

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Одеська морська академія»**

**Одеське відділення інституту морської техніки, науки і технології
(Великобританія)**

МАТЕРІАЛИ

**Науково-технічної конференції на тему
«МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ФЛОТ: ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ»**

17.03.2016 – 18.03.2016

Одеса – 2016

Матеріали науково-технічної конференції «Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт», 17.03.2016 – 18.03.2016.– Одеса: НУ «ОМА», 2016. – 277 с.

Матеріали публікуються згідно з поданими авторами оригіналами.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ.....	7
<i>Голіков В.А., Савчук В.Д.</i> Наукові та науково-технічні дослідження, що виконані в НУ «ОМА» у 2015 році.....	7
<i>Букарос В.Н., Онищенко О.А.</i> Журнал НУ «ОМА» «Судовые энергетические установки»: от ВАК до Scopus, перспективы развития и проблемы.....	10
ДВИГУНИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ	16
<i>Половинка Э.М., Табулинский .И.Н.</i> Система топливоподачи малооборотных дизелей с электронным управлением типа RT-FLEX.....	16
<i>Половинка Э.М., Слободянюк Н.В.</i> Работа системы топливоподачи судового среднеоборотного дизеля на переменных режимах.....	21
<i>Сагин С.В.</i> Мониторинг эксплуатационных показателей цилиндрического масла судовых малооборотных дизелей.....	26
<i>Семенов А.В.</i> Особенности смазывания цилиндропоршневой группы судовых малооборотных дизелей	29
<i>Заблоцкий Ю.В.</i> Применение органических покрытий для оптимизации работы топливной аппаратуры высокого давления судовых дизелей.....	31
<i>Донской В.Г.</i> Проблема рациональной алгоритмизации деятельности оператора СЭУ	34
<i>Анфіногентов В.В., Анфіногентов В.В.</i> Аналіз достовірності визначення обсягів аварійних розливів нафти.....	35
<i>Абрамов В.А.</i> Повышение эффективности эксплуатации СЭУ за счет предотвращения биологического обрастания судового оборудования и систем забортной воды.....	41
<i>Кирис А.В., Гридюшко А.В.</i> Использование сепараторов отходов топлива на морских судах	52
<i>Очеретяный Ю.А.</i> Аппаратная реализация системы управления и контроля рефрижераторной установкой судна	53
<i>Ярошенко В.М., Подмазко О.С.</i> Доцільність застосування теплових насосів в судових системах утилізації теплоти.....	58
<i>Подмазко А.С., Ярошенко В.М.</i> Процессы тепло и массообмена в системах кондиционирования воздуха	62
<i>Гарагуля Б.А.</i> Физический смысл коэффициентов вязкости	65
<i>Тымкив А.В., Денисов В.Г.</i> Использование ИК-спектрального анализа для оценки состояния моторного масла в судовых условиях.....	70
<i>Тымкив А.В.</i> Принципы построения систем диагностирования.....	71
<i>Лалетин Е. Л.</i> Оценка качества судовых главных дизелей в условиях эксплуатации.....	72
<i>Ольшамовский В.С.</i> Рекомендации по переводу судовых холодильных систем на альтернативные холодильные агенты	75

<i>Харин В.М., Стукаленко А.М.</i> Характерный отказ рулевой машины с насосами постоянной подачи	82
<i>Дулдиер А.П.</i> Повышение энергоэффективности топочных устройств судовых паровых котлов.....	86
<i>Григор'єва О.С.</i> Оптичні властивості нанорозмірних гетероструктур	90
<i>Латиш О.М.</i> Дослідження сучасних методів зниження й усунення вібрації у компресорах і насосах.....	92
<i>Бузовский В.А.</i> Особенности использования смесей хладагентов в судовой холодильной технике	94
МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ФЛОТ: ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ	100
<i>Букарос В.Н., Онищенко О.А.</i> Анализ работы механизма однопоршневого холодильного компрессора судовой холодильной установки.....	100
<i>Логішев І.В., Саричев Д.В.</i> Підвищення ефективності експлуатації суднових опріснювальних установок зворотного осмосу	108
<i>Стеценко М. С., Логішев І. В.</i> Інтеграція наукової періодики морської галузі України у світовий науково-інформаційний простір: проблеми та рішення	118
<i>Калугін В.М., Корчак О.В.</i> Аналіз роботоздатності газотурбокомпресорів суднових дизелів	123
<i>Демідова Н.П.</i> Проблеми стабільності та сумісності важких палив	126
<i>Царев Л.Н.</i> Поддержание высоких пропульсивных качеств судна путем шлифования гребных винтов.....	129
<i>Кардашев Д.Л., Аболешкин С.Е.</i> Численные методы Расчета частот свободных крутильных колебаний.....	132
<i>Веретенник А.М., Аболешкин С.Е.</i> Использование метода анализа риска для совершенствования технического обслуживания судовых дизельных установок	135
<i>Козьминых Н.А., Василец Д.И.</i> Применение магнитных муфт в поршневых хладоновых компрессорах	138
<i>Козьминых Н.А., Чепалис И. В., Тетенко В.Ю.</i> Эксплуатация грузовой системы газовоза при перевозке сжиженного аммиака	141
<i>Козицький С. В.</i> Отримання нано-, мезо- та мікророзмірних кристалів ZnS методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється.....	147
<i>Дрозд Е.В., Гриднев К.В.</i> Использование грузового оборудования т/х „Nordic Beijing” в штатном режиме	149
<i>Макаренко Л.Н.</i> Современные методы восстановления деталей судовых машин.....	151
<i>Удолатий В. Б.</i> Разработка модели автоматического контроля содержания нефти при сливе балластных и промывочных вод.....	153
<i>Стеценко М. С.</i> Improving the reliability of high pressure pipelines of low speed diesel engine fuel system.....	156

<i>Богач В.М.</i> Научно – технические основы обеспечения надежности судовых длинноходовых двигателей путем усовершенствования систем смазывания цилиндров.....	159
<i>Слободянюк И.М., Молодцов Н.С.</i> Физико-технологические основы обеспечения надежности деталей ЦПГ судового дизеля путем усовершенствования способов модифицирования их рабочих поверхностей.....	162
<i>Слободянюк И.М., Богач В.М., Молодцов Н.С.</i> Определение остаточного ресурса деталей ЦПГ судового дизеля в процессе эксплуатации.....	165
<i>Журавлев Ю.И.</i> Обеспечение надежности сопряжений «вал- подшипник скольжения» путем усовершенствования технического обслуживания и ремонта СТС	167
<i>Мельник А.А.</i> Обеспечение надежности сопряжений деталей СТС путем электроискровой обработки их рабочих поверхностей в процессе их эксплуатации.....	170
<i>Небеснов В.В.</i> Особенности докового ремонта судов.....	172
ІНЖЕНЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА МОРІ	175
<i>Басанец Н.Г.</i> Формирование креативных качеств личности будущих механиков в аспекте дисциплины «безопасность жизнедеятельности». 175	
<i>Касилов Ю.И.</i> Совершенствование оборудования и устройства судов по предотвращению загрязнения окислами серы (SO _x)	178
<i>Голикова В.В.</i> Гигиенические аспекты компетентностного подхода в комплексной оценке профессиональной деятельности судового оператора	182
<i>Деркач В.Г.</i> Объективные средства контроля безопасности на море - судовые регистраторы данных рейса.....	187
<i>Каштаков В. Д.</i> Охрана морской среды при проведении геологоразведочных и добычных работ на твердые полезные ископаемые. Шельф и береговая зона	196
<i>Коломейченко Г.Ю., Касилов Ю.И., Каштаков В.Д.</i> Влияние антропогенного загрязнения донных отложений на развитие одноклеточных зеленых водорослей <i>Dunaliella salina</i>	200
<i>Каштаков В. Д.</i> Содержание тяжелых металлов в гидробионтах	203
<i>Приходько Е.А., Даниленко Д.В.</i> Анализ эффективности стандартов в стратегиях управления охраной труда по методу Деминга для промышленной безопасности в отрасли морского транспорта.....	207
<i>Крайнова В.И.</i> Методы и средства повышения безопасности на морских судах	216
<i>Мамкичев Н.А.</i> Анализ требований ИМО к постройке нефтеналивных танкеров связанных с предупреждением загрязнения морской среды нефтью.....	220

<i>Иванов А.И.</i> К вопросу о разделе «Безопасность жизнедеятельности» в дипломном проектировании в Национальном университете «Одесская морская академия»	227
<i>Розлуцький О.М.</i> Краткая характеристика основных режимов работы судовых главных дизельных установок.....	230
<i>Копейка П.И., Стельмах Г.Г. Чабан Е.Х.</i> Карусельное устройство, преобразующее энергию морских волн в электричество	235
<i>Петров И.М.</i> Экологическая безопасность и совершенствование функционирования сервисных эргатических систем на морском транспорте.....	235

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ ТА ІНШОМОВНА ПІДГОТОВКА СУДНОВИХ ІНЖЕНЕРІВ.....243

<i>Корх М.В.</i> Повышение эффективности изучения черчения.....	243
<i>Корх М.В.</i> Методы активизации индивидуальной работы курсантов при изучении машиностроительного черчения.....	245
<i>Опришко М.О.</i> Тренажеры та їх роль в навчанні фахівців водного транспорту	247
<i>Швець О. І.</i> Визначення кінематичних характеристик довільних точок шатуна кривошипно-шатунного механізму.....	249
<i>Удолатий В.Б.</i> Вычисление геометрических характеристик плоской фигуры с использованием расширения Matlab PDE Toolbox	251
<i>Батынский А.И., Хнюнин С.Г.</i> Информационная модель технологического процесса использования систем дистанционного доступа в морском заочном образовании	254
<i>Богомолов О.С.</i> Презентация сборника упражнений для изучающих дисциплину «Английский язык профессиональной направленности»...257	257
<i>Шалёв А. С.</i> Использование интернет технологий в процессе обучения.....260	260
<i>Bosyi E. A., Shalyov A. S.</i> Azipods. their origins and development.....	262
<i>Nedoseikin V. A., Shalyov A. S.</i> Synchronous compensator	264
<i>Кузнецова О.С.</i> English Language Skills Development in a Technical Higher Education Institution. On Maritime English Correspondence	266
<i>Кадохов А. Л., Богомолов О. С.</i> The Potential of Methanol as a Fuel.....	267
<i>M. Budurov, Kolomiichenko L. A.</i> Contracted and Loaded ip (CLT [®]) Propellers	268
<i>Kazantsev D., Kolomiichenko L.A.</i> Learning from experience Lubrication. ...271	271
<i>Osypchuk K., Kolomiichenko L.A.</i> The business of lubricants	272
<i>Koblik V.V.</i> Standards of Education towards STCW Competency	273
<i>Koldunov V., Koblik V.V.</i> Basic Separation Theory	274

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

УДК 519

Голіков В.А., проректор НУ «ОМА» з наукової роботи, д.т.н., професор,
Савчук В.Д., начальник НДЧ НУ «ОМА», к.т.н., професор
Національний університет «Одеська морська академія»

Наукові та науково-технічні дослідження, що виконані в НУ «ОМА» у 2015 році

В університеті у 2015 році на кафедрах університету були виконанні дослідження по бюджетним темам та госпдоговорам.

