

ЕКОЛОГИЧНА ОЦЕНКА ПО ЕМИСИИТЕ НА ВИБРАЦИИ И ШУМ НА ПОСТРОЕНИТЕ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2005 - 2012 Г. В БЪЛГАРИЯ КОРАБИ В РАМКИТЕ НА ПРОЕКТ SILENV

Христо Драганчев, Христо Пировски,
Севдалин Вълчев, Светлозар Янев

Abstract: NPL "Vibrocontrol and diagnostics of machines and equipment" in the period 2009 - 2012 contests the project "Innovative methods of reducing noise and vibration of the ship." The main objectives of the project are:- Develop an adequate estimate models for predicting noise and vibration in residential and official premises of the vessels;- Development of original numerical models for studying the distribution of noise is not within the ports and water;- Development of effective methods for reducing vibration and noise of ships;- Development of new regulations for "green label" ships. For the project's acoustical researches and vibrational states of 171 ships. By NPL "VDMS" were conducted measurements of vibration and noise of 34 ships built in "Rousse Shipyard" and "BULYaRD.Korabostroitelna industry" in the period 2005 - 2012. An analysis of the implementation of the provisions of IMO, ISO and developed in a project SILENV standards for green label.The analysis of the measurement results shows:1.Izsledvanite ships comply with the requirements of IMO-1982 and ISO 6954-2000; 2 Increased requirements of IMO-2010 and SILENV the "Green Label" for noise levels in residential and business premises are not met for approximately 50% of the surveyed areas. Analyzed are the main sources of noise and vibration and recommended measures to reduce them.

Key words: vibration, noise, ships

ВЪВЕДЕНИЕ

Намаляването на въздействието на шума и вибрациите върху човека е част от политиката на Европейската общност [1] за постигане високо равнище на здравеопазването и защита на околната среда. В Зелената книга, посветена на бъдещата политика по шума, Комисията определя шума в околната среда като един от основните екологични проблеми в Европа.

Проект SILENV „Иновативни решения за намаляване на вибрациите и шума (В&Ш) на корабите”, финансиран по 7-ма РАМКОВА ПРОГРАМА на ЕС си поставя за цел чрез разработването на унифицирани методологии за оценка на В&Ш, на методи и технологии за понижаване на В&Ш на корабите и на излъчвания в околната среда въздушен и подводен шум, сравнителен анализ на разходите и ползите от понижаването на В&Ш и отчитайки постоянната практика на изпълнение на законодателството по

отношение на В&Ш на корабите и излъчвания от тях в околната среда въздушен и подводен шум да разработи изисквания за целеви нива на шум и вибрации, свързани с различните видове кораби, при изпълнението на които на кораба да се присъжда „зелен етикет”. Предложените в проект SILENV норми за „зелен етикет” се отнасят за основните видове кораби: търговски, пътнически, фериботи, риболовни, изследователски. В рамките на проекта са изпълнени следните изследвания: изследване на разпространението на В&Ш на корабите и тяхното въздействие върху екипажите и пътниците; изследване на разпространението на въздушния шум от корабите в пристанище и при движение по канали и реки и неговото въздействие върху жилищните райони на урбанизираните територии; изследване на разпространението на излъчвания от корабите подводен шум и неговото въздействие върху морските животни и рибите.

В настоящата статия са представени резултатите от проведените от научнопроизводствена лаборатория „Виброконтрол и диагностика на машини и съоръжения” експериментални изследвания на виброакустичното състояние на построените в Р.България през периода 2005 ÷ 2012 г. търговски кораби.

АНАЛИЗ НА НОРМИТЕ ЗА В&Ш НА КОРАБИТЕ. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА „ЗЕЛЕН ЕТИКЕТ”

Анализът на граничните нива на В&Ш в жилищните и служебните помещения на корабите на различните класификационни организации [2, 3, 4, 5, 6 и 7], показва:

В настоящия момент действащите гранични нива на звуково налягане в служебните и жилищните помещения на търговските кораби на обследваните класификационни и санитарни организации са близки или съвпадат с граничните нива на звуково налягане на ИМО - резолюция ИМО – А.468 [2].

