

7. Резюмета на научните трудове

А. ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- A.1 **Пировски Х.**, Драганчев Х., "Изследване на връзката между вибрациите на механизми в корабното машинно отделение", Методы средства оценки состояния энергетического оборудования, Сборник статьи, Петербург 2008, ISBN 978-5-88718-008-8, стр. 113-121
- A.2 **Ch. Pirovsky**, S. Valchev, H. Draganchev and Sv. Yanev, "Design Of Anti-Vibration And Anti-Noise Complex Onboard Vessels" – MARNAV 2012, International Conference on Advances and Challenges in Marine Noise and Vibration, MARNAV 2012, Glasgow, Scotland, UK, 5-7 September, 2012 , p.31-41
- A.3 **Ch. Pirovsky**, S. Stefanov, H. Draganchev, S. Valchev, "Numerical modeling of ship's vibrations and model validation by full-scale dynamic test", The International Conference on Noise and Vibration Engineering, Leuven, Belgium, 17 - 19 September, 2012, p. 3223-3237
- A.4 **Х. Пировски** "Изследване влиянието на неуравновесените сили и моменти на еластично монтиран двигател върху вибрациите на кораба", Механика на машините" год XXII, книга 3, 2013, ТУ-Варна, ISSN 0861-9727, стр. 113-121

Б. ПУБЛИКАЦИИ РАВНОСТОЙНИ НА МОНОГРАФИЧЕН ТРУД НА ТЕМА "ВИБРАЦИИ И ШУМ НА КОРАБА. РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА ШУМА В ОКОЛНАТА СРЕДА"

- Б.1** Н. Draganchev, S. Valchev, **Ch. Pirovsky**, "Experimental and theoretical research of noise emitted by merchant ships in port", The 19th International Congress on Sound and Vibration – ICSV19, Vilnius, Lithuania, 08-12 June 2012, p.1-8

Резюме

Съвременните градове са наситени с множество мобилни и стационарни източници на шум, въздействието на които върху акустичната обстановка на населените места създава акустичен дискомфорт за жителите.

С цел намаляване на вредното въздействие на шума и подобряване условията на живот в населените места с Директива 2002/49/ЕС на Европейския парламент се определи общ подход за избягване и предотвратяване на вредните въздействия на различните видове шум в околната среда. Основното внимание в директивата се обръща на автомобилния, железопътния, въздушния трафик, локални и промишлени източници. Влиянието на излъчвания шум от корабите при движението им по реки и канали не се нормира. Шумът, излъчван от корабите в пристанище се приравнява към шум от локални и промишлени източници.

Настоящото изследване има за цел оценяване на основните източници на шум на корабите при престой на пристанище, както и на източниците на шум при преход по канали и реки. Изследването включва разработване на метод за измерване на пристанищния шум, измерване на пристанищния шум на търговски кораби, числено изследване на разпространението на шума, излъчван в околната среда и по специално в урбанизирани територии.

Обекти на изследването са: 8000dwt многоцелеви кораб, 4500t танкер-асфалтовоз, 22000dwt кораб за насипни товари

Проведените експериментални и числени изследвания на разпространението на външния шум на търговски кораби в околната среда позволи да бъдат направени следните изводи и препоръки:

- основните източници на шум, определящи акустичното поле на търговски кораб, акустирал в пристанище, са вентилаторите на хамбарите и вентилаторите на машинно отделение;
- наличието на контейнери на главна палуба, както и наличието на сгради и други отразяващи шума от кораба повърхности съществено променят характера на шумовото поле и повишават нивото на излъчвания в пристанище шум;
- пренебрегването на отразяващи шум повърхности в 3D модела на кораба при численото изследване на излъчвания от кораба шум понижават точността на изчисленията;
- като се има предвид, че пристанищата, особено в градове със стара история, практически са разположени в жилищната част на градовете, е необходимо в нормативните документи на ЕС и страните членки при разработване на шумовите карти задължително да се отчита и влиянието на шума от водния транспорт. Освен това е необходимо въвеждането на норми за допустимо ниво на външния шум на корабите.

- Б.2** S. Valchev, Ch. Pirovski, H. Draganchev and Sv. Yanev “Analysis of possibilities for increasing the requirements for vibroacoustic comfort on board small merchant vessels”, International Conference on Advances and Challenges in Marine Noise and Vibration – MARNAV 2012, Glasgow, UK, 5-7 September, 2012

Резюме

Вибрациите и шума са едни от основните неблагоприятни фактори на околната среда, оказващи вредно влияние върху здравословното състояние на членовете на екипажа на търговските кораби. Поради това при проектирането на корабите се обръща особено внимание на изпълнение на нормите за допустими вибрации и шум. Класификационните организации, наблюдаващи проектирането и строителството на новите кораби, въз основа на резултатите от измерване вибрациите и шума на корабите по време на ходовите им изпитания издават свидетелство за съответствие на кораба с нормите на вибрации и шум. Съвременните кораби са наситени с множество източници на вибрации и шум, въздействието на които върху виброакустичната обстановка в служебните и жилищните помещения създава дискомфорт. Това води до влошаване на условията за възстановяване и повишаване заболяемостта на екипажа.

Целта на настоящото изследване е оценяване на възможностите за подобряване на условията на труд и почивка на членовете на екипажите им чрез повишаване на изискванията за допустими нива на шум и вибрации в жилищните и служебните помещения на малки търговски кораби.

В публикацията е направен анализ на стандартите и препоръките на IMO, ISO и класификационни организации за допустими нива на вибрации и шум в жилищните и служебните помещения на корабите. За реализиране на поставената цел са проведени експериментални и теоретични изследвания на вибрациите и шума на 32 търговски кораба от различен тип, проектирани след 2000г. и построени в България. Изследванията са проведени през периода 2005 ÷ 2012 година от научноизследователски колектив към лаборатория "Виброконтрол и диагностика на машини и съоръжения" при Технически Университет - Варна. В публикацията се анализират възможностите за завишаване на изискванията по показателите на околната среда вибрации и шум в помещенията на търговски кораби.

Проведените анализи позволяват да бъдат направени следните заключения:

- 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, 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.
- в настоящия момент българската корабостроителна индустрия без съществено повишаване на разходите за строителство изпълнява изискванията за гранична честотно претеглена средноквадратична стойност на виброскоростта 3 mm/s за жилищните помещения и 4 mm/s за служебните помещения.

Изпълнението на поставената цел, понижаване на граничните нива на звуково налягане на IMO Resolution A.468(XII) с 5 dBA, е изпълнима задача. Реализацията на тази цел може да се постигне на фазата на техническо проектиране чрез използване на ефективни числени методи за моделиране и анализ на вибрациите и шума, както и нови ефективни методи и средства за повишаване звукоизолацията и звукопоглъщането на корабните помещения.

- Б.3** Sevdalin Valchev, Aglaya Badino, **Christo Pirovsky**, Hristo Draganchev, "Harbour Noise Investigation Of Merchant Ships", International Jubilee Congress "Science and Education in the Future" Technical University of Varna, Bulgaria, 4-6 October, 2012, p.200-208

Резюме

Излъчваният от търговските кораби шум в околното пространство определя в значителна степен шумовите емисии в пристанища, в градските райони в близост до пристанищата и в околната среда по време на престоя на корабите.

Настоящото изследване има за цел оценяване на различните подходи за моделиране и числено пресмятане на излъчвания шум от корабите при престой в пристанище.

Изследването представено в настоящата публикация включва:

- числено изследване на пристанищния шум, като са използвани два подхода за моделиране на кораба и източниците на шума;
- провеждане на експериментални изследвания на пристанищния шум на многоцелеви кораб;
- сравняване на числените и експерименталните изследвания.

Методиката за пресмятане на излъчвания шум от 8000t многоцелеви кораб в пристанище се основава на моделиране на излъчването на шум в околната среда от транспортни и промишлени източници на шум. Пресмятането е извършено с помощта на програмната система LIMA v5 на Bruel&Kjaer. При пресмятането външния шум корабът се моделира като тримерен обект, заобиколен от едната страна с вода (отразяваща повърнност без звукопоглъщане) и земя с частично звукопоглъщане в зависимост от звукопоглъщащите характеристики на земята, застроена със сгради, тримерно моделирани.

Направено е паралелно пресмятане на излъчвания шум посредством ray-tracing simulator: софтуер SoundPlan v6.5 от изследователи на Университета в Генуа. Моделът също е триизмерен, но е представен по-подробно. Източниците на шум се моделират като точков източник, линеен и повърхнинен.

Проведени експериментални изследвания на пристанищния шум на многоцелеви кораб позволиха да бъдат сравнени получените по двата числени подхода прогнозни оценки с експериментално измерените, както и да бъдат формулирани следните по-важни изводи:

- използването на програмни продукти за изчисляване на нивото на шум в населените места от автомобилния и железопътния транспорт и промишлени обекти за изчисляване на външния шум на корабите в пристанище или при движение по реки и канали позволява получаване на адекватни резултати за звуковото поле, излъчвано от корабите.
- при разработване на 3D модела на кораба задължително трябва да се моделират отразяващите повърхности като площадки на палубите, клапи на вентилационните канали и други.
- необходимо е прецизно оценяване на източниците на шум, особено на източниците с повърхностно излъчване на шум.

- Б.4** Хр. Драганчев, **Хр. Пировски**, С. Вълчев, Св. Янев, „Екологична оценка по емисиите на вибрации и шум на построените през периода 2005-2012 г. в България кораби в рамките на проект SILENV”, Сборник статии, Серия "Технически Науки", Известия на съюза на учените - Варна,1'2012, ISSN 1310-5833, стр. 127-134

Резюме

В публикацията са разгледани допустимите нива на вибрации шум и звукоизолация в жилищните и служебни помещения на корабите. Представена е методика за оценка на пристанищния шум разработена в рамките на проекта SILENV, както и препоръки за въвеждане на гранични нива на въздушния шум от корабите в пристанище и при движение по канали и реки. Освен оценка на въздушния шум е представена и методика за оценка на шумът излъчван под вода, влияещ съществено на морските бозайници. Предложени са честотно зависими гранични нива на излъчвания подводен шум.

Сравняването на нормативните изисквания с проведени експериментални изследвания на кораби от търговския флот позволи да бъдат формулирани следните изводи и заключения:

- построените в България през периода 2005 – 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.