Бюджетні НДР

Фундаментальна НДР: «Теоретичні засади, методи та інструментальні засоби інформаційної технології діагностування динамічних об'єктів на основі моделей Вольтерра» - наук. керівник к.т.н., доцент Ковальов М.І. присвячена підвищенню точності вимірювання супутниковими системами.

Основні наукові результати: – удосконаленні методи та засобів математичного і комп'ютерного моделювання нелінійних неперервних динамічних систем.

Практична цінність результатів полягає у створенні інструментальних програмних засобів, що реалізують обчислювальні алгоритми детермінованої ідентифікації об'єкту курування.

Цінність результатів для навчальної роботи. Результати досліджень використовуються в навчальному процесі кафедри «Морський радіозв'язок» ОНМА при викладанні дисциплін «Радіоавтоматика», «Радіоелектронні системи», «Інформаційні радіосистеми» та «Системи та мережі комп'ютерного та мобільного зв'язку», а також при розробці тем магістерських дипломних робіт. Опубліковано наукових 5 статей у фахових виданнях України; опубліковано наукових 20 доповідей, в т.ч. 6 у зарубіжних виданнях, що входять до наукометричних баз, 11 англійською мовою, 8 за кордоном, приймалося участь в 17 міжнародних конференціях.

Прикладна НДР «Акустична система моніторингу терористичних погроз на водному транспорті» - наук. керівник д.т.н., професор Вишневський Л.В. присвячена безпеці на водному транспорті.

Задачі: Розширення можливостей існуючих наземних комплексів акустичної розвідки для оборони морського простору та узбережжя.

Базисні положення: інтеграція розробок сухопутних систем акустичної артилерійської розвідки та суднових звукових приймальних систем зовнішніх сигналів; модернізація з врахуванням стандартів НАТО – наскрізний розрахунок ризиків вірогідних помилок на усіх рівнях прийняття рішень; забезпечення високої якості показників виявлення та розпізнавання короткочасних змін перешкоджаючої обстановки; оптимізація систем при обмеженні часу на спостереження об'єктів, що оцінюються як загроза.

Наукові результати: пропонується методологія, яка дозволяє послідовно проводити розробку систем в порядку підвищення апріорної невизначеності відносно сигнально-перешкоджаючої обстановки, контролювати достовірність прийняття рішень для різних моделей процесів, які досліджуються.

Міжнародне наукове дослідження

Створена методологія гарантованого управління безпекою суден в умовах жорстких обмежень на каналах, фарватерах та зонах маневрування, що синергічно функціонує по принципу інформованості, визначеності та реалізує гомеостару ергатичних систем, включаючи управління погодними зонами. (Грант ЄС MOWE-IT «Управління погодними умовами в транспортній сфері» - науковий керівник к.т.н., с.н.с., доцент Голіков В.В.).

Результати виконаних досліджень передані Координатору роботи. В рамках проекту: розроблена методика гарантованої навігаційної безпеки суден під час буксирних проводок по неарктичним морям; захищено 4 кандидатські дисертації; опубліковано 2 монографії, понад 30 статей у фахових виданнях України; отримано 4 патенти України; розроблені плани навігаційних проводок великовантажних суден до причалів морських портів Южний, Одеса, Іллічівськ без втрати категорії цих морських портів.

Наукові дослідження, які виконуються на кафедрах (за індивідуальними планами викладачів)

На кафедрах академії виконується 58 теоретичних та пошукових науково-дослідних робіт, наприклад:

1) «Розвиток сучасної теорії та практики технічної експлуатації морського та річного флоту: концепції, методи, технології» – науковий керівник д.т.н., професор Голіков В.А.).

Результати виконаних досліджень: захищено 3 кандидатські дисертації (Слободянюк Д.І., Тарасенко Т.В., Зуев С.В.); опубліковано 1 колективну монографію, 23 наукові статті, в т.ч. 5 у закордонних виданнях, 25 тез доповідей на наукових конференціях, в т.ч. 4 –х міжнародних; підготовлено 5 навчальних посібників для курсантів ВНЗ за напрямом підготовки “Морський та річковий транспорт”.

2) «Удосконалення експлуатації спеціалізованого флоту та технології перевезення вантажів» - науковий керівник к.т.н., професор Савчук В.Д.).

Результатам досліджень: удосконалено методи контролю завантаження великотоннажних балкерних суден (дедвейт 170 – 240 тис. тонн) навалочними та насипними вантажами з використанням лазерних далекомірів; захищена 1 кандидатська дисертація (Клименко Є.М.); подано 2 заявки на патент (корисну модель) України (Клименко Є.М., Савчук В.Д.); отримано Патент України № 98070 «Пристрій для інформаційного забезпечення процесу контролю завантаження судна насипним вантажем» (Клименко Є.М., Савчук В.Д.); опубліковано 8 статей у фахових виданнях України та 2 в закордонних видан-

нях, 12 тез доповідей.

3. «Моніторинг, діагностика та управління процесами і обладнанням суднових енергетичних установок» – наук. кер. к.т.н., доцент Муха М.Й.

Результати наукових досліджень: створено тренажерний комплекс суднової автоматизованої електро-енергетичної системи; створена інтелектуальна система моніторингу, діагностики і управління енергетичними процесами суднових СЕУ; опубліковано 2 монографії, 23 наукові статті, 6 тез доповідей на міжнародних конференціях та 4 – на конференціях НУ «ОМА»; отримано 2 патенти України «Тренажер суднової електроенергетичної системи» та «Повномасштабний тренажер суднової автоматизованої електроенергетичної системи для підготовки та перевірки компетентності морських інженерів» - (Муха М., Дранкова А.О.).

4. «Розробка суднових інтегрованих систем радіозв'язку і навігації у рамках загальної концепції розвитку електронної навігації» - науковий керівник д.т.н., професор Кошевий В.М.).

Розроблено: концепцію побудови інтегрованої системи морської суднової навігації і зв'язку СОМЕС, її розробку і обґрунтування доцільності щодо її практичного застосування на морському флоті в тому числі шляхом експериментальних випробувань прототипу розробленої системи; спосіб автоматичної ідентифікації радіотелефонних передач в аналогових каналах морської рухомої служби на основі технології цифрових водяних знаків (ЦВЗ). Новизна розробки підтверджується 5 патентами на винаходи України і 1 - Німеччини.

Госпрозрахункові НДР

Виконано 7 проектів та надано послуг:

1. Розробка плану безпечного проведення та швартування судна типу балкер «PANAMAХ» з розмірами: DWT- 65 тис.т., довжина 225 м, ширина 32 м, осадка 17 м до причалу № 1 Нового порту п. Поті – замовник ДП «ЧорноморНДІпроект».

2. Обґрунтування можливості виконання безпечного маневрування, швартовці та відшвартовці до/від причалу № 25 МП «Южний» судна: DWT- 120 тис.т., довжина 245 м, ширина 43 м, осадка 15 м – замовник ТОВ «М.В. Карго».

3. Розробка та моделювання постановки судна типу «Panamax» (СН-65) до причалу № 19 ДП «ІМТП» – замовник ТОВ «Проектгідробуд».

4. Підготовка експертного заключення по розрахунку валової та чистої вмістимості т/х «ZOYA» - замовник «PRIVACY DEVELOPMENTS».

5. Розрахунок пропускної спроможності і режиму руху суден МП «Южний» станом на 25 вересня 2-23 року у відповідності з перспективним суднооборотом МП «Южний» на 2023 рік – замовник ДП «ЧорноморНДІпроект».

За договорами з названими замовниками розроблені плани навігаційних провідок великовантажних суден до причалів морських портів Южний, Одеса, Іллічівськ без втрати категорії цих морських портів.

Окрім того, виконувались окремі госпдоговірні роботи по проведенні повторного пробного науково-технічного подріблення та помолу тканини АУВМ «Дніпро» та інші.

По результатах наукових досліджень, які були виконанні на кафедрах професорсько-викладацьким складом університету були підготовленні та опубліковано 5 монографій, подано 6 заявок на винаходи та патенти України, по усім заявам є позитивні рішення, отримано 5 патентів України. У минулому році у спецраді університету було захищено 6 кандидатських дисертації. Окрім цього, співробітником університету у 2015 році в іншій спецраді була захищена 1 кандидатська дисертація.

Науково-дослідна робота курсантів

У 2015 році у 1-му турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт прийняло участь 57 курсантів та студентів. У 2-му турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності «Двигуни та енергетичні установки» і «Суднобудування та водний транспорт» прийняли участь 23 курсанти.