Голям брой от класификационните организации въвеждат класификация по комфорт на корабите в зависимост от измерените по време на ходовите изпитания нива на звуково налягане в служебните и жилищните помещения. За корабите с приемливо ниво на шум и най-нисък клас на комфорт граничните нива на звуково налягане съвпадат с препоръките на ИМО А.468 [2]. Корабите с най-висок клас на комфорт трябва да удовлетворяват нива на звуково налягане с 3 dBA до 10 dBA по-ниско от граничните съгласно ИМО [3, 4, 5, 6,7].

В момента между класификационните и санитарните организации и с участието на ИМО 2009 [2] се обсъждат нови, повишени изисквания за граничните нива на звуково налягане в служебните и жилищните помещения на търговските кораби с цел подобряване комфорта на обитаемост на търговските кораби.

В настоящия момент действащите гранични нива на вибрации в служебните и жилищните помещения на търговските кораби на обследваните класификационни и санитарни организации са близки или съвпадат с

граничните нива на вибрации съгласно ISO 6954; 2000 [8].

Класификационните организации в последните години въвеждат класификация по комфорт на корабите в зависимост от измерените в служебните и жилищните помещения по време на ходовите изпитания нива на вибрации. Корабите с по-висок клас на комфорт трябва да удовлетворяват нива на вибрации два пъти по ниски от граничните съгласно ISO 6954 [3, 4, 5, 6,7].

В таблица 1 са показани граничните нива на шум в жилищните и служебните помещения на корабите съгласно ИМО – А.468, ИМО 2009 и предложените в SILENV норми за „зелен етикет” [11].

В таблица 2 са показани предложените в проект SILENV за получаване на за „зелен етикет” гранични нива на вибрации в жилищните и служебните помещения на кораба.

По долу оценката на виброакустичното състояние на изследваните кораби е направено както по сега действащите норми на вибрации и шум на корабните помещения така и съгласно предложенията за „зелен етикет”.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИБРОАКУСТИЧНАТА ОБСТАНОВКА В ЖИЛИЩНИТЕ И СЛУЖЕБНИТЕ ПОМЕЩЕНИЯ НА ТЪРГОВСКИ КОРАБИ, ПОСТРОЕНИ В Р. БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2005 – 2012 ГОДИНА.

3.1.ОБЕКТИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ.

Проведеното от НПЛ”Виброконтрол и диагностика на машини и съоръжения” в рамките на проект SILENV изследване обхваща група от 32 търговски кораба, систематизирани в 10 серии. В таблица 3 са показани някои основни данни за изследваните кораби: дедуейт; дължина между перпендикулярите; ширина; газене; отношение дължина на машинно отделение/дължина между перпендикулярите; енергонаситеност на корабите ($ap = P_{гд}/D_w$, където $P_{гд}$ е сумарната мощност на главните двигатели (kW) , D_w е дедуейта на кораба (t).

Таблица 1. Гранични нива на шум в жилищните и служебните помещения на корабите съгласно ИМО – А.468, ИМО 2009 и предложените в SILENV норми за „зелен етикет”.

Тип корабно помещение	ИМО А.468	ИМО 2009	SILENV Green Label
	1	2	3
Работни машинни помещения (непрекъснато обслужваеми)	90	-	90
При спрени машини в работните машинни помещения	-	85	-
Машинни помещения(необслужваеми)	110	105	105
Помещения за управление	75	70	65
Работилници	85	80	75
Некласифицирани работни помещения	90	85	75
Навигационен мостик	65	65	60
Радио помещение	60	-	60
Постове, включително крила на мостика и прозорци	70	70	70
Радарно помещение	65	-	60
Кабини и болница(ИМО 2009 – sleeping quarters)	60	55	50
Лечебници	-	60	-
Салет (ИМО 2009 – и други вътрешни жилищни помещения)	65	60	60
Помещения за отдих (ИМО2009 – и за тренировки)	65	65	60
Открити площи за отдих	75	70	70
Офиси	65	65	53
Кухни, без работещо оборудване	75	70	65
Служебни помещения и складове	75	-	75
Некласифицирани помещения	90	-	-