- Б.5** Хр. Драганчев, **Хр. Пировски**, С. Вълчев, Св. Янев, "Холистичен подход за намаляване на вибрациите и шума на корабите", Национална научно-техническа конференция "Акустика" 2013, бр. 15, год XV, 2013, ISSN 1312-4897, стр.27-34

Резюме

Изпълнението на задачата „Холистично намаляване на шума и вибрациите“ - една от директивите към 7-ма Рамкова програма на тема “Транспорт”, изисква разглеждане на технологиите и методите за намаляване на шума и вибрациите в корабните помещения, технологиите и методите за намаляване на излъчвания от корабите въздушен шум на стоянка в пристанище или при движение по реки и канали, както и на излъчвания подводен шум, въздействащ върху морските бозайници. Проектът SILENV на ЕК разглежда технологиите и методите за намаляване на шума и вибрациите в тяхната цялост, а не като сбор на самостоятелно разработени технологии и технически решения, удовлетворяващи изпълнението на всяка подзадача сама за себе си.

От методологична гледна точка, холистичният подход за намаляване на шума и вибрациите на корабите включва следните главни компоненти:

- изследвания, методи и технологии за намаляване на шума и вибрациите на корабните помещения, на излъчвания въздушен и подводен шум. Техничко-икономически анализ на предлаганите решения;
- методологии за прогнозиране на нивата на шум и вибрации в корабните помещения;
- методологии за прогнозиране на въздействието на излъчвания от корабите въздушен и подводен шум върху околната среда;
- усъвършенстване на регулаторната рамка на ЕС, въвеждане на „зелен етикет“ на корабите и разработване на пътна карта намаляване на шум и вибрациите на фаза проектиране.

Основните научни и научно-приложни приноси, постигнати при изпълнението на проекта, се състоят в следното:

- разработена и верифицирана е методология за теоретичен анализ и числено пресмятане на вибрациите и шума (В&Ш) в корабните помещения на търговските кораби, въздушния шум на корабите и неговото разпространение в урбанизираните територии. Резултати от числените изследвания са приложени при проектирането и строителството на 8000tdw многоцелеви кораб, построен от "Корабостроителница Русе" ЕАД.
- систематизирани са в база данни резултатите от измерване на В&Ш в корабните помещения на изследваните кораби.
- направена е екологична оценка на построените в България през последните 6 години 10 серии търговски кораби по показателите В&Ш, която показва къде се намира българското корабостроене на настоящия етап на нормиране, както и колко изостава от предложените за утвърждаване от ИМО по-строги норми за В&Ш.
- числено и експериментално е изследвано разпространението на външния шум от корабите в урбанизираните територии около пристанище.
- проведени са измервания в експлоатационни условия и е оценен излъчвания от 2 типа търговски кораби подводен шум;
- формулирани са правила за намаляване на В&Ш в корабните помещения на фазата на техническото и работното проектиране с цел изпълнение на техническите изисквания.

- Б.6** Хр. Драганчев, **Хр. Пировски**, С. Вълчев, "Осигуряване на условията за обитаемост на офшорни съоръжения по показателите на шум и вибрации", Международна научнопрактическа конференция "Съвременни технологии в офшорната индустрия", ВВМУ "Н. Й. Вапцаров", доклади, 3-5 Октомври, Варна, 2013, ISBN 954-8991-78-0, стр. 153-162

Резюме

Предмет на настоящото изследване се явяват изискванията за осигуряване на условията за обитаемост на офшорните съоръжения по показателите вибрации и шум.

Необходимо е да се отбележи, че за осигуряване на безопасни условия на труд и почивка на екипажите и пътниците на търговските кораби по показателите вибрации и шум през годините се обръща особено внимание. Международната морска организация в резолюция ИМО – А.468 е разработила гранични нива на шума в жилищните и служебните помещения на търговските кораби, които са актуални и в момента. От 2009 г. тече обсъждане на предложение за коригиране на граничните нива на шум като документът ИМО (2009)DE 53/10 е в процес на утвърждаване от страните членки на ИМО.

Поставените цели в настоящото изследване са:

- анализ на развитието на нормите за вибрации и шум в помещенията и на откритите площадки на офшорните съоръжения;
- анализ на нормите за излъчвания от търговските кораби въздушен и подводен шум
- анализ на източниците на шум;
- формулиране на основните задачи пред проектантите за изпълнение на изискванията на Класификационните организации за осигуряване на изискванията за обитаемост на работните и служебните помещения по показателите вибрации и шум.

Извършен е анализ на нормите за допустими нива на вибрации и шум в жилищните и служебните помещения, на работните и рекреационни открити площадки на офшорни съоръжения, както и на излъчвания от тях в околната среда подводен и въздушен шум.

Направен е подробен анализ на основните източници на вибрации и шум на платформите за сондиране, добив на въглеводороди и ремонтни дейности и са систематизирани основните методи за намаляване на шума и вибрациите на фазата на проектиране. Изготвена е оценка за ефективността на предложените решения за намаляване на вибрациите и шума.

Постигнатите основни резултати от проведеното изследване могат да бъдат обобщени както следва:

- направен е анализ на изискванията на класификационните организации относно комфорт показателите - вибрации и шум. Установена е тенденция на непрекъснато намаляване на граничните нива на вибрации и шум в жилищните и служебните помещения на платформите, която поставя на преден план развитието на ефективни методи за намаляване на нивата на вибрации и шум в източника и на платформата като цяло.
- анализирани са основните методи за намаляване на вибрациите и шума на източниците, както и на платформата като цяло като е определена ефективността на всяко от предложенията.

- Б.7** M. André, E. Baudin, P. Beltran Palomo, R. Dambra, M. Delente, T. Gaggero, E. Haimov, J. Hallander, M. Houben, S. Ianniello, S. Jimenez Caballero, **Ch. Pirovsky**, A. Rantanen, E. Rizzuto, O. Turan, "Holistic noise and vibration abatement within the EU 7FP. The SILENV Project: Ship Innovative soLutions to rEduce Noise and Vibrations, Transport Research Arena, April 2014, Paris, p. 2-10

Резюме

Транспортът има основен принос към шумовото замърсяване. Предотвратяването на разпространението на шума и вибрациите естествено се явява важна цел за хармонизиране на наземния транспорт с екологичните норми. Проектът SILENV е в отговор на това изискване по отношение на водния транспорт. Последниците от въздействието на шума и вибрациите във водния транспорт имат многобройни аспекти.

Емисиите на шума и вибрациите въздействат дискомфортно както на пасажерите и екипажа, така и на жителите на района на пристанището. Нещо повече, увеличаването на корабния трафик генерира подводен шум причиняващ груба намеса в жизнената среда на подводните обитатели и най-вече на репродуктивните им способности. В проектът е използван холистичен подход за оценка проблема за намаляване замърсяването от шума и вибрациите създавани от корабите.

Деятността по проекта е организирана в пет работни пакета.

В първия работен пакет е направен преглед на съществуващите изисквания и регулаторни норми по отношение на вибрациите и шума. Направена е идентификация на влиянието на шума и вибрациите на корабите и са определени основни индикатори и инструменти за оценка влиянието на шума и вибрациите.

Основната задача във втория работен пакет е създаването на база данни за емисиите на вибрациите и шума излъчвани от различен тип кораби от европейския граждански флот. Общият брой изследвани кораби е 171. На много от корабите са проведени специфични измервания имащи за цел изготвянето на пълна характеристика за шума и вибрациите на борда, шума разпространяван по въздух и вода.

Третият работен пакет се отнася за технически решения и средства за контрол на емисиите. За всяко решение са проведени индивидуални анализи и технически оценки отнасящи се до: гребните винтове (движители), машинното оборудване, изпускателните колектори и газоотвеждащи системи, климатичните и вентилационни системи, формата на корпуса и др.

Четвъртият работен пакет касае въпроси свързани с численото моделиране и прогнозиране на емисиите на вибрациите и шума излъчвани в корабното пространство и околното въздушно и водно пространство. Фактическото усещане за шум и вибрации е оценено посредством богата извадка от анкети попълнени от екипаж и пасажери на различни кораби от гражданския флот.

Петият работен проект е заключителен. Неговата цел е да обобщи всички технически решения и препоръки и да финализира изготвянето на единни изисквания за издаване на екологична оценка - "Зелен етикет", касаеща нивата на шум и вибрации в кораба и нивата на шума в околното въздушно и водно пространство.

Б.8 Драганчев Х., Пировски Х., "Оценка на акустичната обстановка в района на ветроенергийните станции и прилежащите жилищни територии", Научна сесия на ТУ-Варна, Октомври 2003, ISSN 1311-896X, стр. 356-363

Резюме

През последните години енергията от вятъра се превърна в реалистична алтернатива на тази произвеждана от ТЕЦ. Глобално, ветровата енергия не оказва вредно влияние на околната среда. В локален аспект обаче, начинът на добиване на енергията е свързан със следните отрицателни въздействия върху човека и фауната:

- шумово и вибрационно замърсяване;
- електромагнитно замърсяване;
- светлинен дискомфорт породен от движещата се сянка на витлата, особено при ниско слънцестоене;
- неестествена за човека промяна на ландшафта;
- влияние върху орнитофауната.

В настоящата научна разработка разглежда шумовото и вибрационното замърсяване на разположените в близост до урбанизирани територии ветроенергийни станции. В този аспект са поставени основните цели на настоящата разработка:

- изграждане на методика за оценка на акустичната обстановка в районите около ветроенергийните станции;
- анализ на методите и средствата за намаляване на нивото на шума около станциите.

Представена е методика за оценка на шума, условията при които е допустимо да бъдат извършвани измервания, както и хигиенни норми за допустимите нива на излъчвания шум.

Предложена е методика за изработване на шумови карти, отчитаща звуковата мощност на точкови и/или линейни източници, тяхното пространствено разположение, насоченост на звуковото поле, скорост на вятъра, граници на обследваната територия и др. На основата на предложената методика е създадено програмно приложение за автоматизирано пресмятане на нивата на излъчвания шум в равнинна мрежа от точки, както и автоматично генериране на шумова карта с изофонични линии.

За случаите на шумово замърсяване над хигиенните норми са предложени методи и средства за намаляване на шумовото въздействие свързани с оптималното разположение на ветроагрегатите, използване на шумозащитни залесителни пояси, използване на агрегати със система за намаляване на шумовото въздействие при определени скорости на вятъра, избор на агрегати с по-ниски нива на шум, изключване на определени агрегати и др.