Переможці нагороджені: дипломом II ступеня курсант Деміров В.В. (керівник д.т.н., професор Гвоздева О.М.), Почесними грамотами курсанти Машковський Є.Є., Назаров Я.Р., Мирза В.Ю., Матейко О.В., Фомін О.Р., Макаренко І.С., Захаркевич С.В. та інші, усього 15 курсантів.

Курсант Мальцев С.Є. – став одним із авторів заявки на корисну модель – «Система інформаційного забезпечення швартування танкера VLCC до монобуя».

У 2015 році 1836 курсантів приймали участь у НДР, що виконуються професорсько – викладацьким складом на кафедрах університету, курсантами підготовлено 463 доповіді, по яким вони звітували на кафедрах та факультетах і зроблено 291 доповіді на науково – технічних конференціях НУ «ОМА», опубліковано 132 тези доповідей у тому числі 48 самостійно 342 курсанти взяли участь у I та II-му етапах Всеукраїнської студентської олімпіади, дипломами та призами відзначено 28 курсантів.

УДК 050(100):006.063

Букарос В.Н., Онищенко О.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Журнал НУ «ОМА» «Судовые энергетические установки»: от ВАК до Scopus, перспективы развития и проблемы

При лицензировании, аттестациях и аккредитациях ВУЗов, МОН Украины учитывает уровень развития науки учреждения. Оценка производится по ряду

критериев, в том числе, по количеству и качеству публикаций в международных журналах, входящих в наукометрические базы данных. Также следует учитывать, что согласно последним распоряжениям МОН Украины (14/01/2016 №13) одним из критериев присуждения звания профессора или доцента являются наличие публикаций в журналах, входящих в базы данных Scopus или Web of Science.

На данный момент всего 38 журналов Украины входят в базу данных Scopus, из них более 50 % – журналы по медицине и фундаментальным наукам. В этом списке нет ни одного журнала, с тематикой, аналогичной тематике журнала «Судовые энергетические установки» («СЭУ»).

Наш ВУЗ имеет статус национального и без достойного представления своей науки обойтись не сможет. Поэтому жизненно необходимо всем журналам НУ «ОМА» попасть в авторитетные международные базы данных и электронные библиотеки. Реализация данной задачи достаточно осложнено, поскольку требования современных наукометрических баз к периодическим изданиям, претендующим на высокий научный авторитет и международное признание, крайне высоки. Перечислим лишь основные требования, которые должны быть реализованы и подтверждены в заявке журнала на включение его в международную базу данных Scopus.

Минимальные требования базы данных Scopus

- Удовлетворение требованиям Международной конвенции редакций.
- Доказательная база соответствия всех пунктов поданной журналом заявки на вступление в базу данных Scopus.
- Высокое качество публикуемых материалов.
- Международный статус издания.
- Четкая и объективная редакционная политика.
- Наличие ISSN – International Standard Serials Number – Международного стандартного номера сериального издания (электронная и печатная версии).
- Прозрачный и объективный аппарат рецензирования статей.
- Международный состав редакционного совета.
- Международный состав авторов.
- Наличие статей на качественном английском языке, оглавления на английском языке, аннотаций и ключевых слов на английском языке.
- Пристатейная библиография ко всем статьям в выпуске (заявка подается только со статьями, имеющими библиографию).
- Наличие сайта журнала на английском языке.
- Выполнение графика выхода в свет (наличие четкой периодичности и регулярности выхода).
- Применение одного из вариантов рецензирования статей: редакционное, открытое рецензирование, одиночное слепое рецензирование, двойное слепое рецензирование. Наиболее престижным является двойное слепое рецензирование: статью рецензируют два независимых эксперта, при чем ни авторы, ни рецензенты не знают друг друга.

При анализе «качества» журнала, высокий уровень журнала подтверждается международным составом (разные континенты) редакции.

При экспертизе журнала отдельное внимание уделяется высоким значениям индексов Хирша членов редакционной коллегии. В саму заявку на проведение базой данных экспертизы журнала, предоставляется информация о 3 членах редакционной коллегии (главный редактор и два члена редакционной коллегии на выбор редакции, но, как правило, это заместители главного редактора). Они должны иметь наиболее значимые индексы цитирования. Индекс Хирша является количественной характеристикой продуктивности учёного, группы учёных, научной организации или страны в целом, основанной на количестве публикаций и количестве цитирований этих публикаций.

Индекс вычисляется на основе распределения цитирований работ данного исследователя. Учёный имеет индекс h , если h из его N_p статей цитируются как минимум h раз каждая, в то время как оставшиеся $(N_p - h)$ статей цитируются не более чем h раз каждая. Так, если у исследователя опубликовано 100 статей, на каждую из которых имеется лишь одна ссылка, его h -индекс равен 1. Таким же будет h -индекс исследователя, опубликовавшего одну статью, на которую сослались 100 раз. В то же время, если среди публикаций исследователя имеется 1 статья с 9 цитированиями, 2 статьи (включая уже упомянутую статью с 9 цитированиями) с не менее чем 8 цитированиями, 3 статьи с не менее чем 7 цитированиями, ..., 9 статей с не менее чем 1 цитированием каждой из них, то его h -индекс равен 5 (так как на 5 его статей сослались как минимум по 5 раз). Для определения индекса Хирша рассматриваемые статьи располагают в порядке уменьшения числа ссылок на них. Далее определяют статью, номер которой совпадает с числом её цитирований. Это число и есть индекс Хирша. Например, если индекс Хирша равен 20, то у автора есть по крайней мере двадцать статей, последняя из которых цитировалась не менее 20 раз. Общая цитируемость предыдущих более цитируемых 19 статей списка для определения индекса значения не имеет.

Широкая «география» авторов подтверждает международный статус издания. Это означает, что журнал востребован не только на уровне ВУЗа, но и для широкого круга ученых. Помимо этого, международный состав авторов подтверждает, что журнал читают во всем мире. Редакция должна обращать особое внимание на индексы Хирша авторов, которые публикуются – чем выше статус ученых, публикуемых в журнале, тем выше статус журнала.

Каждая статья должна иметь заглавие на английском языке. Помимо заглавия все метаданные также должны быть на английском языке: аннотация, ключевые слова, список использованной литературы. Эти данные при положительном решении экспертов будут размещаться на сайте базы данных Scopus и англоязычные читатели получат возможность ознакомиться с содержанием издания.

Каждая статья должна иметь список использованной литературы. Для технических изданий список использованной литературы должен содержать порядка 10-30 ссылок. Для базы данных Scopus все списки использо-

ванной литературы должны быть оформлены согласно международным стандартам (не ГОСТ) и переведены в романский алфавит (латиницей).

В списках литературы должно быть большое количество ссылок на работы, уже индексируемых в базе данных Scopus, так как эта информация важна для самой базы данных. Также в списках использованной литературы указываются идентификаторы DOI.

Идентификатор цифрового объекта (также используется словосочетание цифровой идентификатор объекта, ЦИО, digital object identifier, DOI) – стандарт обозначения представленной в сети информации об объекте. Информация, содержащаяся в DOI электронного документа, содержит указатель его местонахождения (например, URL), его имя (название), прочие идентификаторы объекта (например, ISBN для электронного образа книги) и ассоциированный с объектом набор описывающих его данных (метаданных) в структурированном и расширяемом виде. DOI имеет некоторые общие черты со стандартом PURL: наличие указателя местонахождения объекта и его имени (названия). DOI общепринят в англоязычной научной среде для обмена данными между учёными. По сути, DOI – это путь к документу в общем информационно-виртуальном пространстве (как правило, в Интернете), для получения необходимой информации. Идентификатор цифрового объекта представляет собой уникальную строку букв и цифр, состоящую из двух частей: префикс и суффикс. Например, 10.1000/182, где 10.1000 – префикс, или идентификатор издателя, составленный из признака идентификатора (10) и строки, указывающей на издателя (1000); 182 – суффикс, идентификатор объекта, указывающий на конкретный объект. Префиксы издателей распределяются регистрационным агентством (DOI Registration Agency) CrossRef. Суффикс формируется издателем, и должен быть уникальным у данного издателя. Идентификатор цифрового объекта может объединить существующие идентификаторы, такие как ISBN, International Standard Serial Number или SICI. Идентификатор цифрового объекта регистронезависим.

Даже если полные тексты статей публикуются только на украинском или английском языках, журнал обязан иметь полностью англоязычную версию сайта, где должны быть четко описаны цели и задачи издания, политика издания, требования к оформлению статей, содержания архивов.

Сайт научного журнала – не страница на сайте ВУЗа или другого учреждения, это самостоятельный сайт, который содержит информацию только о журнале. Но доменное имя сайта может быть в рамках домена ВУЗа.

Издание должно четко придерживаться заявленного редакцией графика выхода в свет. Очень негативно влияет на оценку экспертов задержка выхода номеров или выпуск спаренных номеров. Это означает что у редакции недобор статей, нет желающих печататься в этом издании и издание не имеет «портфеля» статей на будущие выпуски. Соответственно, такое издание не является рейтинговым и престижным.

Необходимо чтобы сайт журнала имел и отдельную страницу, на которой представлена только информация о членах редакционной коллегии. В эту информацию должны входить обязательно сведения о ВУЗе, в котором

работает ученый и о стране. Это необходимо для того, чтобы эксперты сразу смогли оценить международный статус редакционной коллегии нашего издания.

Инициативной группой судомеханического факультета НУ «ОМА» был создан сайт для журнала «Судовые энергетические установки».

Задачи и цели

1. Изменение зоны влияния периодики НУ «ОМА» от локального уровня до международного.

2. Поэтапное вхождение в основные мировые наукометрические базы данных, в перспективе – в Scopus.

3. Создание удовлетворяющего международным требованиям и требованиям основных наукометрических баз данных, современного, адаптивного, удобного для авторов и исследователей сайта журнала «СЭУ».

Основная информация о созданном сайте

1. Технический разработчик сайта журнала «СЭУ» – Сакалюк Алексей, один из ведущих специалистов в области web-дизайна и программирования в нашем городе. Его работы: «Труды международного геометрического центра», «Global Science Journal Publishing (GSJP)», «Зерновые продукты и комбикорма» и еще четыре других полнофункциональных сайта научно-технических журналов различных организаций.