Таблица 2. Гранични нива на вибрации в жилищните и служебните помещения на кораба за „зелен етикет” съгласно SILENV

No	Група	Вид помещение	Допустима стойност на вибрациите (mm/s - RMS)
1	Кабини	Пасажерски кабини	1.0
		Кабини на екипажа	
		Болница	
2	Офиси		1.5
3	Обществени помещения А	Библиотеки	1.5
		Тихи обществени помещения	
4	Обществени помещения В	Ресторант	1.5
		Бар	
		Столова	
		Магазини	
5	Обществени помещения С	Дискотеки	2.0
		Спортен салон	
		Коридор	
		Стълбища	
6	Открити площи	Открити площи за почивка	2.0
		Крила на мостика	
7	Мостик	Мостик	1.5
		Радио помещение	
8	Работни помещения А	Помещение за управление	2.0
		Кухни	
9	Работни помещения В	Провизионни	2.5
		Складове	
		Перални	
		Работилници	
		Гараж	
10	Работни помещения С	Обслужваеми машинни помещения	2.5
11	Работни помещения D	Необслужваеми машинни помещения	3.0

Таблица 3. Основни данни на изследваните кораби

No	Дедукция, tdw	Тип	Година на проектиране	Година на ходови изпитания	Брой кораби	Основни размери, m			L _{EP} /L _{PP}	P _{ME} /DW, [kW/tdw]
						Дължина (L _{PP})	Ширина	Газене		
1	4650 tdw	Сухотоварен кораб	1995	2005÷2007	6	92.5	13.8	5.74	0.134	0.619
2	4850 tdw	Многоцелеви кораб	2004	2006÷2007	3	84.8	15.2	5.64	0.138	0.495
3	4450 tdw	Многоцелеви кораб	2004	2005÷2008	6	95.2	15.2	5.625	0.123	0.539
4	4999 tdw	Танкер-химикаловоз	2003	2005÷2008	4	82	14.6	5.4	0.135	0.384
5	8000 tdw	Многоцелеви кораб	2005	2010÷2011	4	123	15.87	6.8	0.125	0.375
6	4999 tdw	Танкер-асфалтовоз	2001	2008÷2010	2	100.5	15.5	6.25	0.200	0.576
7	9800 tdw	Многоцелеви кораб	2008*	2009	2	113.75	20	8.29	0.172	0.551
8	21100 tdw	Bulk Carrier	2009*	2010	2	159	25	8.51	0.145	0.277
9	43000 tdw	Bulk Carrier	2004*	2007	1	177	30	11.79	0.125	0.193
10	56000 tdw	Bulk Carrier	2007*	2011	2	185	32.2	12.7	0.090	0.159

Корабите от първите 7 серии са с винтовете с регулируема крачка; главните двигатели са четиритактови дизелови; уредбите са със зъбни едностъпални редуктори с вградено задвижване на валогенератор;

електростанцията е с два дизелгенератора, като на ход работи валогенератор. Корабите от последните 3 серии са с винтовете с фиксирана крачка; главните двигатели са нискооборотни дизелови; уредбите са с пряко предяване на винт; електростанциите са с по три дизелгенератора. Всички кораби са с кърмово разположение на машинното отделение като първите 7 са с разположено в носа подрулващо устройство.

При проектирането са приети следните мерки за намаляване на вибрациите и шума на изследваните кораби:

на първите 7 серии еластичен монтаж на главните двигатели (на танкера-химикаловоз монтажът на главните двигатели е твърд); еластичен монтаж на дизелгенераторите; плаващ под на помещенията, разположени на главна палуба и на 2-ра палуба /tweendeck/;

звукоизолация на стените и таваните на жилищните помещения, офисите и навигационните помещения на корабите.