За целите на акустичната оценка в жилищните територии и местата за отдих е тестван разработеният програмен продукт за изготвяне на шумови карти при проектирането на ветроенергийна станция гр. Балчик. Извършени полеви измервания показаха добро съвпадение с аналитичните резултати.

Б.9 Пировски Х.А. "Методика за оценяване изменението на комфорта в жилищните територии от въздействието на шум и инфразвук излъчван от компресорни станции", Национална научно-техническа конференция "Акустика" 2015, бр. 17, год XVII, 2015, ISSN 1312-4897, (под печат)

Резюме

Компресорните станции и приемни терминали на обектите от газопреносната промишленост излъчват шум в целия честотен диапазон. Поради съображения за безопасност компресорните станции се строят извън населени места. Нерядко това са тихи зони предназначени за отдих и почивка в близост до агломерации. Изграждането на приемните терминали на газопроводите преминаващи по дъното на големи водни басейни се извършва в непосредствена близост до морския бряг, което също не съответства с развитието на крайбрежните територии като зони за активен отдих и възстановяване. Съгласно действащата нормативна уредба, шума в жилищните територии се оценява по допустимите нива, но не се отчита какво е нивото на фоновия шум в обследваната територия преди въвеждането в експлоатация на промишленото съоръжение. Голямата разлика между фоновото ниво шума и нивото при работа на компресорната станция определят влошаване на шумовия комфорт, независимо от изпълнението на допустимите стойности.

Основната цел на настоящото изследване е разработване на методика за оценяване изменението на комфорта в населените територии около компресорни станции и терминали по параметрите на шум, инфразвук и нискочестотен шум. Предложена е методика за оценяване изменението на комфорта в жилищните територии от въздействието на шум и инфразвук излъчван от компресорни станции, като са дефинирани четири оценъчни зони.

Проведените числени и експериментални изследвания на шума в районите около разглежданата компресорна станция показват, че въпреки изпълнението на предвидените нормативни изисквания съгласно Наредба №6 [2] по отношение на шума за три от населените места - обект на изследването, е налице чувствителна промяна на комфорта в две от тях - разположени на 2.5km от компресорната станция. За тях е установена зона на комфорт С, определяща висока вероятност от жалби на граждани. В населеното място отдалечено на повече от 4km се установява зона на комфорт А по показателите на шум, инфразвук и нискочестотен шум.

Анализът на резултатите позволява да бъдат формулирани следните по-важни изводи:

- за постигане на нива на комфорт в населените места около компресорни станции и терминали се препоръчва изграждане на разстояние не по-малко от 4km;
- предложената методика може да бъде използвана и при оценка на изменението на комфорта по показателя шум излъчван не само от компресорни станции, а и от други промишлени източници с непрекъснат режим на производство, разположени в близост до населени места и зони за отдих и почивка;
- методиката представя по-обективна оценка на въздействието на шума излъчван от промишлени източници върху здравето и комфорта на гражданите.

Б.10 Пировски Х.А. "Изследване въздействието върху околната среда на източниците на шум от компресорни станции и газоразпределителни терминали ", "Акустика" 2015, бр. 17, год XVII, 2015, ISSN 1312-4897, (под печат)

Резюме

Шумът от технологичното оборудване на компресорните станции и приемните терминали от газопреносната мрежа оказва съществено влияние върху околната среда. Правилната оценка на въздействието на шума е определящо за запазване на биоразнообразието в природата, както и здравето на хората живеещи и работещи на територията в близост до компресорните станции и приемни терминали.

Настоящото изследване е проведено с цел оценяване на значимостта на основните източници на шум от компресорни станции и приемни терминали при разпространението на шума и инфразвук в околната среда. Реализирането на целта е осъществено чрез:

- разработване на методика за оценка разпространението на шум, инфразвук и нискочестотен шум излъчван от компресорни станции и приемни терминали ;
- анализ на източниците на шум от компресорни станции и приемни терминали;
- числено изследване на въздействието на отделните източници на шум върху акустичната обстановка в прилежащите територии.

Предложеният метод за прогнозиране на нивото на шума по територията на застрояване на приемния терминал и компресорните станции и по територията в близост до жилищни зони се основава на зависимостите на акустиката за разпространение на шума от точков и линеен източник в свободно звуково поле. В публикацията е представена блок-схема на програма за оценка на шума излъчван от компресорни станции и терминали.

В публикацията е представено числено изследване на влиянието на основните източници на шум в КС и ПТ както в прилежащите урбанизирани територии, така и на територията на промишлените обекти. За провеждане на изследването е използвана предложената методика за пресмятане на разпространението на шума. За оценка влиянието на основните източници на шум, в статията е представено изследване на следните варианти на шумово въздействие: от всички източници; от голямогабаритна спирателна арматура и тръбопроводи; от апаратите за въздушно охлаждане, както и от групата ГТКА.

С цел намаляване шумовото въздействие от така определените основни източници - арматура и открити тръбопроводи, е препоръчан комплекс от мерки включващи:

- използване на арматура с по-ниско ниво на излъчваната звукова мощност;
- използване на тръби с по-голям диаметър, както и колена с по-голям радиус за редуциране скоростта на потока;
- звукопоглъщащи екрани около голямогабаритната арматура и откритите тръбопроводи;
- използване на звуко и вибропоглъщаща обmazка.

Проведеното числено изследване на въздействието на източниците на шум от КС и ПТ позволява да бъдат формулирани следните по-важни изводи:

- основни източници на шум в КС и ПТ се явяват спирателната арматура и откритите технологични тръбопроводи на транспортирания газ;
- шумът излъчван от апаратите за охлаждане на газа и групата източници ГТКА оказва значително по-слаб ефект върху прилежащите територии;
- за гарантирането на санитарните норми на шум на територията на КС и ПТ е необходимо въвеждане на комплекс от мерки за понижаване нивото на излъчения шум от арматурата и откритите технологични тръбопроводи.

В. ПУБЛИКАЦИИ В ОБЛАСТТА НА ВИБРОДИАГНОСТИКАТА И КОНТРОЛА НА ТЕХНИЧЕСКОТО СЪСТОЯНИЕ НА МАШИНИ И КОНСТРУКЦИИ.

- В.1** Драганчев, **Пировски**, Марков „Изследване на напрегнатото и деформирано състояние на пакети лопатки“, годишна научна сесия на ТУ-Варна, 2004, ISSN 1311-896X , стр. 592-598

Резюме

Роторите на турбините, турбинните лопатки и свързващите ги в пакет бандажни пластини са подложени на променливи по величина натоварвания от действието на центробежните сили, налягането на парата и топлинните натоварвания при пускане, експлоатация на различните режими на натоварване на турбината и при спиране.

Тези циклични натоварвания предизвикват в материала повреди от малоциклова умора, в резултат, на което могат да настъпят различни по характер повреди, като скъсване на бандаж, пукнатини в корена и в основата на лопатките, скъсване на лопатките, които в някои случаи водят до значителни аварии. Изследването на динамичното напрегнато състояние на системата диск – лопатки – бандаж позволява още на фазата на проектиране да се симулират възможните режими на работа на турбината и да се предприемат конструктивни мерки за гарантиране на ресурса им.

Целта на настоящото изследване е на базата на метода на крайните елементи да се изработи адекватен разчетен модел, описващ свойствата на съставната система диск - лопатки – бандаж, с отчитане на хлабините и условията на контакт между детайлите.

Разработена е методика за изграждане на крайноелементен модел на съставна конструкция диск на ротор на турбина-лопатки-бандажна пластина за анализ на статичното и динамично напрегнато състояние на отделните детайли. Методиката е апробирана при изследване на напрегнатото състояние на пакет лопатки от IV-то стъпало на ротор ниско налягане на турбина К-1000-60/1500-2 на V-ти блок на АЕЦ. Сравнението на резултатите от численото изследване на свободните трептения на пакета лопатки с експериментално-измерените. Разработената методика, за изграждане на крайноелементен модел на пакет лопатки с достатъчна за практиката точност, позволява определянето както на статичното, така и на динамичното напрегнато и деформирано състояние на елементите им.

Адекватността на крайноелементния модел се потвърждава от незначителната разлика между разчетно-определената и експериментално-измерената първа честота на свободните трептения (разликата е по-малка от 2 %).

Разработеният механоматематичен модел на пакета лопатки позволява решаването на следните задачи:

- пресмятане на статичното напрегнато и деформирано състояние на детайлите от пакета;
- определяне на честотите и формите на свободните му трептения;
- пресмятане на динамичното напрегнато и деформирано състояние на детайлите от пакета;
- моделиране на аварийни състояния на пакета;
- определяне на ресурса на пакета турбинни лопатки.

- В.2** Трънулов, Трендафилов, Драганчев, **Пировски**, Марков „Якостна проверка на конструктивна система „мачти-такелаж“ на тримачтов ветроходен кораб“, АМКО 2004, Сборник доклади, Декември 2004г. , стр. 23-31

Резюме

Определянето на размерите на елементите на конструктивната система "мачти-такелаж" на ветроходните кораби и яhti се извършва по правилата на класификационните организации или по близък прототип. И в двата случая резултата е плод на натрупания опит от експлоатацията на подобни плавателни съдове и не съществува увереност, че е постигнато оптималното техническо решение за съответния проект. За да се определят усилията и действащите напрежения в елементите на ветрилното стъкмяване на ветроходния кораб е необходимо да се разгледа комплексно цялата система "мачти-такелаж" при различна сила и посока на вятъра и площ на платната.

Основната цел поставена в разработката е съставяне на алгоритъм за якостна оценка на тримачтов ветроходен кораб, пресмятане и анализ на резултатите по метода на крайните елементи.

В поставената задача е използван метода на крайните елементи предвид сложната триизмерна конфигурация на такелажа и характера на ветровото натоварване.

Обект на якостната проверка е проект на 37 m тримачтов ветроходен кораб тип баркентина.

В резултат на числените изследвания са получени:

- напрегнато и деформирано състояние на такелажа - триизмерно;
- напрежения и усилия във въжетата;
- реакции в точките на закрепване на въжетата към палубата;
- реакции в основата на мачтите;
- моменти в основата на мачтите;
- премествания във върховете на мачтите;
- напрежения и усилия в мачтите

За всички мачти и бушприта е извършена проверка за устойчивост.

Представената в публикацията якостна проверка показва, че системата "мачти-такелаж" на разглеждания тримачтов кораб притежава необходимата съгласно нормативните изисквания якост.