2. Структура разработанного сайта журнала составлена исходя из обобщения всех совпадающих требований основных наукометрических баз данных: Scopus, Google Scholar, Index Copernicus, WorldCat, EBSCO, CrossRef, Directory of of Research Joinalns Indexing (DRJI), Open Academic Journals Index (OAJI).

3. Сайт получил оригинальный авторский движок, и, благодаря хорошей динамичности, позволяет качественный просмотр и загрузку контента с любого электронного гаджета (смартфон, планшет, ноутбук, ПК), в удобном виде, автоматически изменяющемся разрешении, причем без дополнительных потерь информации и скорости загрузки.

4. Страницы сайта отображаются на трёх языках - украинском, английском и русском. Основная страница первоначальной загрузки – на английском. Все содержимое страниц сайта автоматически синхронизируется, независимо от языка просмотра.

5. Контент сайта тщательно детализирован с применением одного стиля отображения информации и текстовых форматов:

- ключевые слова поиска;
- графические изображения и полезные ссылки для авторов журнала;
- новостная лента;
- наличие «дерева ссылок»;
- наличие кратких названий заголовков;
- установлено однозначное, информативное и краткое доменное имя сайта журнала;
- предусмотрен свободный доступ к архивным выпускам журналов, к отдельным статьям, рефератам;

- предусмотрен свободный доступ к полной информации о всех членах редколлегии, контактам.

Администрирование сайта позволяет вносить изменения в основную часть контента.

Выводы

Для полного запуска сайта журнала требуется:

1) закончить процесс формирования списка членов редакционной коллегии, в том числе – международных членов редколлегии;

2) внести информацию о членах редколлегии, в том числе – международных, и сформировать соответствующие профили;

3) создать технический персонал редакции;

4) обеспечить организационно-технические условия работы редакции (профессиональный переводчик, хостинг, помещение, интернет, оборудование и проч.);

5) после решения перечисленных задач и выпуска не менее чем двух номеров журнала со статьями, удовлетворяющими перечисленным выше требованиям, следует приступить к процессу индексации журнала в международных базах данных, подавать соответствующие заявки в электронные библиотеки и иные международные информационные ресурсы.

ДВИГУНИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ

УДК 621.431.74

Половинка Э.М., Табулинский .И.Н.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Система топливоподачи малооборотных дизелей с электронным управлением типа RT-FLEX

Современный этап развития судовой энергетики характеризуется качественно новыми решениями в области управления рабочими процессами дизелей и, в первую очередь, процессами впрыскивания топлива. На флоте расширяется область применения двигателей с электронным управлением серии ME фирмы MAN-B&W и RT-Flex Wartsila-Sulzer [1-3] .

Вместе с тем, информация о протекании рабочих процессов в элементах этих дизелей весьма ограничена. Практически неизвестны параметры важнейших эксплуатационных режимов – пусковых и частичных. Исследование работы судовых дизелей в этих условиях является актуальными, как с научной, так и практической точки зрения.

Для выполнения натурных исследований в этой области необходимо, в первую очередь, выяснить основные характеристики системы топливоподачи, как объекта исследования, систематизировать возможности системы контроля и управления в качестве метрологической базы. В ряде случаев возникает необходимость в расширении штатных средств и формы представления информации.

В данной работе представлены результаты такого анализа для двигателей RT-Flex фирмы Wartsila-Sulzer.

Общая схема системы топливоподачи двигателей RT-Flex изображена на рис.1. Функциональный блок системы с дозирующим топливным устройством (Injector Control Unit- ICU) показан на рис.2.

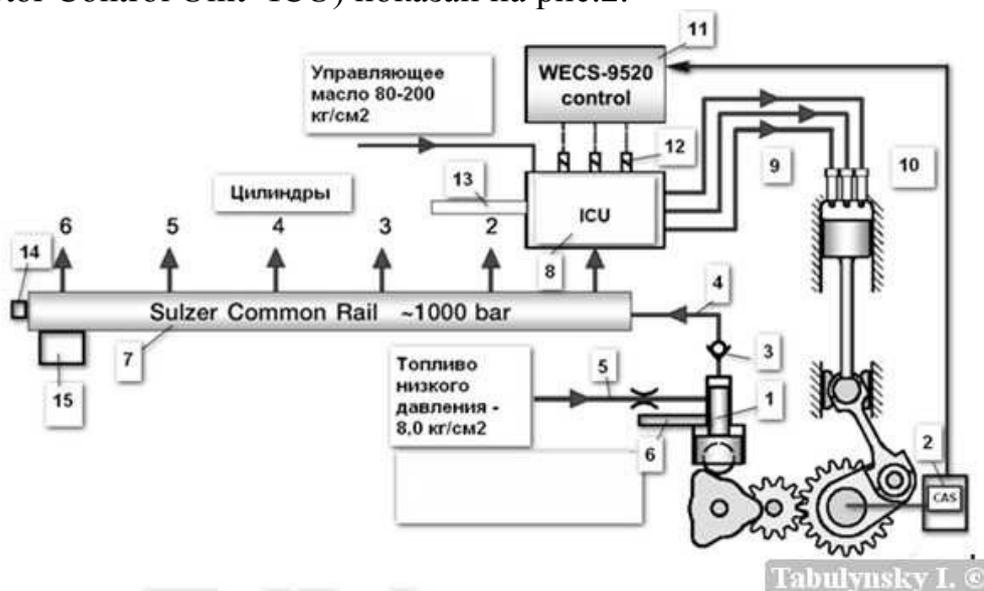


Рис.1 Основные элементы системы топливоподачи дизелей фирмы Wartsila с электронным управлением:

1. Топливные насосы высокого давления (ТНВД);
2. Датчик угла поворота коленчатого

вала (Crank Angle Sensor - CAS); 3. Невозвратный клапан; 4. Трубопровод топлива высокого давления от ТНВД к топливному аккумулятору (Common Rail – CR); 5. Трубопровод топлива низкого давления от топливоподкачивающих насосов к ТНВД .

6. Актуатор привода ТНВД; 7. Common Rail (CR); 8. Модули топливоподачи (ICU); 9. Трубопровод топлива высокого давления от ICU к форсункам; 10.Форсунки; 11.Блок управления и контроля WECS 9520; 12.Электронные клапана управления топливоподачей (Rail Valves-RV);

13.Датчик контроля работы ICU (Quantity Sensor-QS); 14.Датчик давления топлива; 15.Предохранительный клапан на CR.

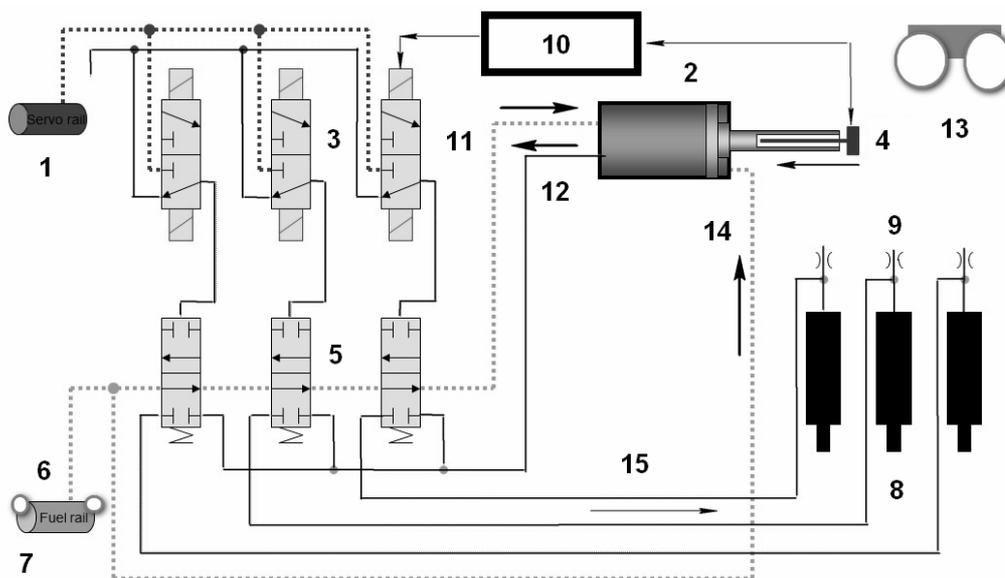


Рис.2. Функциональная схема топливного дозирующего модуля ICU:

1-масло системы управления (80-200 бар); 2 –дозирующий поршень (Quantity piston *QP*) ICU ; 3- Клапана управления(Rail Valves RV); 4- Датчик положения *QP*; 5 – распределительные золотники топливоподачи; 6 – Common Rail (CR) (600-800 бар); 7 – Датчики регистрации давления топлива ; 8 – Форсунки; 9 – возвратный трубопровод топлива от форсунок; 10 – Блок управления FCM-20 ; 11 – подвод топлива заполнения *QP* ; 12 – нагнетательный топливный канал на форсунки ; 13 – датчики контроля положения коленвала; 14 – канал подвода топлива на перемещение *QP*; 15 – трубопровод высокого давления из ICU к форсункам

Подача топлива(рис. 1) в аккумулятор (7) осуществляется блоком насосов высокого давления (1) с приводом от коленчатого вала. Фазы и цикловую подачу задаёт дозирующее устройство (8) , управляемое системой (11).

Более подробно алгоритм управления рассмотрим , используя (рис. 2) функциональную схему дозирующего модуля ICU. Цикл работы состоит из двух фаз: впрыскивания и заполнения рабочей полости 2 топливом. Первая фаза осуществляется при соединении рабочей полости 2 с форсунками через золотники 5. Последние, в свою очередь, управляются маслом, которое поступает из системы рабочего масла при открытии золотников 3. Для окончания впрыскивания соленоидные клапана открывают слив управляющего масла, а топливные золотники перекрывают подачу к форсункам, соединяя рабочую полость ICU с аккумулятором. Заполнени её происходит за счёт разности площадей поршня *QP* со стороны рабочей и буферной полости. Одновременно

во второй фазе происходит разгрузка системы на участке ICU-форсунки. Разгрузка производится через кольцевую канавку на иглах форсунок (рис.3).