3.2 РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНЕ НА ШУМА И ВИБРАЦИИТЕ В ЖИЛИЩНИТЕ И СЛУЖЕБНИТЕ ПОМЕЩЕНИЯ НА ИЗСЛЕДВАНИТЕ КОРАБИ.

Измерването на шума в помещенията на изследваните кораби е проведено съгласно изискванията на ISO 2923; 1996 [13]. Измерването на вибрациите в жилищните и служебните помещения на корабите е извършено съгласно изискванията на ISO 6954; 2000 [9]. Обемът на измерванията обхваща 100% от служебните и жилищните помещения на изследваните кораби.

Измерванията на вибрациите и шума в жилищните и служебните помещения на изследваните кораби са проведени при мощност на главните двигатели $P_{гд} = 0.85 P_{MCR}$, работещи вентилатори на машинно отделение и вентилатори на помещенията в надстройката.

Резултатите от проведените измервания на шума в помещенията на изследваните серии кораби са сравнени с гранични нива на звуково налягане по помещения в надстройката и в машинно отделение, съгласно препоръките от IMO A.468 [1] и предложените в SILENV норми за „зелен етикет”. За всички корабни помещения са изчислени разликите $\Delta L_{IMO-meas}$ и $\Delta L_{SILENV-meas}$ между граничните нива на шум по IMO A.468 LA,IMO или SILENV и измерените LAmeas

$$\Delta L_{IMO-meas} = L_{A,IMO} - L_{Ameas}$$

$$\Delta L_{SILENV-meas} = L_{A,SILENV} - L_{Ameas},$$

където:

$L_{A,IMO}$ е граничното ниво на звуково налягане в изследваното корабно помещение съгласно препоръките от IMO A.468 [1], dBA;

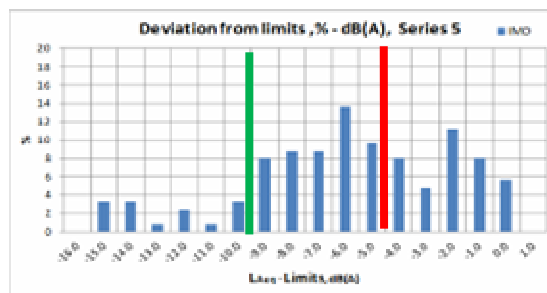
$L_{A,SILENV}$, граничното ниво на звуково налягане в изследваното корабно помещение съгласно предложените в SILENV норми за „зелен етикет”, dBA;

L_{Ameas} , измереното ниво на звуково налягане в изследваното помещение, dBA.

За всяка серия изследвани кораби са построени бар-графи на отклоненията $\Delta L_{IMO-meas}$ по IMO A.468 . На фиг.1 за 8000 tdw многоцелеви кораби серия 5 е показано разпределението на отклоненията $\Delta L_{IMO-meas}$. На същата фигура червената вертикална линия показва нулевата линия на отклоненията от препоръките IMO 2009, а зелената линия - от предложените в SILENV норми за „зелен етикет”.

На фиг.2 са показани бар-графи на процентното разпределение на отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta L_{IMO-meas} > 0$ / $N\Delta L > 0$ / към броя на всички измерени помещения N_{meas} и отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta L_{IMO-meas} < 0$ / $N\Delta L < 0$ / към брой на всички измерени помещения N_{meas} . На същата фигура е показано и процентното разпределение на отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta L_{SILENV-meas} > 0$ / $N\Delta L > 0$ / към броя на всички измерени помещения N_{meas} и отношенията брой на помещенията от дадена

серия кораби с $\Delta L_{SILENV-meas} < 0$ / $N\Delta L < 0$ / към броя на всички измерени помещения N_{meas} .