Предложеният алгоритъм на пресмятане и получените резултати показват, че конструктивната система "мачти-такелаж" на ветроходните кораби може да бъде надеждно оценена чрез програмни приложения по метода на крайните елементи.

- В.3** Драганчев Х., Пировски Х. "Осигуряване на товароносимостта на дейдвудните лагери на корабния валопровод", Механика на машините" год XV, книга 3, 2006, ТУ-Варна, ISSN 0861-9727, стр. 8-15

Резюме

В корабния пропульсивен комплекс валопроводът се явява основен елемент, който трябва да осигури надеждното предаване на въртящия момент от двигателя към гребния винт и на упора към машинния фундамент и корпуса. Надеждната работа на корабния валопровод се определя от неговото статично и динамично напрегнато състояние, които са обект на строг контрол от наблюдаващата класификационна организация.

Поставените цели на настоящото изследване са:

- определяне на разпределението по дължина на лагера контактни налягания с отчитане хлабината в лагера;
- изследване на влиянието на износването на лагера върху преразпределението на налягането по дължина;
- осигуряване на равномерно разпределение на контактното налягане по дължина на лагера.

Числено е изследвано влиянието на различни конструктивни и технологични фактори върху разпределението на налягането по дължина на лагерите на корабните валопроводи. Предложен е крайноелементен модел на дейдвудните лагери, позволяващ отчитането на конструктивните им особености (дължина, хлабина, еластични свойства на материала), както и на технологичните методи за осигуряване на надеждността им. Анализът на резултатите от изследванията на напрегнатото и деформирано състояние на валопроводи с три типа дейдвудни лагери показва, че при съосен монтаж контактното налягане в лагерите превишава допустимото. Въвеждането на напрегнат монтаж във валопровода в съчетание с промяната на ъгъла на монтаж на лагерите води до осигуряване на равномерно разпределение на контактното налягане и повишава товароносимостта на лагерите.

В резултат на проведеното изследване могат да се направят следните по-важни изводи:

- при лагери с модул на еластичност $E < 10^7$ Pa равномерно разпределение на налягането се постига естествено в процеса на експлоатация. За подобряване на условията, лагерите на кронщейните или на кърмовите дейдвудни лагери се предлага монтаж с наклон 0.3mm/m ;
- за лагери с модул на еластичност $E > 10^9$ Pa равномерно разпределение на налягането по дължина на лагера не се постига, поради което има зони на високи контактни налягания.

Определянето на параметрите на напрегнатия монтаж на лагерите при моделирането им като съсредоточени опори не осигурява равномерно разпределение на налягането по дължина на лагерите.

За кърмовите дейдвудни лагери, характеризиращи се с голяма дължина, не може еднозначно да бъде определена позицията на еквивалентната опора.

Чрез разработената методика се създават условия за подобряване на разпределението на контакта посредством монтажа на лагера под наклон.

В случай когато монтажа на лагера под наклон не осигурява контактното налягане в границите на допустимите норми, може да се предвиди изработване на лагера с двоен наклон, което гарантира намаляване на контактните налягания с 40-50%.

Приложението на разработената методика за пресмятането на напрегнатото състояние и определяне на параметрите на напрегнатия монтаж при центровката на корабния валопровод води до подобряване на условията на натоварване на лагерите и осигуряване на тяхната товароносимост.

- В.4** Вълчев С., Стефанов С., Пировски Х., Драганчев Х., "Теоретични и експериментални изследвания на вибрационното състояние на фундаменти с динамични натоварвания", Механика на машините" год XVIII, книга 3, 2010, ТУ-Варна, ISSN 0861-9727, ст.55-64

Резюме

Осигуряването на работоспособността на технологични машинни агрегати като турбокомпресори, бутални компресори, вентилатори и др. в значителна степен зависи от динамичното поведение на фундамента.

Често фирмите-производители на технологичното оборудване препоръчват конкретни норми за допустими вибрации на фундаментите. Фирма SULZER за фундамента на 6 цилиндров хиперкомпресор ($p=2500$ bar) при честота на въртене 250 rev/min предлага честотно зависими норми на вибрациите на колонен фундамент. При честота на въртене по-ниска от 500 rev/min пиковата стойност на вибропреместване на фундамента е ≤ 90 μ m. При честота на въртене над 500 rev/min ефективната стойност на виброскоростта трябва да е ≤ 3 mm/s.

Постигането на тези ниски нива на вибрации на фундаментите на ротационните и буталните машини изисква използване на съвременни числени методи както при изчисляване на вибрационното състояние на фундаментите при проектиране, така и при разработването на технологии за ремонт и възстановяване на фундаменти при установени повишени нива на вибрации.

Целта на настоящото изследване е разработването на механо-математични модели на типови фундаменти на технологично оборудване на цехове от химическата индустрия и енергетика, осигуряващи необходимата точност на определяне на вибрационното им състояние на фаза проектиране, както и осигуряващи процесите на диагностика и възстановяване на изследваните динамични системи фундамент - технологични машини - тръбопроводи и апарати.

Обекти на изследването в публикацията са:

- масивен фундамент на компресорна уредба с бутален компресор тип P259H280ch на фирма HOWDEN с честота на въртене 495 rev/min;
- колонен фундамент на димен вентилатор с честота на въртене 960 rev/min;
- колонен фундамент на питателна помпа на ТЕЦ с еластична подложка под долната фундаментна плоча.

В резултат на проведените числени изследвания на трептящата система фундамент-технологично оборудване могат да се направят следните по-важни изводи:

- при проектирането на масивни или колонни фундаменти на технологичното оборудване в химическата индустрия и енергетиката е необходимо пресмятането на свободните и принудените трептения да се извършват по метода на крайните елементи като системата грунд-фундамент-технологично оборудване да се дискретизира с обемни крайни елементи.
- за осигуряване на достоверността на прогнозираното вибрационно състояние на фундамента и инсталацията задължително е необходимо в крайноелементния модел да се включи и обемен модел на технологичното оборудване.
- при нискооборотни машини с честота на въртене по-ниска от 600 rev/min системата фундамент-технологично оборудване почти винаги работи при резонанс или в околорезонансната зона и намаляването на вибрациите се осъществява чрез увеличаване масата на фундамента.

В.5 Р. Русев, Х. Драганчев, Ж.Димитров, П.Петров, Й.Бояджиев, **Х.Пировски** "Особености на структурата на стомана 17Г1С от аварирани газопроводни шевни тръби", Втора национална конференция с международно участие Металознание, нови материали, хидро- и аеродинамика '2012, София, Сборник доклади, стр.100-107

Резюме

Настоящата статия се отнася до обследването на причините за настъпила тежка авария през Септември 2010г. в магистрален газопровод в близост до компресорна станция "Странджа". Аварираният участък е с дължина около 45m и включва сериозни пробиви с откъсване на големи сектори от тръбопровода. Още от направения оглед на място се установяват факти, насочващи вниманието на специализирания екип към търсене на причините в качеството на материала на тръбата.

В доклада се излагат и анализират някои данни относно неметалните включвания, ориентирания характер на структурата на стоманата, склонността ѝ към уякчаване при експлоатация и нестабилния ѝ модул на еластичност. Тези особености са определящи за ресурса на тръбите, за механизма на разрушаването им и в крайна сметка за вероятността от аварии.

Изследвани са сектори от отделните дефекирани тръби на газопровода, както и двата вида заваръчни съединения - надлъжни и окръжни.

Извършен е структурен анализ на микрошлифове от стоманата (17Г1С) и заваръчните съединения. Изпитани са механичните свойства на стоманата от взети пробни тела в надлъжно и напречно направление на тръбата.

Изследването на напрегнатото и деформирано състояние на тръбопровода в аварирания участък е извършено по метода на крайните елементи (МКЕ), като е разгледана нелинейна постановка. Напреженията и деформациите се изчисляват от действието на кинематично натоварване обусловено от релефа, радиални и осеви сили от вътрешното налягане (50bar) и температурните изменения на материала притежаващ променлив модул на еластичност и зона на провлачване в различни надлъжни сечения на тръбата.

Пресметнатото работно напрежение в аварирания участък на стените на тръбата е 416MPa, което надвишава 1.25 пъти минималната нормативна стойност и 1.67 пъти напрежението, при което стоманата преминава в еластично-пластично състояние. Като се има в предвид разкритите структурни особености на стоманата (присъствие на значителни неметални включвания осево ориентирани по тръбата и разположени в централните слоеве на стената на тръбата), то пластичното състояние се определя на квазипластично, тъй като остатъчната деформация по-скоро се базира на множеството актове на микроразрушаване на материала около неметалните частици. Поради тази причина пукнатиноустойчивостта на стоманата в осово направление силно се влошава. Постоянното натоварване на тръбата с напрежения, предизвикващи такива квазипластични деформации води до тяхното непрекъснато натрупване, появата на множество микроразрушения, микродеформации, изтъняване и окрежкостяване на стоманата. При тези обстоятелства в най-натоварените зони на газопровода е неизбежно появата и развитието на надлъжна пукнатина, довела до окончателното му разрушаване.

- В.6** С. Вълчев, Х. Пировски, Х. Драганчев "Рационален подход при определяне параметрите на центроване на корабните валопроводи", Механика на машините" год XXII, книга 2, 2013, ТУ-Варна, ISSN 0861-9727, стр. 49-54

Резюме

Корабните валопроводи са основен елемент в пропульсивната уредба и в значителна степен тяхната работоспособност и надеждност определя работоспособността и надеждността на корабите като цяло. Под рационален подход при определяне на параметрите на центровка на корабния валопровод се разбира определяне на такива параметри на напрегнат монтаж на валовата линия и главния двигател, гарантиращи изпълнението на изискванията на Класификационната организация, наблюдаваща проекта и изискванията на производителите на главни двигатели и корабно оборудване.

Целта на настоящото изследване е разработване на рационален подход за определяне на параметрите на центровка на корабните валопроводи, основаващ се на:

- анализ на изискванията на класификационните организации, на производителите на елементи на корабните валопроводи, както и на корабостроителните и кораборемонтни фирми към статичните и динамични товари на лагерите на валопровода;
- разработването на числен метод за изчисляване на напрегнатото и деформирано състояние на корабния валопровод;
- разработване на числена процедура за определяне параметрите на центровка на валопровода, удовлетворяваща техническите изисквания;
- разработване на технологична процедура за реализация в корабни условия на разработения рационален подход за центровка.