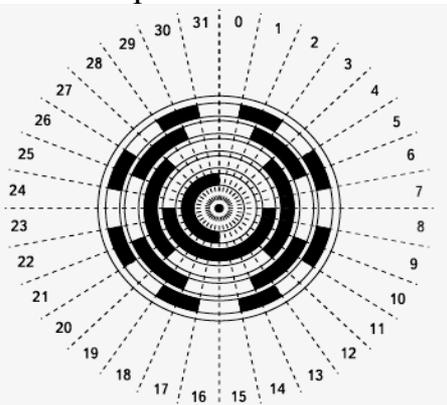


Рис .3 Игла распылителя форсунки дизеля RT- Flex

Фазы впрыскивания задаются командами системы управления WECS 9520, получающей информацию об угле поворота коленчатого вала с помощью датчика 13, величина цикловой подачи- путём контроля хода QP по сигналу датчика 4.

Работа системы управления основывается на информации упомянутого датчика угла поворота коленчатого вала. Система укомплектована двумя датчиками. При выходе из строя двух датчиков система защиты автоматически останавливает двигатель. В случае неисправности одного датчика система продолжает свою работу.

На двигателе используется датчик, именуемый абсолютным энкодером, который формирует сигнал, как во время вращения, так и при остановке двигателя. Диск энкодера имеет несколько концентрических дорожек. Каждой дорожкой соответствует уникальный двоичный код для конкретной позиции вала. На рис. 6 представлен датчик угла поворота коленчатого вала.



а)

б)

Рис. 6. Датчик угла поворота коленчатого вала CAS :

а) кодовый диск; б) общий вид

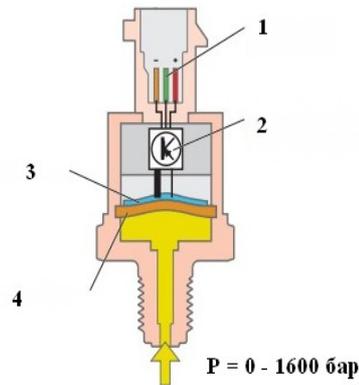


Рис.7 Датчик давления топлива в аккумуляторе: 1-питание датчика; 2 – электронный блок обработки данных; 3-тензодатчик; 4- стальная мембрана.

Давление топлива в системе регулируется с помощью тензометрических датчиков (рис.7), установленных на аккумуляторе. Сигналы, поступающие в электронный блок управления, суммируются, и по среднему значению регулируется давление в CR.

В процессе работы дизеля контроль всех параметров, заложенных в алгоритм управления WECS – 9520, осуществляется с помощью программного обеспечения Flex View Ver.3.3.5, разработанного фирмой Wartsila.

В частности, на рис.8 приведено окно монитора, в котором представлена информация о работе ICU. График 1 представляет перемещение QP в единицах сигнала датчика перемещения (мА) в зависимости от времени, мс. Остальные позиции содержат служебную информацию: 2- выбор количество цилиндров для контроля; 3- основные параметры для выбранного цилиндра и кнопки активации дополнительных функций ПО Flex View; 4- отметка времени, за которое QP переместился в конечное положение ; 5- выбор контрольного времени в ручном режиме; 6 –максимальный уровень сигнала датчика хода QP.

В процессе подготовки испытаний двигателя на судне расширены базовые функции системы контроля, что обеспечило сохранение принимаемой информации и последующий её вывод в табличной и графической форме.

В результате получены осциллограммы работы системы топливоподдачи и двигателя на различных режимах. Пример такой осциллограммы представлен на рис.9. Её содержание указано в подрисуночных подписях. Все параметры приведены в относительных величинах.

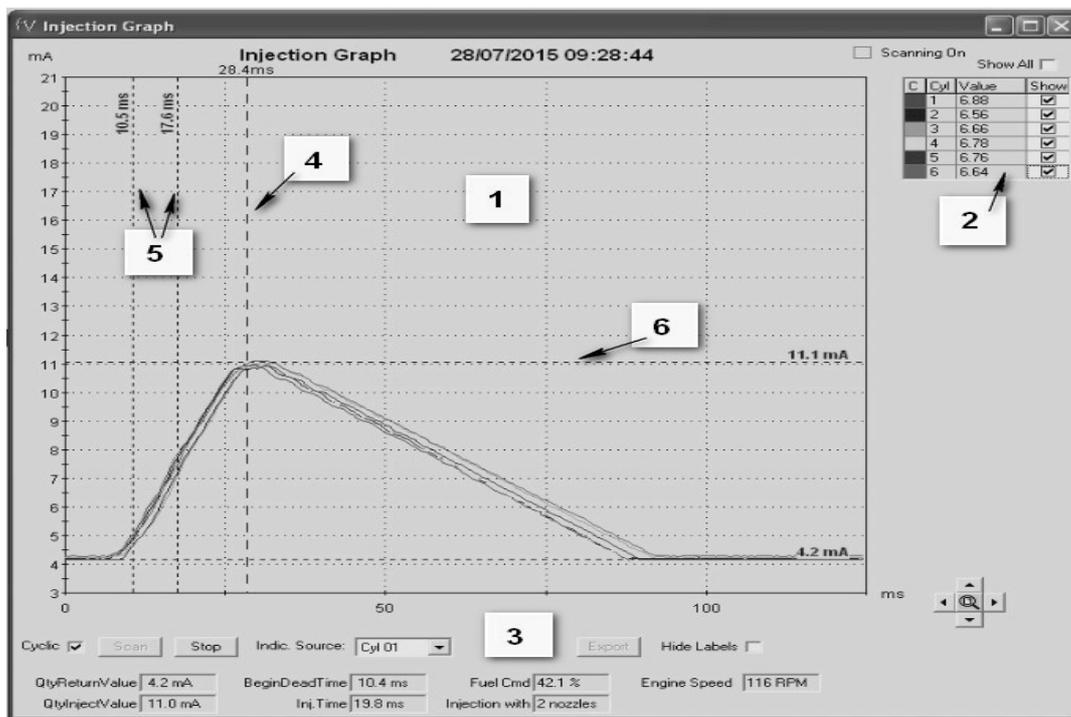


Рис.8. Графическая информация о работе ICU

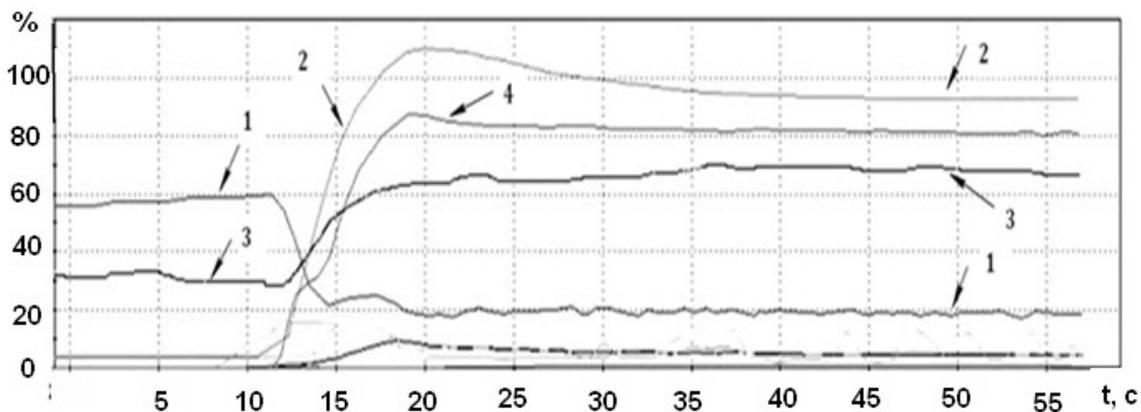


Рис.9. Осциллограмма пуска дизеля 6RT- Flex 50B:1 – производительность ТНВД; 2 – давление масла в системе управления гидравлики; 3 – давление топлива в трубопроводе CR; 4 – обороты ГД

Выводы

Представлена информация о конструктивных элементах и алгоритме работы системы топливоподачи двигателя с электронным управлением в варианте аккумуляторной комплектации.

Проведен анализ информативных возможностей системы управления двигателем и топливоподачей и показаны дополнительные информационные возможности.

ИСТОЧНИКИ

1. Kaspar Aeberli and John McMillan, 'Common rail at sea: The Sulzer RT-flex engine', The Motor Ship Marine Propulsion Conference, Copenhagen, 10–11 April 2002

2. Brochure 'The Common-Rail Low-Speed Engine' May 1999
3. Hardware-in-Loop Simulation Technology of High-Pressure Common-Rail Electronic Control System for Low-Speed Marine Diesel Engine.
<http://dx.doi.org/10.5772/54157>

УДК 621.431.74

Половинка Э.М., Слободянюк Н.В.
Национальный университет «Одесская морская академия»

Работа системы топливоподачи судового среднеоборотного дизеля на переменных режимах

Судовой среднеоборотный двигатель в процессе эксплуатации большую часть времени эксплуатируется в условиях переменных режимов.

На переменных режимах формируются параметры двигателя, соответствующие новым условиям организации рабочих процессов. Изменения происходят в каждом последующем цикле, что является признаком неустановившегося режима

Неустановившийся режим может быть природного и эксплуатационного происхождения. В обоих случаях он влияет на работу топливной системы высокого давления.

Наиболее неблагоприятными условиями работы топливной системы являются режимы разгона, наброса нагрузки и выбега.