Фиг.1. Разпределение на отклоненията $\Delta L_{IMO-meas}$ на 8000 tdw многоцелеви кораби серия 5

Резултатите от проведените измервания на вибрации в помещенията на изследваните серии кораби са сравнени с гранични нива на вибрации по помещения в надстройката и в машинно отделение, съгласно нормите на ISO 6954; 2000 [9] и предложени в SILENV норми за „зелен етикет”.

За всички корабни помещения са изчислени разликите $\Delta V_{ISO-meas}$ и $\Delta V_{SILENV-meas}$ между граничните нива на вибрации съгласно нормите на ISO 6954; 2000 [9] или предложените в SILENV норми за „зелен етикет” и измерените средноквадратични стойности на виброскоростта $V_{meas,RMS}$

$$\Delta V_{ISO-meas} = V_{ISO} - V_{meas,RMS},$$

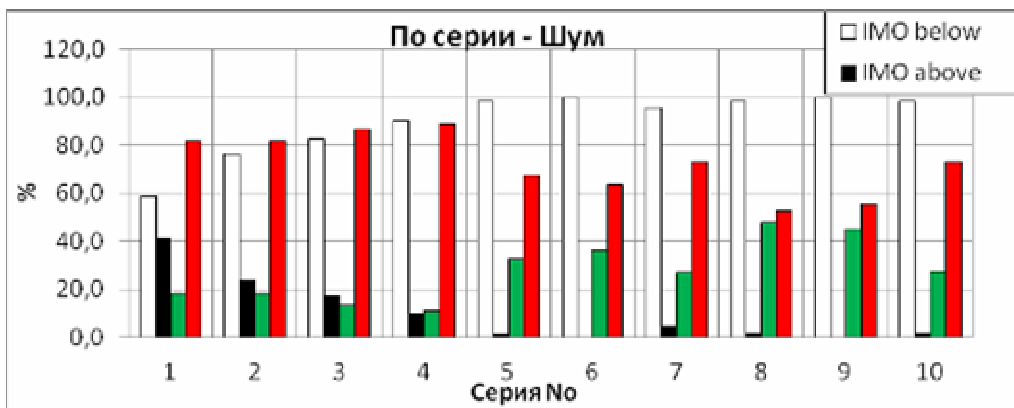
$$\Delta V_{SILENV-meas} = V_{SILENV} - V_{meas,RMS},$$

където:

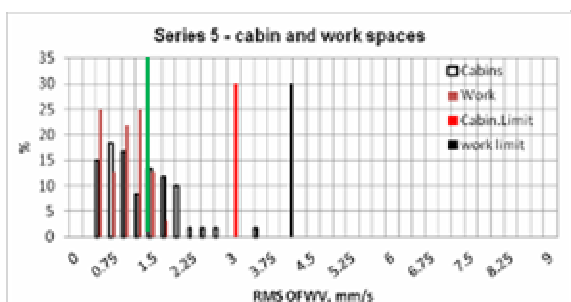
V_{ISO} е граничното ниво на вибрации съгласно ISO 6954; 2000 [9] /горна граница/ за изследваното помещение, mms-1;

V_{SILENV} е предложеното в SILENV гранично ниво на вибрации за „зелен етикет” за изследваното помещение, mms-1.

За всяка серия изследвани кораби са построени бар-графи на отклоненията $\Delta V_{ISO-meas}$ по ISO 6954; 2000. На фиг.3 за 8000 tdw многоцелеви кораби серия 5 е показано разпределението на отклоненията $\Delta V_{ISO-meas}$. На същата фигура червената вертикална линия показва нулевата линия на отклоненията от ISO 6954 – за нивото не предизвикващо коментари, а зелената линия - от предложените в SILENV норми за „зелен етикет”.