При голямотонажните кораби деформациите на корпуса при различни варианти на натоварване на кораба – баласт или пълен товар оказват съществено влияние и върху деформациите на валовата линия и ГД. Оценката на влиянието на деформациите на корпуса върху центровката трябва да е обект на специализирано пресмятане на корабния корпус или натурни измервания на деформациите при различни товарни състояния.

При центровката и монтажа на ГД трябва да се постигне натоварване на всички основни лагери в граници, определени от производителя. Особено внимание се обръща на двата кърмови основни лагера на ГД, върху които е значително влиянието на центровката на валопровода.

Обектът на изследване в настоящата разработка е ферибот "Варна", постъпващ за преустройство в кораборемонтен завод МТГ "Делфин". Пропулсивната уредба се състои от два бавнооборотни дизелови двигателя MAN B&W 6S26MC, задвижващи два гребни винта в дюзи. На основа на представените в публикацията методики и процедури за тяхната реализация могат да бъдат формулирани следните по-важни заключения:

- разработена е методика за определяне на параметрите на рационален монтаж на корабните валопроводи с отчитане на техническите изисквания на класификационните организации и производителите на корабно оборудване.
- разработената методика е апробирана при определяне на параметрите на рационален монтаж на валопроводите на м/ф "Варна".
- разработена е процедура за центровка на валопроводите при първоначално монтиран гребен вал и гребен винт и с използване на лазерна оптична уредба за центровка Easy Laser™.
- резултатите от проведените измервания на реакциите на лагерите на валопровода по метода на крик-теста потвърждават получените числени резултати.

- В.7** Драганчев Х. С., Пировски Х.А. "Вибрационен контрол и диагностика на тръбопроводи на компресорни станции в газотранспортната и газопереработвателната промишленост" Международна конференция "Безразрушителен контрол в съвременната индустрия", Година XXIII, Бр.1, 2015 г., ISSN 1310-3946, стр. 18-28

Резюме

Надеждността и ресурса на компресорните станции от технологичните уредби в газотранспортните системи в химическата и нефтопереработвателната индустрия в значителна степен се определят от надеждността и ресурса на тръбопроводите от тръбната обвръзка на компресорните агрегати. За осигуряване на надеждната експлоатация на тръбопроводите в процеса на експлоатация все по-често се внедряват методите на вибрационния контрол и диагностика за оценка на техническото им състояние. Не рядко резултатите от вибрационното изследване показват недопустими нива на вибрации и шум изискващи реализацията на технически решения за тяхното намаляване. В този аспект са формулирани основните цели на предложената разработка:

- разработване на методология за обследване на техническото състояние на тръбопроводите на компресорни уредби по резултатите от анализа на протичащите в тях вибрационни процеси;
- разработване на методи за контрол на техническото състояние на тръбопроводите по резултатите от вибрационния анализ;
- разработване на методи и средства за намаляване на вибрациите от тръбната обвръзка на компресорните уредби.

В предложеното изследване е проведен анализ на нормите на неравномерността на налягането на транспортирания флуид, както и нормите за вибрации, оценяващи техническото състояние на тръбопроводите. Разработена е методология за оценка на текущото вибрационно състояние на тръбните обвръзки на компресорни станции, включваща: методика за числено изследване на динамичното напрегнато и деформирано състояние по МКЕ; методика за пресмятане на еталонните нива на вибрации в тръбопроводи; методи и средства за намаляване вибрациите на тръбопроводи.

В настоящата работа са представени и резултати от експериментални и теоретични изследвания на вибрационното състояние и разработване и внедряване на технически решения за намаляване на вибрациите на тръбопроводи от тръбната обвръзка на компресорни станции на територията на РБ. Анализът на резултатите от проведените научно-изследователски и внедрителски дейности позволи да бъдат направени следните важни изводи:

- при изследване на вибрационното състояние на тръбопроводите е необходимо да се измерват и пулсациите на налягане на транспортирания флуид с цел установяване на източниците на вибрации на изследваната динамична система;
- разработената е надеждна методология за изследване на текущото вибрационно състояние на тръбната обвръзка на компресорни станции, разработване и внедряване на проекти за намаляване на вибрациите им;
- разработени са оригинални средства за намаляване на вибрациите на тръбопроводите на компресорни станции с центробежни, бутални и винтови компресори.

- В.8 Пировски Х.А.** "Изследване вибрационното състояние на опорната система обсадна тръба-вал на вертикална помпа" Международна конференция "Безразрушителен контрол в съвременната индустрия", Година XXIII, Бр.1, 2015 г., ISSN 1310-3946, стр. 107-110

Резюме

Конструкцията на стационарните вертикални помпи от състава на технологичното оборудване на ТЕЦ, АЕЦ и предприятията от химическата и металургична индустрия, често включва вертикална опорна система „обсадна тръба-вал“, която има за цел да осигури необходимата напречна коравина на междинните опорни лагери. Често на фазата на техническо проектиране не се отчитат точно масовите и коравинни параметри на системата, като по този начин се достига до нежелани резонансни явления водещи до значими вибрации в областта на работната честота на въртене на вала. С цел да се избегне развитието на резонанси, при проектирането на опорни системи от този тип, се изисква осигуряване на широк честотен диапазон, свободен от собствени честоти в околността на първи порядък на работната честота на агрегата.

В настоящото изследване е предложена методология за изследване на вибрационното състояние на помпен агрегат с вертикална тръбна опорна система, включваща следните мероприятия:

- модален анализ на конструкцията на помпения агрегат. Определяне на първите няколко честоти и форми на свободните трептения, както и оценка на демпфирането на механичната система;
- анализ на резултатите от измерване на вибрациите на помпата, събрани от системата за мониторинг и от проведените допълнителни измервания;
- числено изследване на вибрационното състояние на трептящата системата по МКЕ;
- разработване и внедряване на техническо решение за намаляване на вибрациите;
- експериментално изследване на вибрационното състояние на помпения агрегат след реализация на предложеното решение.

Проведени числени и експериментални изследвания на помпен агрегат от металургичната промишленост с мощност 1000kW по предложената по-горе методология позволи да бъде разкрита основната причина за повишените вибрации на системата обсадна тръба-вал, състояща се в разполагането на честотата на въртене на валовата линия в непосредствена близост между първите двете честоти на свободните огъващи трептения на обсадната тръба. За намаляване на амплитудите на принудените трептения е разработен виброминимизиращ комплекс, включващ използването на визкозно-еластични демпфери и антивibrator, които от една страна повишават първата честота на свободните огъващи трептения над честотата на въртене на електродвигателя, а от друга осигуряват антивибрационен ефект на нивото на втория междинен лагер на валопровода. С реализацията на виброминимизиращия комплекс е постигнато устойчиво намаляване на вибрациите на системата обсадна тръба-вал, както и гарантиране надеждната експлоатация на агрегата.

- В.9 Пировски Х.А.** "Експериментално и теоретично изследване вибрациите на винтови компресори", Международна конференция "Дни на безразрушителния контрол - 2015", година XXIII, бр. 2, юни 2015 г., ISSN 1310-3946 , стр. 335-342

Резюме

Все по-често в нефтопреработвателната и газопреработвателната индустрия се използват винтови компресори основно от сух тип. Те притежават редица предимства пред центробежните и бутални компресори. Въпреки, че винтовите компресори нямат неуравновесени сили и моменти, тяхното вибрационно състояние предимно се определя от развитието на газодинамични процеси основно в изходящия тракт. Една от основните задачи при проектирането на изходящия тракт на винтовите компресори, в частта от изхода на компресора до глушителя, е недопускане развитието на резонансни газодинамични процеси. В този аспект са поставени основните цели на представеното експериментално и теоретично изследване на вибрациите на винтови компресори:

- оценка на текущото вибрационно състояние и нивото на излъчвания шум на компресорна уредба съставена от два винтови компресора;
- разкриване на причините за високите нива на вибрации и шум;
- разработване на комплекс от мерки за намаляване на вибрациите и излъчвания в околното пространство шум.

Експериментално е изследвано вибрационното състояние и нивото на излъчвания шум на новоизградена компресорна уредба на територията на предприятието от нефтопреработвателната индустрия. Съгласно проведените измервания на вибрациите, при различни режими на работа на компресорния агрегат, най-високи стойности са отчетени във вертикалния изходящ тракт, свързващ компресора и хоризонталния глушител. След извършен оглед на съоръжението след 1000 м.ч. работа са установени редица нецялостности и разрушения по компенсатора, глушителя и фундамента на двете степени на компресора.

Проведеният анализ на резултатите от измерване на вибрациите и шума позволи да се установят недостатъците на проектно реализираната тръбна обвръзка, които са свързани с развитието на газодинамични резонансни явления в изходящия тракт. След проведени числени изследвания по МКЕ е разработено техническо решение за намаляване на вибрациите и пулсациите на налягане. Решението предвижда отстраняване на монтираните от производителя глушители и проектиране, изработване и монтаж на вертикални трикамерни реактивни глушители на пулсации на налягане, които се вграждат в непосредствена близост до изходящите фланци на компресорите от двете степени. Анализът на резултатите от пресмятане на принудените трептения на конструкцията в изследвания честотен диапазон показва, че пиковите стойности на виброскоростта в изследваните позиции ще бъдат по-ниски от 30 mm/s. Проведени измервания след внедряване на предложеното техническо решение показват понижаване на пулсациите на налягане до 5 пъти - резултат от качествена промяна на газодинамичния тракт след изхода от компресора. В резултат на понижаване на пулсациите на налягане е отчетено значително намаляване на вибрациите на тръбната обвръзка на компресора и нивото на излъчвания шум и са постигнати проектните производствени параметри на компресорната инсталация, предвидени от производителя.

- В.10 Пировски Х.А.,** Вълчев С. З., Драганчев Х.С. "Контрол на техническото състояние на тръбопроводи на компресорни станции с бутални компресори по резултатите от измерване и анализ на вибрациите", Международна конференция "Дни на безразрушителния контрол - 2015", година XXIII, бр. 2, юни 2015 г., ISSN 1310-3946, стр. 343-348

Резюме

Буталните компресори се използват в инсталации, изискващи нагнетяване на транспортирания флуид до високи налягания за целите на технологичния процес, както и в инсталации на компресорни станции на хранилища на природен газ. Оценяването на техническото състояние на тръбопроводите от тръбната обвръзка на бутални компресори в компресорни станции на газотранспортната и нефтопреработвателната индустрия по резултатите от измерването на вибрациите им е ефективен метод, наложил се в световната практика на мониторинг на тръбопроводи. Динамичните товари на тръбопроводите и възбудените от тях вибрации, развиват в тръбната система повреди като: пукнатини от умора на материала; саморазглобяване на арматурата и тръбните съединения на тръбопроводите; скъсване на тръбите и/или опорните им конструкции; нарушаване на техническото състояние и/или разрушаването на бетоновите им фундаменти.