Эти условия работы приводят к ухудшению качества процесса впрыскивания с низкими параметрами рабочей смеси и топливной струи [1], недостаточным воздушным зарядом, повышенной токсичностью отработавших газов. При этом повышается расход топлива и увеличивается износ деталей цилиндра поршневой группы

Различными аспектами совершенствования работы дизелей на переменных режимах занимались многие исследователи - такие, как Фомин Ю.Я. [2], Соменов В.А. [3], Петровский Д.И. [4], Соловьев Д.М. [5], Шестухин В.И. [6], Тимошенко Д.В. [7], Царитов А.З. [8].

Развитием перечисленных работ являются исследования, проводимые в данном направлении на кафедре СЭУ НУ»ОМА». Представленные в докладе материалы получены в результате экспериментальных исследований переходных процессов в системе впрыскивания судового среднеоборотного дизеля ЧН25/34 на переменных режимах.

Эксперимент проведен на безмоторном стенде с плавным регулированием частоты вращения. В состав топливной аппаратуры входили: топливный насос высокого давления (ТНВД) с диаметром плунжера 16 мм, ходом 16 мм; форсунки закрытого типа с распылителем 9x0,35 мм.

Данные эксперимента были записаны с помощью программно-аппаратного комплекса на базе тензометрического усилителя с дальнейшей обработкой на персональном компьютере.

Программой испытаний предусмотрено повышение и снижение частоты вращения от остановки и до пускового значения. Кроме того, после набора установленной скорости вращения выдерживался промежуток времени, достаточный для стабилизации процесса впрыскивания.

Общий вид системы топливоподачи с датчиками на безмоторном стенде представлен на рис. 1.

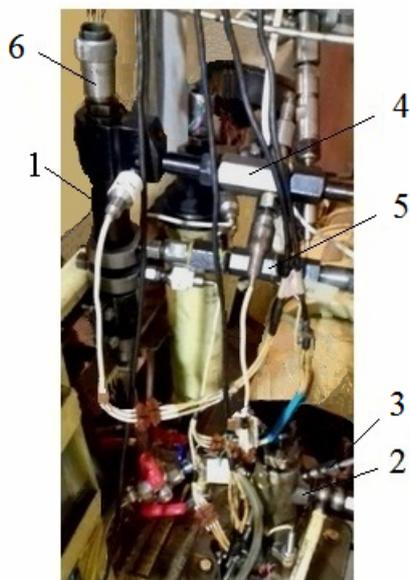


Рис.1. Общий вид стенда системы топливоподачи с датчиками:

1 – форсунка; 2 – ТНВД; 3 – датчик давления в насосе p_n ; 4 – датчик давление на входе в форсунку $p_{ф.вх}$; 5 – датчик давления в канале форсунки $p_{ф.к}$; 6 – датчик хода иглы форсунки z .

В эксперименте записывались следующие параметры:

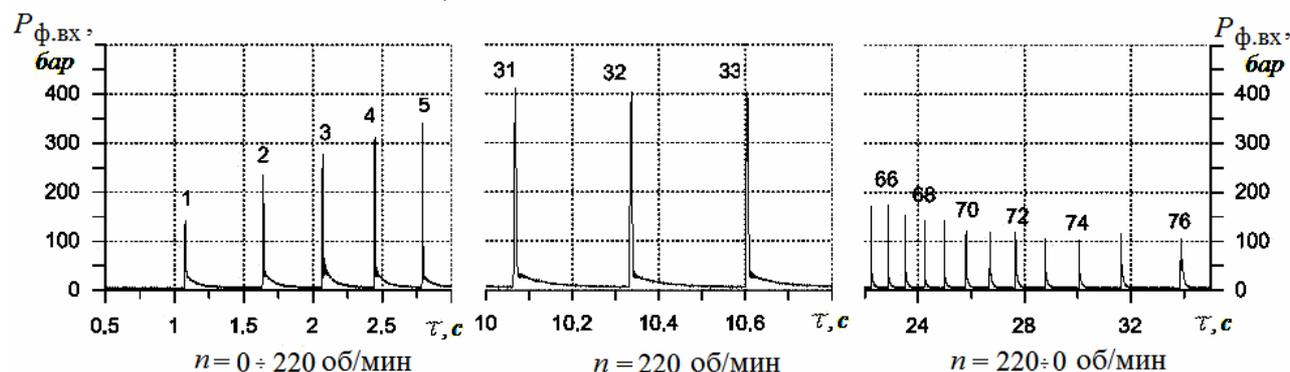
- давление топлива в штуцере топливного насоса p_n ;
- давление топлива в штуцере форсунки $p_{ф.вх}$;
- давление в топливном канале форсунки $p_{ф.к}$;
- ход иглы распылителя z ;
- определялась частота вращения распределительного вала n_p ;
- фиксировался угол поворота распределительного

вала ϕ ;

- измерялось и время τ .

Выход рейки ТНВД в эксперименте составлял 15 мм.

Общая картина эксперимента представлена на рис.2 в форме зависимости максимального давления $p_{ф.вх}$ от времени и номера цикла.



а) б) в)

Рис.2. Изменение давления $p_{ф.вх}$ в течение эксперимента:

а – разгон; б – зона стабильных оборотов; в – выбег

Изменение частоты вращения во время опыта показано на графике рис. 3.

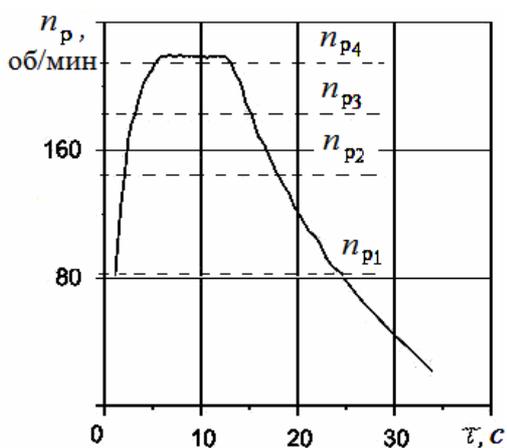
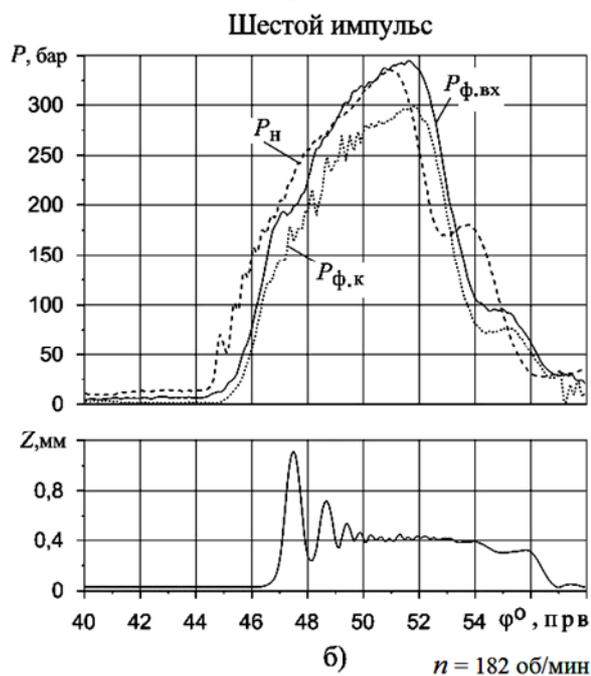
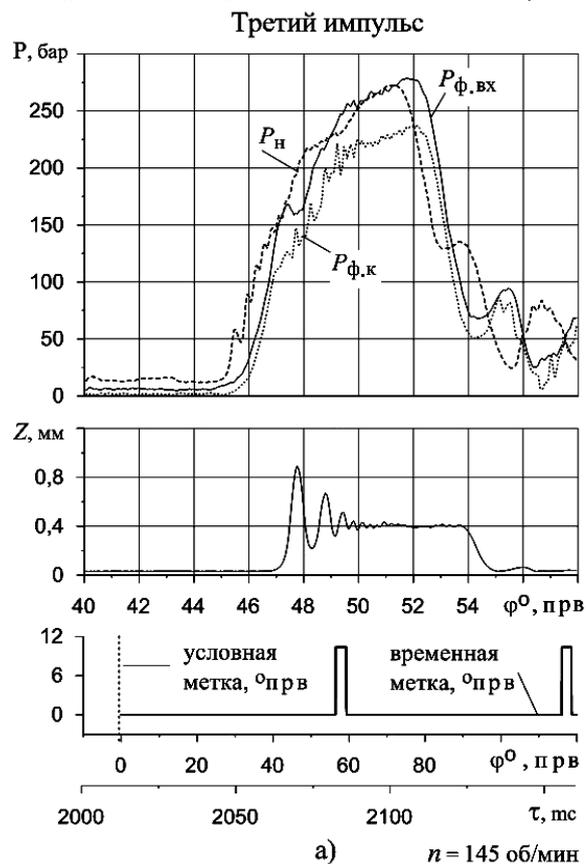


Рис.3. Тахограмма эксперимента
 время $\tau = 13 - 34$ с. Запись давления на рис.1в относится к последним 10 с, когда скорость вращения уменьшилась с 93 до 22 об/мин, а $p_{ф.вх}$ – в диапазоне 170 – 105 бар.

Для анализа процесса топливоподачи на участке разгона выбраны осциллограммы с тремя значениями $n_p = 145, 182, 219$ об/мин (рис.4).



Исследования участков разгона и выбега дают возможность изучить переходные процессы в топливной аппаратуре.

Из сопоставления рис. 2,3 следует, что на участке разгона (циклы 1-16) скорость вращения увеличилась с 82 до 220 об/мин. За этот период $p_{ф.вх}$ возросло от 143 до 394 бар. При стабильной частоте вращения, составившей $n_p = 220$ об/мин, давление поддерживалось на уровне 405 бар.

Тахограмма выбега на рис.3 характерна плавным снижением n_p и приходится на

время $\tau = 13 - 34$ с. Запись давления на рис.1в относится к последним 10 с, когда скорость вращения уменьшилась с 93 до 22 об/мин, а $p_{ф.вх}$ – в диапазоне 170 – 105 бар.

