елементів набору корпусу, по яким може розповсюджуватись вібрація і структурний шум [4].

На робочих місцях повинні застосовуватися індивідуальні засоби захисту у всіх випадках, коли член екіпажу зазнає впливу шуму з рівнем більше 80 дБА [11].

Засоби індивідуального захисту екіпажа від шуму в залежності від конструктивного виконання поділяються на:

- протишумові навушники, що закривають вушну раковину зовні;

- протишумові вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід або прилеглі до нього;

- протишумові шоломи і каски.

Висновки. Неприятливе середовище, що може виникнути на судні, впливатиме негативно на екіпаж і відповідно зменшить його працездатність, призводячи до зниження живучості судна. Тому питанням зменшення шкідливої дії шуму та вібрації на людину на флоті приділяється підвищена увага.

Відмітимо, що численні віброакустичні випробовування надають підстави стверджувати, що існує фактичне перевищення рекомендованих санітарних норм по вібрації та шуму. Це призводить до шкідливого впливу даних факторів на екіпаж та на судно в цілому. Тому, на сьогодні, дана проблема залишається актуальною й повністю невирішеною.

Для зниження негативного впливу шуму та вібрації на членів екіпажу судна, морське середовище необхідно використовувати комплекс колективних та індивідуальних засобів захисту з метою зменшення до межі допустимих рівнів впливу згідно показників нормованих величин.

Подальші дослідження шуму та вібрації дозволять більш точно проаналізувати ступінь впливу різних категорій шуму на працездатність екіпажу та визначити найбільш ефективні засоби для забезпечення найсприятливіших умов праці на судні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 1. Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды : монография / [Дмитриев В. И., Леонов В. Е., Химич П. Г. и др.] ; под ред. В. И. Дмитриева, В. Е. Леонова. – Херсон : Видавництво ХДМА, 2012. – 397 с.
2. Костин В. И. Техносферная безопасность на морском транспорте: состояние, проблемы и возможные пути решения / В. И. Костин, В. К. Новиков // Речной транспорт (XXI век), 2011. – № 3 (51). – С. 58-60.
3. Щербакова О. В. Исследование требований санитарных норм, предъявляемых к вибрации и шуму на речном транспорте / О. В. Щербакова, М. К. Романченко // Журнал университета водных коммуникаций. – 2010. – № 1.
4. Иванов Б. М. Основы охорони праці на морському транспорті : підручник / [Б. М. Иванов, М. О. Колегаєв, Ю. І. Касилов, О. І. Иванов]. – Одеса : КОМПАС, 2003. – 416 с.
5. Латухов С.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на морском транспорте : монография / С. В. Латухов, В. А. Никитин, М. О. Соколов ; Под общей редакцией В. М. Ушакова. – СПб. : МАНЭБИП, 2011. – 276 с.
6. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. – М. : Стандартинформ, 2007.
7. ГОСТ 31273-2003. Шум машин. Определение уровней звуковой мощности по звуковому давлению. Точные методы для заглушенных камер. – М. : Стандартинформ, 2005.
8. ГОСТ 31274-2004. Шум машин. Определение уровней звуковой мощности по звуковому давлению. Точные методы для реверберационных камер. – М. : Стандартинформ, 2005.
9. ГОСТ 12.1.020-79. Шум. Метод контроля на морских и речных судах. – М., 1988.
10. ГОСТ 12.1.012-2004. Вибрационная безопасность. Общие требования. – М. : Стандартинформ, 2010.
11. СН 2.5.2.047-96. Уровни шума на морских судах. – М., 1996.
12. СН 2.5.2.048-96. Уровни вибрации на морских судах. – М., 1996.
13. ГОСТ 12.1.047-85. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах и в жилых помещениях морских и речных судов. – М., 1985.
14. ГОСТ 12.4.051-87. Средства индивидуальной защиты органа слуха. – М., 1987.
15. ГОСТ 12.1.023-80. Шум. Методы установления значений шумовых характеристик стационарных машин. – М., 1991.
16. ГОСТ 12.1.029-80. Средства и методы защиты от шума. Классификация. – М., 1980.

Леонов В.Е., Степкова В.В., Сыс В.Б., Сыс Д.Г. АНАЛИЗ ШУМА И ВИБРАЦИИ НА СУДНЕ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ НА ЭКИПАЖ

В работе рассмотрена проблема негативного влияния шума и вибрации на экипаж судна. Произведен анализ основных источников шума и вибрации на судне, а также предложены пути снижения их вредного воздействия.

Ключевые слова: шум, вибрация, диапазон частот вибрации и шума, вибробольность, виброускорение, виброскорость, граничный спектр

Leonov V.E., Stepkova V.V., Sys V.B., Sys D.G. THE ANALYSIS OF NOISE AND VIBRATION ON THE SHIP AND PREVENTION OF NEGATIVE INFLUENCE ON THE CREW

This article is devoted to the problem of the negative noise and vibration influence on the ships crew. Here we analyze the major sources of noise and vibration and offer the ways of reducing their harmful effects.

Keywords: noise, vibration, range of frequencies of vibration and noise, vibration illness, vibroacceleration, vibrospeed, limit spectrum.