Основната цел на настоящото изследване е разработване на методология за експериментално изследване на вибрационното състояние на тръбопроводите от тръбната обвръзка на бутални компресори, предшестващи внедряването на методите за вибрационен мониторинг на тръбопроводните системи на газотранспортната и нефтопреработвателната индустрия. За изпълнение на тази цел в публикацията е представено решение на следните задачи:

- определяне на изискванията към системите за измерване на вибрациите и пулсациите на налягане на транспортирания флуид;
- разработване на специализирани методи за обработване на вибрационните сигнали;
- определяне на минималния комплект виброизмервателна апаратура за провеждане на периодичен мониторинг на тръбопроводите;
- разработване на методика за вибрационен мониторинг на тръбопроводите.

Анализът на времевите записи и амплитудночестотните спектри на пулсациите на налягане и вибрациите на изследваните тръбопроводи от тръбната обвръзка на бутални компресори показват нестационарен характер независимо от работата на компресорите на стационарен режим. Вследствие на неравномерността на честотата на въртене газомоторните двигатели, задвижващи компресорите, дори и при работа на единичен компресор пулсациите на налягане и вибрациите имат характер на биене, а средноквадратичните стойности на виброскоростта в зависимост от продължителността на обработвания сигнал и момента на измерване се отличават значително.

Предвид особеностите на протичащите в тръбопроводите газодинамични процеси, възбуждащи вибрации с нестационарен характер при стационарни режими на работа на паралелно работещите компресори са предложени изисквания към апаратурата за вибрационен мониторинг на тръбопроводите на компресорни станции с бутални компресори.

Г. ПУБЛИКАЦИИ В ОБЛАСТТА НА ИЗПИТВАНЕТО НА ДВИГАТЕЛИ С ВЪТРЕШНО ГОРЕНЕ.

Г.1 Пилев Д., Пировски Х. „Метод и устройство за хомогенизация на смесобразуването в дизелови двигатели” част I,trans&MOTAUTO’05+,2005 г. ISBN 954-9322-09-2, стр. 43-46

Резюме

Известно е, че в дизеловите двигатели смесобразуването на впръскваното гориво с въздуха в горивната камера протича в крайната фаза на процеса съгъстяване. При бързоходните дизелови двигатели времето за смесобразуване е изключително малко. През това време е необходимо горивото да се изпари, горивовъздушната смес да се хомогенизира в горивното пространство и подготви за самовъзпламеняване.

Понастоящем пред двигателите, работещи с хомогенизиран горивовъздушен заряд, самовъзпламеняващ се в следствие на компресията (двигатели от типа HCCI) стоят редица проблеми, възпрепятстващи тяхната широка употреба. Най-сериозните от тях са:

- изключително трудно контролиране на момента на самовъзпламеняване;
- неравномерност на работния процес от цикъл в цикъл;
- ограничен работен диапазон (лошо горене на частични режими);
- сложно и скъпо и решение – система за контрол както на дюзите, така и на клапаните.
- относително високи загуби от триене поради по-ниската отдавана мощност в сравнение с конвенционалните двигатели с вътрешно горене (HCCI двигателите работят с бедни на гориво смеси).

Целта на настоящата разработка е да се създаде метод и уредба за подобряване на хомогенизацията на смесобразуването и параметрите, характеризиращи работния процес в дизеловите двигатели, чрез прилагането на нова организация на горивоподаването при висока функционалност, надеждност, ниска себестойност и възможност за вграждане в съществуващи дизелови двигатели.

Решението на така поставения проблем се постига чрез разделяне на подаденото гориво от помпата за високо налягане и впръскването му в различни фази от работния цикъл на дизеловите двигатели. Разделянето на подаденото гориво на порции за първоначално и основно впръскване се извършва с помощта на разклонителни устройства монтирани между помпата за високо налягане и съответните дюзи на двигателя, а дефазирането на тези порции гориво се определя от фазите на работа между отделните цилиндри на двигателя.

Най-характерното е, че горивният процес започва не взривно, както е в съществуващите дизелови двигатели, а с така нареченото „студено горене” – т.е. при плавно изменение на нарастването на налягането в началната фаза от неговото развитие. В следващия етап разпространението на пламъка е свързано с физическите особености на процеса на пренасяне на топлина и активни центрове от зоната на горене в свежата горивовъздушна смес. Вследствие на нейното турбулентно движение водеща роля в разпространението на пламъка имат процесите на турбулентно смесване на свежия заряд с продуктите на горене т.е. това е дефазирано турбулентно горене с пулсиращ характер.

Освен подобряване на условията за хомогенизация на смесобразуването (чрез увеличаване на времето за развитие на този процес), предложената схема на разделно-двуфазово горивоподаване оказва благоприятно влияние и върху изменението на характеристиките на впръскване на основната порция гориво. Това се потвърждава от проведените експериментални изследвания на двигател VAMO D3900K при работа със стандартна горивна уредба и при комплектоването ѝ с разклонителни устройства към основните дюзи и вграждането на допълнителни дюзи към всеки от цилиндрите.

Г.2 Пилев Д., Пировски Х. „Метод и устройство за хомогенизация на смесобразуването в дизелови двигатели” част II, trans&MOTAUTO’05+ 2005 г. ISBN 954-9322-09-2, стр. 47-50

Резюме

Насоките в усъвършенстването и развитието на бързоходните дизелови двигатели са свързани главно с подобряване на условията на смесобразуване и оптимизиране на системата за горивоподаване. Все още специфичните проблеми в смесобразуването при бързоходните дизелови двигатели остават нерешени – хомогенизацията на смесобразуването и управлението на горивния процес. Целта на настоящата разработка е свързана с усъвършенстването на смесобразуването чрез нов метод на горивоподаване при висока надеждност, функционалност, ниска себестойност, лесно техническо обслужване и възможност за вграждане в съществуващите дизелови двигатели на допълнителна уредба способстваща за разделно-двуфазово впръскване на горивото.

За подобряване на хомогенизацията на смесобразуването, чрез удължаване на времето за протичане на този процес, една част от подаденото от помпата гориво се впръсква предварително в цилиндъра на двигателя през време на такта пълнене или сгъстяване (в зависимост от фазите на работа между отделните цилиндри). Останалата част от горивото – основна порция, се впръсква в края на процеса сгъстяване, но не във въздушна среда, както е в класическата схема, а в среда с изпарено гориво (от предварително впръснатото гориво) и хомогенизирана гориво-въздушна смес в голяма степен подготвена за самовъзпламеняване. Количеството на предварително впръсваното гориво в процентно отношение спрямо цялата циклова порция се определя от редица фактори, като степен на сгъстяване, честота на въртене на колянвия вал, степен на форсировка по средно ефективно налягане на двигателя, физикохимичните характеристики на горивото, разновидностите на горивото или горивните смеси и т.н.

В настоящата разработка е представено едно примерно изпълнение на метода за разделно-двуфазово горивоподаване, отнасящо се до четирицилиндров 4-тактов дизелов двигател.

Получени експериментални резултати от внедряването на техническото решение за четирицилиндров четиритактов дизелов двигател позволяват да се направят следните изводи:

- разработеният метод за разделно-дефазирано горивоподаване дава възможност за реализирането му в съществуващите дизелови двигатели без конструктивни изменения в тях;
- предложените конструктивни решения на различни варианти на устройството за хомогенизация разкриват универсални възможности за вграждане при голямото разнообразие в компоновката на горивните уредби на дизеловите двигатели;
- разработените устройства се характеризират с компактност, надеждност, лесно техническо обслужване и ниска себестойност, спрямо горивните уредби с електронно управление.
- разработеният метод и уредба за хомогенизация на смесобразуването позволява да се реализира по-качествено протичане на процесите: горивоподаване, смесобразуване и горене.
- разработеният метод и уредба за хомогенизация на смесобразуването разкриват нови възможности за използването на различни алтернативни горива в дизеловите двигатели.

Г.3 Пилев Д., Пировски Х. "Разделно-дефазирано горивоподаване в бързоходен дизелов двигател", XII научно-техническа конференция с международно участие - "Транспорт, Екология - устойчиво развитие", Варна, Май 2006, ISBN 954-20-00030, стр. 265-273

Резюме

През последните години редица водещи фирми и институти в света започнаха да публикуват резултати от своите изследвания по горивния процес на дизеловите двигатели, работещи чрез самовъзпламеняване на хомогенна горивовъздушна смес в такта сгъстяване. Това не е случайно, тъй като основният проблем в транспортните дизелови двигатели е изключително краткото време – от 1 до 1.5 ms за реализиране на впръскването на горивото, неговото изпарение, смесването му с въздуха в горивната камера до самовъзпламеняването му. Ето защо е необходимо да се промени принципът на горивоподаване като предварително една част от горивото се впръсква в цилиндъра на двигателя по време на такта пълнене или сгъстяване, а другата част да се впръсне в крайната фаза на такта сгъстяване, малко преди г.м.т., както е по класическата схема. По този начин ще се реализира повече време за протичане на процеса на смесобразуване и впръскването на втората част от цикловата порция ще се реализира не във въздушна среда, а в хомогенизирана гориво-въздушна смес предварително подготвена за самовъзпламеняване. Тази принципна схема на горивоподаване ще позволи в дизеловите двигатели да се използва по-широка гама от био-горива и дизелово гориво с по-ниско цетаново число и различен фракционен състав. За реализирането на тази идея в представената разработка са решени следните задачи:

- създаване на нова организация на горивоподаването чрез минимални изменения в горивната уредба;
- провеждане на стендови безмоторни изпитания с цел оптимизиране на конструкцията и параметрите на горивоподаване при различните режими на работа в целия честотен и товарен диапазон на работа на двигателя;
- провеждане на стендови моторни изпитания с цел проверка на функционалността на метода и системата за горивоподаване, оптимизиране на нейните параметри, анализиране на характера на новия тип горивен процес и установяване на оценъчните параметри на двигателя.