Для анализа процесса топливоподачи на участке разгона выбраны осциллограммы с тремя значениями $n_p = 145, 182, 219$ об/мин (рис.4).

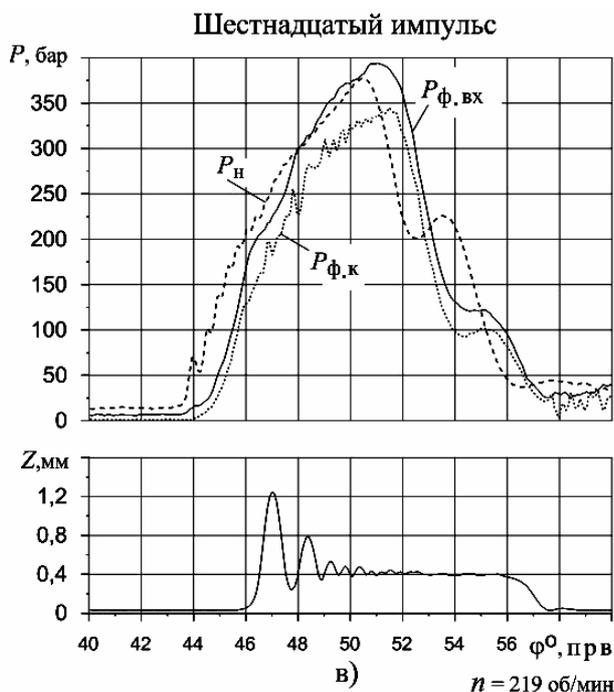


Рис.4. Совмещённые осциллограммы впрыскивания на участке разгона.

Рассмотрим режим с $n_p = 182 \text{ об/мин}$ (рис.4б). В первую очередь, сопоставим максимальные величины. Минимальное значение имеет $p_{ф.к}$, которое на 43 бар ниже $p_{ф.вх}$ и на 36 бар меньше p_n .

Что касается характера кривых, то можно отметить, что максимумы расположены по ходу волны давления в системе в последовательности p_n , $p_{ф.вх}$, $p_{ф.к}$. Сдвиг в указанном порядке составляет $\Delta\varphi = 0,5$ и $0,4^\circ \text{ ПРВ}$.

Форма осциллограмм существенных отличий не имеет. Колебания на заднем фронте более интенсивны у ТНВД.

Осциллограммы двух других циклов при разгоне представлены на рис. 4а и 4в. Характер кривых давления такой же, как и рассмотренный выше, отличие, естественно, в максимальных величинах.

Проведенный анализ позволяет использовать выборочные участки системы впрыскивания для сопоставления процесса впрыскивания при различной частоте вращения.

На рис.4а показана разметка осциллограмм для определения условного угла начала впрыскивания φ_n и угла впрыскивания $\varphi_{вп}$.

На рис.4б и 4в размещены совмещённые осциллограммы шестого и шестнадцатого циклов на участке разгона.

Для оценки информативности осциллограмм, записанных в различных точках системы впрыскивания, проведём сравнение кривых p_n , $p_{ф.вх}$, $p_{ф.к}$.

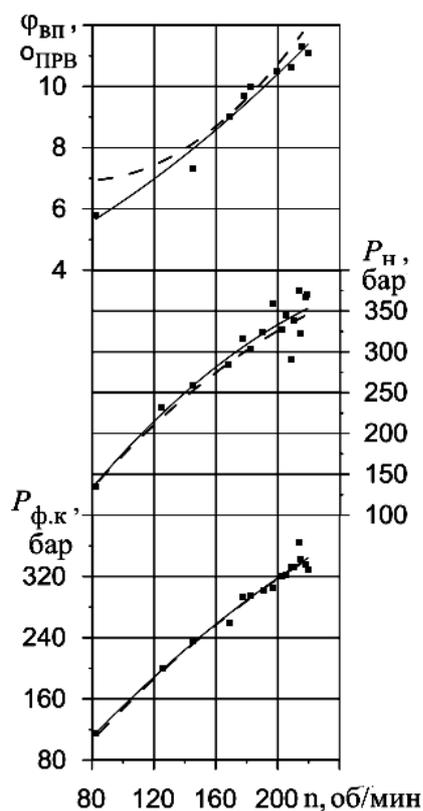


Рис.5. Зависимость параметров топливоподачи от частоты вращения на переменных режимах: (—) разгон, (---) выбег (обозначения в тексте)

Для этого выбраны p_n , $p_{ф.к}$, графики которых приведены на рис.5. Там же показаны кривые $\varphi_{вп}$. Опытные точки нанесены только для разгона.

Полученные зависимости достаточно хорошо аппроксимируются кривыми (рис.5), что свидетельствует о стабильности измерений.

Диапазон изменения давлений при изменении частоты вращения, как при разгоне, так и выбеге практически одинаков. Для p_n это 135 – 370 бар и 361 – 134 бар. Для $p_{ф.к}$: 114 – 328 бар и 328 – 113 бар.

Из рис.5 видно, что значения углов впрыскивания также практически совпадают.

Для оценки влияния характера изменения частоты вращения (повышения или снижения) приведены совмещённые осциллограммы при $n_p = 215$ об/мин (рис.6). Кривые давления топлива $p_{ф.вх}$ и подъёма иглы практически совпадают. Т.о. направление переходного режима не влияет на развитие процесса топливоподачи.

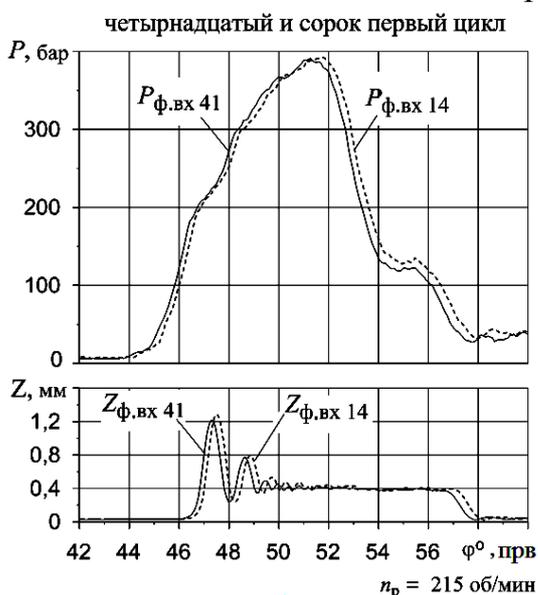


Рис.6. Совмещённые осциллограммы циклов разгона и выбега с близкими значениями оборотов распределительного вала n_p

Выводы.

Предложена и реализована методика исследования переходных режимов в системе топливоподачи в условиях безмоторного стенда.

Установлено, что характер изменения частоты вращения (повышение или снижение) не влияют на развитие процесса впрыскивания.

Основным фактором, определяющим параметры топливоподачи на переменных режимах, является частота вращения. Так, в условиях эксперимента при изменении частоты вращения в диапазоне 0 – 220 – 0 об/мин угол впрыскивания изменялся в порядке 5,8 – 11,5 – 2,8°ПРВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев С. В. Исследование рабочего процесса дизеля с системой топливоподачи повышенного давления по данным оптического исследования топливной струи и моторных испытаний / С. В. Яковлев // Ползуновский вестник. – 2012. – №3/1. С. 118 – 122.
2. Фомин Ю. Я. Топливная аппаратура дизелей / Ю. Я. Фомин, Г. В. Никонов, В. Г. Ивановский. – М. : Машиностроение, 1982. – 168 с.
3. Сомов В. А. Повышение долговечности судовых дизелей / В. А. Сомов, Б. С. Агеев, В. В. Чурсин. – М.: Транспорт, 1983 – 167 с.
4. Петровский Д. И. Диагностирование топливной системы высокого давления дизелей по амплитудно-фазовым параметрам топливоподачи : дис. ...к.т.н.: спец. 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» / Д. И. Петровский. – М., 2004 – 162 с.
5. Соловьев Д. М. Разработка метода диагностирования дизеля в условиях эксплуатации с использованием неустановившихся режимов работы : дис. ...к.т.н.: спец. 05.04.02 «Тепловые двигатели» / Д. М. Соловьев. – М., 2004 – 139 с.
6. Шестухин В. И. Исследование влияния параметров топливной аппаратуры на работу дизеля в условиях неустановившейся нагрузки тракторов и автомобилей : автореф. дис. на соискание ученой степени к.т.н. / В. И. Шестухин. – М. : 1983 – 36 с.
7. Тимошенко Д. В. Исследование и улучшение динамических качеств переходных режимов работы комбинированных двигателей внутреннего сгорания : дис. ...к.т.н.: спец. 05.04.02 «Тепловые двигатели» / Д. В. Тимошенко. – М., 2003 – 188 с.
8. Царитов А. З. Математическое моделирование неустановившегося режима работы дизеля с учетом переходных процессов в топливной аппаратуре : дис. к.т.н.: спец. 05.04.02 «Тепловые двигатели» / А. З. Царитов. – М., 2000 – 169 с.

УДК 621.431

Сагин С.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Мониторинг эксплуатационных показателей цилиндрического масла судовых малооборотных дизелей

Судовые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) являются самым распространенным типом тепловых двигателей и применяются как на морских, так и на речных судах. Одной из рабочих жидкостей, обеспечивающих работу ДВС, является моторное масло, которое подразделяется на два основных типа: цилиндрическое и циркуляционное. Первые используются для смазывания цилиндров судовых крейцкопфных малооборотных дизелей (МОД); вторые – для смазывания и охлаждения подшипниковых узлов.

Основные функции масел сводятся к обеспечению надежной работы узлов трения, уменьшению трения и вызываемого им износа; предотвращению износа во всех иных его формах; удалению из зоны трения загрязняющих элементов; охлаждению путем отвода теплоты от трущихся поверхностей; обеспечению плотности в зоне кольцевого уплотнения поршней; предотвращению коррозии [1].