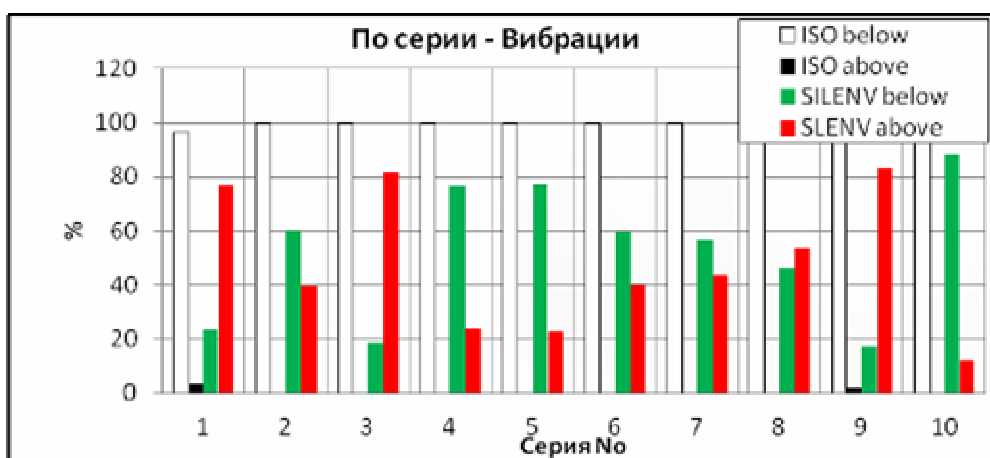
Фиг.2. Бар-графи на процентното разпределение на отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta L_{IMO-meas}(\Delta L_{SILENV-meas}) > 0 / N_{\Delta L > 0}$ към брой на всички измерени помещения N_{meas} и отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta L_{IMO-meas}(\Delta L_{SILENV-meas}) < 0 / N_{\Delta L < 0}$ към брой на всички измерени помещения N_{meas} .



Фиг.3. Разпределение на отклоненията $\Delta V_{ISO-meas}$ на 8000 tdw многоцелеви кораби.

На фиг.4 са показани бар-графи на процентното разпределение на отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta V_{ISO-meas} > 0 / N_{\Delta L > 0}$ към брой на

всички измерени помещения N_{meas} и отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta V_{ISO-meas} < 0 / N_{\Delta L < 0}$ към брой на всички измерени помещения N_{meas} . На същата фигура е показано и процентното разпределение на отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta V_{SILENV-meas} > 0 / N_{\Delta L > 0}$ към брой на всички измерени помещения N_{meas} и отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta V_{SILENV-meas} < 0 / N_{\Delta L < 0}$ към брой на всички измерени помещения N_{meas} .



Фиг.4. Бар-графи на процентното разпределение на отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta V_{ISO-meas}(\Delta V_{SILENV-meas}) > 0 / N_{\Delta V > 0}$ към брой на всички измерени помещения N_{meas} и отношенията брой на помещенията от дадена серия кораби с $\Delta V_{ISO-meas}(\Delta V_{SILENV-meas}) < 0 / N_{\Delta V < 0}$ към брой на всички измерени помещения N_{meas} .

Анализът на резултатите от измерване на шум и вибрации в жилищните и служебните помещения на изследваните кораби показва:

Изследваните кораби, построени в българските корабостроителници през периода 2005 – 2012 г., удовлетворяват действащите към момента на строителство норми за шум и вибрации;

Проблемни са помещенията разположени на палуба твиндек, частично помещенията на главна палуба;

За някои от корабите на са изпълнени нормите за шум на крилата на мостика и на площадките за рекреация, както и на помещенията, разположени в близост до приемните канали на вентилаторите на машинно отделение.

Новите норми за шум IMO 2009 и за вибрации ISO 6954– за нивото не предизвикващо коментари на корабните помещения, които предстои да влязат в сила в близките години, както и предложените в SILENV норми за „зелен кораб” не могат да се удовлетворят с използваните до сега технически решения за намаляване на вибрации и шум.