Публикуваните резултати от проведени изследвания с приложение на метода и устройство за разделно-дефазирано горивоподаване показват:

- запазва се характера на изменение и количеството на впръскването гориво в целия честотен диапазон на работа на горивната уредба с включен към нея хомогенизатор на смесобразуването;
- възможност за управление на количеството впръснато гориво: за първоначално и последващо впръскване;
- благоприятен характер на протичане на процеса на горивоподаване, намаляване на продължителността на впръскване, пада на налягането в крайната фаза на впръскването и др.;
- стабилност на изменението на параметрите на горивоподаването от цикъл в цикъл;
- възможност за оптимизиране на параметрите на горивоподаване чрез подбор на вида и размерите на нагнетателния клапан в устройството за хомогенизация;
- лесно техническо обслужване и ниска себестойност на системата.

Г.4 Пилев Д., Пировски Х. "Горивен процес на дизелов двигател с разделно-дефазирано горивоподаване и рециркулация на отработени газове", Сборник доклади от научна конференция на Русенски Университет, Ноември 2006, ISSN 1311-3321 , стр.214-218

Резюме

Основен проблем в развитието на двигателите с вътрешно горене е намаляването на нивото на шума и емисиите на токсичните компоненти в отработените газове. В бързоходните конвенционални дизелови двигатели времето за протичане на процесите: горивоподаване, изпарение, смесообразуване и горене е изключително малко. В пространството на горивната камера горивовъздушното отношение варира в широки граници. В местата с богата горивовъздушна смес се формират сажди, а в местата с бедна или стехиометрична смес се развива високотемпературно горене с формирането на NO_x (азотни окиси).

Както е известно в двигателите със самовъзпламеняване и горене на хомогенна смес, така наречения HCCI процес, нямаме дифузионно горене с богати и високотемпературни зони, тъй като сместа е хомогенно разпределена в горивната камера, което води до значително намаляване на количеството на саждите и NO_x .

Целта на настоящото изследване е чрез една принципно нова схема на горивоподаване, смесообразуване и горене в дизеловите двигатели да се проучат:

- възможностите за внедряване на HCCI процеса в конвенционалните дизелови двигатели;
- изследване на характера и параметрите на горивния процес.
- възможностите за намаляване на емисиите на токсичните компоненти в отработените газове чрез тяхната рециркулация.

За изследване на горивоподаването и горивния процес са регистрирани индикаторна диаграма, налягане на горивото пред дюзата и хода на иглата в разпръсквача. Изменението на посочените параметри при 2000 r.p.m. и 100% натоварване на двигател VAMO D4000. Количеството на първоначалната порция гориво зависи от изменението на налягането на горивото като при този режим е 30%. По съпоставянето на двете индикаторни диаграми с и без рециркулация се вижда, че в следствие на рециркулацията, началото на самовъзпламеняването на първоначалната порция впръснато гориво става по-рано, а горенето по-интензивно вследствие на по-добрите условия на изпарение и хомогенизация на работното тяло. От друга страна малкото количество постъпили изгорели газове (около 5%) не оказва влияние върху момента на самовъзпламеняване. Следователно търсенето на ефект в тази насока трябва да се очаква при по-голямо количество рециркулация на отработени газове. Това, което е особено характерно за горивния процес е плавното нарастване на налягането и липсата на всякакви пулсации вследствие на едновременното самовъзпламеняване на работното тяло в много точки от горивната камера. Следователно липсват зони с разнороден състав на работното тяло, което способства за намаляване на емисиите на NO_x и саждите в отработените газове.

От приложените данни в разработката се потвърждава актуалността на направеното изследване, а именно намаляване на NO_x с 50% чрез реализацията на нов горивен процес с разделно-дефазирано горивоподаване и частична рециркулация на отработени газове.

Г.5 Пилев Д., Пировски Х., Манев В., Стоянов С. "Изследване влиянието на началото на впръскване на горивото върху параметрите на горивния процес и емисиите на токсичните компоненти в отработените газове на дизелов двигател", Сборник доклади от научна конференция на Русенски Университет, Ноември 2006, ISSN 1311-3321, стр.219-224

Резюме

Известно е, че един от основните параметри на горивоподаване, които определят ефективността на горивния процес е началото на впръскване на горивото. В бързоходните дизелови двигатели този параметър се оптимизира за различните режими и условия на експлоатация. При съвременните горивни уредби вече неговото управление се реализира по електронен път, тъй като функцията за оптималност се усложнява от значимостта на множество критерии от една страна, а от друга влиянието на твърде много фактори върху протичането на процеса на смесобразуване и горене, както и на количеството на емисиите на токсичните компоненти в отработените газове.

Целта на настоящето изследване е да се установи характерът и диапазона на изменение на някои параметри, влияещи на горивния процес и емисиите на токсичните компоненти в отработените газове поради значителната актуалност на този въпрос. Изследванията са проведени при характерни експлоатационни режими на работа за автотракторен дизелов двигател, а именно, по товарна характеристика при 2000 r.p.m и различни стойности за началото на впръскване на горивото.

За изследването на горивоподаването и горивния процес са регистрирани индикаторна диаграма, налягането на горивото пред дюзата и хода на иглата в разпръсквача.

Представени са диаграми за посочените три параметъра при различно начало на впръскване на горивото за два различни режима на работа на двигателя – 100% и 30% натоварване. За определяне на продължителността на горене на двигателя е монтирано и устройство, което дистанционно предава светлината от горивната камера към преобразувател. Полученият сигнал се регистрира съвместно с индикаторната диаграма, налягането на горивото пред дюзата и хода на иглата с честота 128 kHz.

Промяната на началото на впръскване на горивото се реализира чрез специален механизъм в процеса на работа на двигателя, т.е. при елиминиране на влиянието на други фактори.

От проведеното изследване се вижда, че в целия товарен диапазон характерът на кривите за NOx се запазва т.е. с увеличаване на цикловата порция гориво – нараства и количеството на NOx, като при изменение на началото на впръскване на горивото от 18° на 12° разликата нараства от 1000 p.p.m. при малки натоварвания до 1500 p.p.m при увеличаване на натоварването над 50%.

Направеното експериментално изследване дава възможност по-задълбочено и по-комплексно да се анализира влиянието на началото на впръскване на горивото по отношение на характера на протичане на горивния процес в различните фази от неговото развитие и дава качествена информация за неговото моделиране. Освен това могат да се определят съответните функционални връзки между горивоподаването, горивния процес и емисиите на токсичните компоненти в отработените газове.

Г.6 Пилев Д., Пировски Х., Манев В., Стоянов С. "Рециркулация на отработени газове при дизелов двигател с хомогенизация на смесобразуването", Сборник доклади от научна конференция на Русенски Университет, Ноември 2006, ISSN 1311-3321, стр. 225-229

Резюме

Рециркулацията на отработени газове (EGR) в дизеловите двигатели се използва като възможност за намаляване на съдържанието на NO_x в отработените газове. Рециркулацията на отработени газове трябва да бъде разглеждана като инертни газове абсорбиращи топлината от горенето, като по този начин се намалява степента на топлоотдаване.

Целта на настоящото изследване е да се проучат тенденциите и възможностите за намаляване на NO_x при дизелов двигател с хомогенизация на смесобразуването (чрез разделно-дефазирано горивоподаване) посредством рециркулация на отработени газове.

За провеждане на експериментално изследване двигателят е комплектован с допълнително устройство към горивната уредба за разделяне на цикловата порция и впръскване на горивото в различни фази от работния цикъл – в процеса пълнене и в края на процеса съгъстяване.

Регулирането на количеството на подвежданите от изпускателния колектор отработени газове към смукателния колектор се реализира чрез шибърно устройство. Тяхното процентно съотношение спрямо постъпващия в двигателя въздух се определя чрез разликата в коефициента на пълнене.

В публикацията е показано изменението на коефициента на въздушното отношение λ и процентното количество на рециркулираните отработени газове (EGR) при работа на двигателя по товарна характеристика, обороти 2000 г.р.м. и натоварване съответстващо на цикловата порция гориво.

Предварителната порция (пилотно впръсквано) гориво подадено в процеса на пълнене при 100% натоварване достига до 30%. За анализиране на характера на развитие на горивния процес в двигателя с хомогенизация на смесобразуването и прилагането на EGR са регистрирани: индикаторна диаграма, налягане на горивото пред входа на дюзата и хода на иглата на разпръсквача.

В разработката графично са илюстрирани характерът на изменение и съответните различия от прилагането на EGR върху параметрите, характеризиращи горивния процес (P_z , $dp/d\phi$), и емисиите, характеризиращи различните компоненти в отработените газове: O₂, CO₂, CO, HC и NO_x. Ниските стойности за NO_x се дължат на хомогенизацията при смесобразуване като чрез EGR е подчертана тенденцията за тяхното допълнително снижаване, което в случая стига до 10%. Завишаването на стойностите на въглеродородите HC в случая се дължи основно на хомогенизацията. Това се потвърждава и от други изследвания извършени в Университета Chalmers. Ефектът от EGR по-чувствително може да бъде отчетен при режимите на максимално натоварване – тенденция към повишаване на съдържанието на CO и HC.

В заключение, прилагането на EGR в двигатели със смесобразуване на хомогенни смеси (HCCI) дава допълнителни възможности за снижаване на емисиите на NO_x в отработените газове. Големината на този ефект зависи от количеството на постъпилите в цилиндъра на двигателя отработени газове.

Г.7 Пилев Д., Пировски Х. "Изследване на горивния процес на дизелов двигател с хомогенизация на смесообразуването чрез разделно дефазирано горивоподаване", trans&MOTAUTO'07, Русенски Университет, Ноември 2007, ISBN 978-954-9322-21-7 , стр. 70-73

Резюме

Характерът на развитие на горивния процес в бързоходните дизелови двигатели в голяма степен се определя от протичането на процеса смесообразуване. От своя страна процеса на смесообразуване зависи от изменението на параметрите на впръскваното гориво и тези на въздушната среда в цилиндъра на двигателя. При еднократното впръскване на горивото времето за неговото изпарение и смесообразуване е изключително малко $1\div 1.5$ ms. Горивовъздушната смес е твърде разнородна по своя състав и температура.