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Построените в България през периода 2006 – 2012 г. кораби по екологични показатели (вибрации и шум в жилищните и служебните помещения) изпълняват настоящите изисквания на IMO, ISO, класификационните, санитарните и професионалните морски организации

Подобряването на условията за обитаемост на служебните и жилищните помещения на търговските кораби е една от основните тенденции в развитието на нормативната база на IMO, ISO и класификационните, санитарните и професионалните морски организации. Тази тенденция води до неуклонно намаляване на граничните нива на шум и вибрации на корабите и търсене на нови ефективни решения за понижаване нивата на шум и вибрации в служебните и жилищните помещения на търговските кораби.

Бъдещото развитието на нормативната база по показателите вибрации и шум е свързано повишаване изискванията за комфорт на търговските и пътническите кораби и разширяване на контролираните

виброакустични характеристики на корабите чрез контрол на излъчвания въздушен шум на стоянка и при движение по реки, канали и в крайбрежната зона, контрол на излъчвания от корабите подводен шум и регулиране на трафика на кораби и малки плавателни съдове в зони на обитаване на морски животни и в резервати.

Българската корабостроителна индустрия трябва своевременно да се подготви към предстоящите промени на нормативната база по показателите вибрации и шум – въвеждане на гранична честотно претеглена средноквадратична стойност на виброскоростта 3 mm/s за жилищните и 4 mm/s за служебните помещения, намаляване на граничните нива на звуково налягане с 5 dBA. . Изпълнението на тези норми изисква въвеждането на фаза проектиране на ефективни числени методи за моделиране и анализ на вибрациите и шума и използване на нови ефективни методи и средства за повишаване звукоизолацията и звукопоглъщането на корабните конструкции, намаляване на виброактивността на корабните машини и обзавеждане.

Политиката на Европейския съюз за намаляване на емисиите от шум и вибрации в транспорта, резултат от която е и финансирането проект SILENV, позволява да се прогнозира, че приемането разработените препоръки за „зелен етикет” на търговските кораби е в дневния ред на ЕС. За тяхното изпълнение е необходима промяна в стратегията на научните изследвания, на проектирането и строителство на корабите в България.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторите са признателни на Европейския съюз и Министерството на образованието, младежта и науката на Р. България, които финансираха научните изследвания по проект SILENV /Иновативни методи за намаляване на вибрациите и шума на корабите/, резултатите от който са представени в настоящата статия. Авторите изразяват своята благодарност на Корабостроителница РУСЕ и БУЛЯРД Корабостроителна индустрия за оказаното съдействие за провеждане на експерименталните изследвания в рамките на проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Директива 2002/49/ЕС на Европейския парламент и на Съвета на Европа от 25 юни 2002г. относно оценка и управление на екологичния шум.
2. ИМО (1981), ИМО Resolution A.468(XII): Code on Noise Levels on Board Ships.
3. ИМО (2009). Document DE 53/10 Proposal for the development of amendments to SOLAS regulation II-1/36 and a revision of the Code on noise levels on board ships.
4. Lloyd’s Register, Ship Vibration and Noise, Guidelines Notes, July 2006, Revision 2.1.
5. American Bureau of Shipping, Guide for Crew Habitability on Ships, 2003.
6. Bureau Veritas, Rules for the Classification of Ships, Part F Additional Class Notations, February 2003.
7. Det Norske Veritas, Rules for Classification of Ships, Part 5 Charter 12 , Comfort Class, January 2011.
8. ISO 6954 – 1984, Mechanical vibration – Guidelines for the measurement, reporting and evaluation of vibration with regard to habitability on passenger and merchant ships.
9. ISO 6954 – 2000 (E), Mechanical vibration – Guidelines for the measurement, reporting and evaluation of vibration with regard to habitability on passenger and merchant ships.
10. ISO 2923 – 1996, Acoustics – Measurement of noise on board vessels.
11. SILENV GREEN LABEL. Rules for the notation of ships. 2012.
12. Э.А.Гомзиков, Г.Д.Изак, проектирование противощумового комплекса судов, Судостроение, Л.,1981.

За контакти:

9010 Варна, ул. “Студентска” 1
Технически университет -Варна
hristo.draganchev@tu-varna.bg
Assoc. prof. Hristo Draganchev
Mobile: +359 887 668299