Целта на настоящото изследване е чрез промяна на организацията на горивоподаване да се създадат по-добри условия за хомогенизация на горивовъздушната смес, да се регистрират и анализират специфичните особености в развитието на горивния процес.

Изследванията са проведени в различни съотношения на пилотната порция гориво – 0%, 30% и 50% при честота на въртене 2000 min^{-1} и натоварване на двигателя 100%, 85%, 70%, 50%, 30% и празен ход.

За анализиране на влиянието на промените в горивоподаването върху горивния процес са регистрирани: налягането на горивото пред дюзата, хода на иглата на разпръсквача и индикаторната диаграма.

В публикацията подробно са анализирани различията в протичането на горивния процес и динамиката на топлоотделяне за изследваните режими .

В заключение от извършеното изследване могат да бъдат направени следните изводи:

- чрез разработваната от авторите принципно нова схема на горивоподаване може да се реализират съществени изменения в горивния процес на двигателя, в резултат на които твърдостта на работа се намалява три пъти, шума намалва значително, а емисиите на азотните окиси приблизително два пъти;
- горенето на хомогенни горивовъздушни смеси има друг механизъм на самовъзпламеняване и разпространение фронта на пламъка, в който преобладаваща роля играе дифузията е не топлинния взрив;
- анализирани са специфичните особености в отделните фази от развитието на горивния процес;
- изследвано е влиянието на количеството на първоначално впръснатото гориво върху горивния процес;
- изследвано е изменението на параметрите на горивоподаване, чрез разделно-дефазирана схема и влиянието им върху горивния процес при различни натоварвания на двигателя.

Г.8 Пилев Д., Пировски Х. "Изследване на началото на впръскване на горивото при разделно-дефазирано горивоподаване върху горивния процес на дизелов двигател", trans&MOTAUTO'07, Русенски Университет, Ноември 2007, ISBN 978-954-9322-21-7, стр. 66-69

Резюме

Началото на впръскване на горивото в цилиндъра на двигателя оказва съществено влияние върху протичането на процесите смесобразуване и горене. Впръскването на гориво в среда с различни термодинамични параметри ще влияе върху степента на неговото изпарение, хомогенизиране с въздушната среда и развитието на предпламъчните химически реакции. Изменението на периода на задържане на възпламеняване ще доведе до значителни различия в натрупването в горивната камера на относително количество гориво. Този динамичен фактор определя в голяма степен параметрите на взривното горене при тази фаза от горивния процес. Всичко това влияе върху надеждността на двигателя и неговите екологични характеристики – шум излъчван от работния процес и токсичност на отработилите газове. При разделно-дефазираното горивоподаване по метода предложен от авторите и експериментиран върху четирицилиндров дизелов двигател, впръскването гориво се разделя на две части дефазирани на 180° по колянвия вал. Съотношението между количеството гориво за двете впръсквания предварително се установява за даден режим на работа на двигателя.

Изследването има за цел да определи качествено влияние върху горивния процес на количеството на пилотната порция гориво (в края на процеса пълнене) и момента на впръскване на основната порция гориво.

Тъй като при работа на двигателя с хомогенна горивовъздушна смес, смесобразуването става значително по-рано от това при еднократното впръскване на гориво, границите на изменение на началото на впръскване на втората порция гориво са ограничени. Това ограничение се засилва и от времевия интервал необходим за реализирането на този процес. За ефективността на горивния процес, впръскването трябва да приключи близо до горна мъртва точка на буталото, а за запазване благоприятния характер в изменението на налягането – след възпламеняването на хомогенната горивовъздушна смес (получена от пилотно впръснатото гориво). Промяната на началото на впръскване се осъществява чрез специален механизъм в условията на установения режим на работа на двигателя. Експерименталното изследване е извършено върху двигател VAMO-D4000 при честота на въртене 2000 min^{-1} , 100% натоварване и количество на пилотно впръснатото гориво – 50% от цикловата порция. Изследваните режими на натоварване са 30%, 50% и 100%. Разгледани са три случая на предварение в горивоподаването. И в трите случая самовъзпламеняването на горивото възниква при еднакви параметри на средата. Последващите различия в изменението на налягането се определят не само от изменението на количеството впръснато гориво през втората фаза, но и от момента на неговото впръскване.

Направените изследвания на влиянието на началото на впръскване на горивото при разделно-дефазираното горивоподаване показват най-съществено влияние върху скоростта на нарастване на налягането в цилиндъра на двигателя, неговата максимална стойност и ефективността на работния процес.

За оптимално може да се приеме началото на впръскване на втората порция гориво да е в зоната на самовъзпламеняване на пилотната порция гориво.

УЧЕБНИ ПОСОБИЯ

Богданов Х.Г. , **Пировски Х.А.**, "Изпитване на корабни енергетични уредби", учебник, ТУ-Варна, 2014, ISBN-978-954-20-0622-0, 164с.

Учебното пособие „Изпитване на корабни енергетични уредби” е написано в съответствие с учебната програма по едноименната дисциплина от учебния план на специалност „Корабни машини и механизми” в Техническият Университет – Варна. В него е обобщен дългогодишният опит на авторите в областта на експлоатацията и изпитването на корабните енергетични уредби и воденето на посочената и подобни на нея дисциплини в различни учебни заведения, свързани с подготовка на инженерни морски кадри.

Материалът е съобразен с международните и национални стандарти за подготовка и сертифициране на морските лица, предвидени в една от основните конвенции на Международната Морска Организация (ИМО) STCW78/95 и разпоредбите на Изпълнителна Агенция "Морска Администрация" в това направление.

При написване на материала сме се стремили да покажем практическото приложение на изучаваните преди това дисциплини, като „Теория и устройство на кораба”, „Корабни двигатели с вътрешно горене”, „Техническа експлоатация на корабните енергетични уредби” и други в експлоатацията на корабния движителен комплекс- (КДК). Това прави възможно използването на учебника за повишаване на квалификационната степен, а така също и като помагало в оперативната работа на корабните инженер-механици при изпитването на КДК и анализа на резултатите от това изпитване.

В учебника са обхванати следните основни направления:

- Топлотехнически изпитвания на корабните двигатели с вътрешно горене- (КДВГ), обработка и анализ на резултатите от тях. Основно внимание е отделено на индициране на двигателите с помощта на механични и електронни индикатори и методите за обработка, разчитане и анализ на работния процес на двигателя, отразен в индикаторните диаграми.

- Видове изпитвания на КДК, преди да бъде одобрен за експлоатация и след навлизането му в експлоатация. Показани са възможностите за използване на резултатите от стендовите изпитвания на главния двигател и ходовите изпитвания на кораба за съставяне на еталонни характеристики на КДК, които могат да се използват за оценка на качествено състояние на КДК (съответствието между двигателя, винта и корпуса) и за решаване на редица експлоатационни задачи.

- Горивна апаратура- (ГА) на КДВГ, тук е направен обзор на видовете ГА използвана на КДВГ и методите за нейната настройка.

- Диагностика на КДВГ и КДК, показани са възможностите за използване на еталонните характеристики на КДВГ и КДК при провеждане на диагностични процедури по време на експлоатацията.

- Избор на работен режим на главен КДВГ, показани са прости, но ефикасни, проверени в практиката методи, които дават възможност за бързо ориентиране на корабния механик за натоварването на главния двигател при конкретните условия на плаване и избор на такъв работен режим, при който ще се достигне предварително зададен критерий (скорост, разход на гориво, натоварване на двигателя и др.)

Всяко от горните направления е илюстрирано с решени задачи, които са ценно помагало за използване на учебника в експлоатацията.

Пировски Х.А "Вибрации и вибродиагностика на корабните машини", ръководство за лабораторни упражнения, ТУ-Варна, 2015, 106с. (под печат)

Резюме

Представеното ръководство за лабораторни упражнения "Вибрации и вибродиагностика на корабните машини" е съобразено с учебната програма по едноименната дисциплина от учебния план на специалност "Корабни машини и механизми" в Технически Университет - Варна. В ръководството е обобщен натрупан ценен практически опит при провеждане на ходови изпитвания и оценка на виброакустичната обстановка на повече от 30 кораба от българския и международен търговски и военноморски флот.

В ръководството са обхванати три основни направления:

- **Виброизмервателна техника.** Измерване на механични трептения, обработка и анализ на резултати. Придобиване на начални умения за работа с виброизмервателна апаратура, калибриране на вибропреобразуватели и др.
- **Корабни валопроводи - оценка на статичното и динамично напрегнато състояние.** Изграждане на динамични модели за пресмятане на свободните усукващи и осови трептения на корабния валопровод. Използване на метода на крайните елементи за изграждане на изчислителни модели за пресмятане на огъващите трептения, както и статичното напрегнато и деформирано състояние на валопровода посредством програмни приложения за анализ по МКЕ.
- **Вибродиагностика на корабни машини.** Вибрации и вибродиагностика на корабни бутални и ротационни машини. Представени са основните методи за вибродиагностика и оценка техническото състояние на корабните машини. Обучението включва съвременни средства за вибродиагностика на лагерни възли с търкалящи лагери и балансиране на ротационни машини. Направена е оценка характеристиките на гумено-метални виброизолатори. Представени са основни въпроси от осигуряването на предвидените нормативни изисквания по отношение обитаемостта и комфорта на кораба свързани с шума и вибрациите. Представена е методика за оценка на акустичната обстановка в корабното машинно отделение и условията за нейното провеждане.

В учебното пособие са разгледани следните теми:

Тема 1. Измерване на механични трептения

Тема 2. Идентификация на параметрите на гумено-метален виброизолатор

Тема 3. Динамични модели на корабния валопровод за оценка на усукващите и осовите трептения

Тема 4. Изследване влиянието на инерционните и коравинни характеристики на валопровода върху честотите и формите на свободните усукващи трептения

Тема 5. Пресмятане на свободните огъващи трептения на корабния валопровод

Тема 6. Определяне статичното напрегнато и деформирано състояние на корабния валопровод

Тема 7. Вибродиагностика на корабни ротационни машини

Тема 8. Вибродиагностика на лагерни възли с търкалящи лагери посредством SPM метода

Тема 9. Вибродиагностика на корабен дизелов двигател

Тема 10. Изследване на акустичната обстановка в корабното машинно отделение

За изпълнението на лабораторните упражнения катедра "Корабни машини и механизми" и лабораторията по "Виброконтрол и диагностика на машини и съоръжения" разполага с най-съвременна материална база - стендове, апаратно и програмно осигуряване.