Анализ современных тенденций развития МОД показывает, что для обеспечения необходимой долговечности и надежности современных двигателей к цилиндровому маслу предъявляются особые требования, во многом более жесткие, чем те, которые выдвигались для МОД предшествующих моделей. Эти свойства должны обеспечивать равномерность распределения масла по втулке цилиндра. В длинноходовых МОД в связи с уменьшением частоты вращения увеличено (по сравнению с обычными дизелями) время нахождения масляной пленки до ее обновления на поверхности втулки, в результате чего масло должно выдерживать большую термическую нагрузку, выполняя необходимые функции. Одной из важнейших задач является обеспечение толщины и прочности смазочной пленки в условиях низких скоростей поршня, например, при движении судов на экономичных ходах, что довольно широко распространено в современном судоходстве.

Судовые МОД и системы обработки топлива современных судов модифицированы на применение сверхтяжелых топлив с вязкостью до 750 сСт при 50°C и плотностью до 1010 кг/м³. Особенности условий работы цилиндрового масла на поверхностях деталей ЦПГ при использовании высоковязких топлив определяются более длительным сгоранием топлива на линии расширения, высокой степенью термического воздействия на масляную пленку, попаданием на ее поверхность относительно большого количества сажи в результате неполноты сгорания, попаданием капелек несгоревшего топлива на пленку из-за увеличения дальности распыления топлива большой плотности. Такой процесс смешивания частиц, находящихся на поверхности цилиндра, оказывает отрицательное воздействие на смазывающие свойства масла, способствует снижению его термической и термоокислительной стабильности.

Использование тяжелых и сверхтяжелых топлив в крейцкопфных дизелях предопределяет ужесточение требований к ряду свойств цилиндрового масла [2]. ЦПГ дизелей относится к объектам постоянного контроля технического состояния. В современных условиях эксплуатации судовых дизелей выполнение частых визуальных инспекций цилиндрических втулок не всегда представляется возможным. Прежде всего, это связано с периодом безостановочной работы главных двигателей морских судов (например, длительность океанских переходов может достигать 20...30 суток), а также с большими трудозатратами на их выполнение. Поэтому для мониторинга эксплуатационных характеристик моторного масла и оценки по их значениям технического состояния цилиндрической группы применяются косвенные методы. Самым распространенным и доступным для условий морского судна является определение остаточного щелочного числа VN и количества металлических примесей в масле PQI, взятом из подпоршневых пространств дизеля.

Для технического состояния цилиндровой группы дизеля по анализам масла, взятого из подпоршневого пространства, выполнялись исследования на судовом дизеле 12K98ME-C7 фирмы DOOSAN-MAN-B&W. Во время проведения экспериментальных исследований дизель работал на одном и том же сорте топлива марки RMK 700, а смазывание его ЦПГ обеспечивалось маслом Mobilgard570.

Задачей исследования было определение оптимального расхода цилиндрического масла с одновременной диагностикой технического состояния ЦПГ дизеля.

Исследования по определению оптимальной подачи цилиндрического масла выполнялись только на установившихся режимах работы дизеля. Постоянство нагрузки на дизель определялось неизменными частотой вращения коленчатого вала и цикловой подачей топлива. Для каждого цилиндра дизеля устанавливалось свое значение подачи цилиндрического масла. Отклонение ее величины по цилиндрам не превышало 5% от среднего значения. Из подпоршневого пространства каждого цилиндра выполнялся отбор проб отработавшего масла с последующим определением в судовой технической лаборатории значений BN и PQI. Эксперименты были выполнены для десяти циклов с интервалом отбора проб 24 часа. Усредненные значения полученных результатов эксперимента показаны на рис. 1.

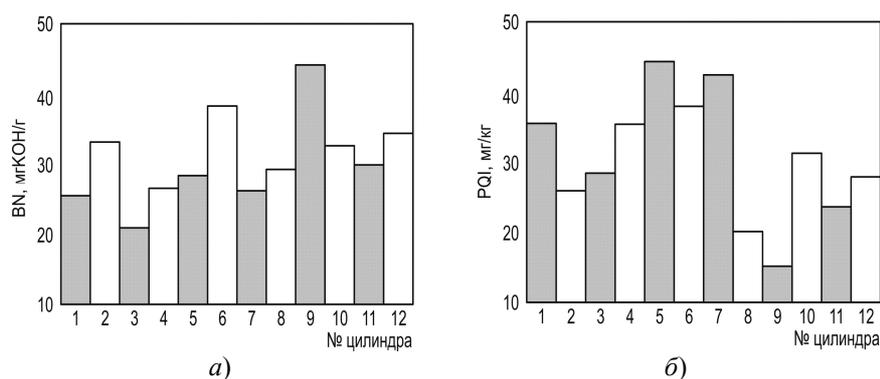


Рис. 1. Определение оптимального значения подачи цилиндрического масла по величине BN (а) и PQI (б) для судового дизеля 12K98ME-C7

Из зависимостей, представленных на рис.1 видно, что уровень подачи масла, установленный для 9-го цилиндра, обеспечивает наибольшее значение BN при минимальном количестве PQI. Таким образом, именно эти параметры могут считаться базовыми для определения оптимального режима смазывания и контроля технического состояния ЦПГ, а также мониторинга эксплуатационных параметров цилиндрического масла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сагин С. В. Особенности подготовки масляной системы судовых дизелей, работающих на винт регулируемого шага, при выходе судна из сухого дока / С. В. Сагин, Д. В. Мацкевич // Проблемы техники. – 2011. – № 3.– С. 50-56.

2. Богач В. М. Особенности процесса истечения масла в цилиндры судовых дизелей MAN-B&W / В. М. Богач, А. А. Задорожный, И. Д. Колиев // Судовые энергетические установки. – Одесса, 2005. – Вып. 14. – С. 116-126.

УДК 621.421

Семенов А.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Особенности смазывания цилиндропоршневой группы судовых малооборотных дизелей

Характеристики смазочного материала, входящего в систему поршневое кольцо – смазочный слой – втулка цилиндра судовых малооборотных дизелей, как правило описываются с точки зрения гидродинамической теории смазки. При этом учитываются только «объемные» свойства смазочного материала, и не рассматриваются аномалия этих свойств, происходящая в тонких граничных слоях и обуславливающаяся их жидкокристаллической структурой [1, 2].

Основными режимами трения и связанного с ним смазывания, происходящими в судовых дизелях, являются гидродинамический и граничный. Несмотря на стремление обеспечить гидродинамический режим смазывания в трибосопряжении поршневое кольцо – цилиндровая втулка судового дизеля, процесс смазывания этого узла происходит в условиях граничного трения. Это обуславливается рядом причин, основная из которых – минимизация зазора в паре трения поршневое кольцо – цилиндровая втулка для обеспечения герметичности камеры сгорания и максимального преобразования энергии расширяющихся в цилиндре газов в полезную работу.

Представление о режимах смазывания цилиндровой группы можно проиллюстрировать на примере модели, показанной на рис. 1.

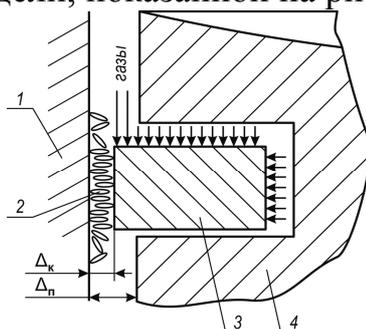


Рис.1. Модель трибологической системы цилиндровая втулка – смазочный материал – кольцо: 1– втулка цилиндра; 2 – масло; 3 – кольцо; 4 – поршень

Гидродинамический режим смазывания наблюдается в тех местах, где смазочный материал разделяет поверхности поршня и втулки. В паре трения поршневое кольцо – цилиндровая втулка режим трения и смазывания меняется на граничный. Это связано с тепловым расширением кольца (благодаря наличию «кольцевого» замка), а также с выполнением кольцом компрессионного действия, когда на верхнюю и внутреннюю часть кольца действуют газы, а наружная поверхность кольца прижимается к поверхности цилиндрической втулки.

ки. При этом зазоры в парах трения поршень – втулка Δp и кольцо – втулка Δk имеют разное значение и соответствуют разным режимам смазывания.

Для моторного масла, находящегося в узком зазоре пары трения поршневое кольцо – втулка цилиндра, происходит изменение не только режима смазывания, но и характера течения, что, в свою очередь приводит к изменению его вязкости. Данный факт не учитывается при оценке эксплуатационных свойств масла, в связи с чем возможно возникновение ситуаций, когда его вязкость отличается от заявленных значений и оно не выполняет возложенных на него функциональных требований.

Для подтверждения этого высказывания выполнялось моделирование процессов трения, происходящих при смазывании цилиндровой группы судового дизеля 12K98ME-C7. При этом с помощью ротационного вискозиметра [3] определялось изменение вязкости масла ν от скорости сдвига γ' , возникающей в сопряжении поршневое кольцо – втулка цилиндра. Полученные при этом значения соответствовали вязкости граничного слоя масла $\nu_{гр}$. Для адекватности модели процессам смазывания, происходящим в трибосопряжении указанного дизеля, скорость сдвига γ' определялась через среднюю скорость перемещения поршня v_m и геометрические размеры поршневого кольца h_k : $\gamma' = v_m/h_k$ (при этом диапазон изменения γ' соответствовал интервалу эксплуатационных частот вращения коленчатого вала дизеля), а определение величины граничной вязкости выполнялось для толщины масляного слоя 15 мкм (что соответствовало зазору в трибосопряжении поршневое кольцо – втулка цилиндра дизеля 12K98ME-C7).

Полученное значение вязкости масла в граничном слое $\nu_{гр}$ сопоставлялось с «паспортной» вязкостью масла, соответствующей вязкости масла в большом объеме $\nu_{об}$.

Лабораторные исследования проводились для моторных масел Mobilgard570 (фирмы Mobil) и Cyltech70 (фирмы Castrol), используемых для смазывания цилиндропоршневой группы судовых малооборотных дизелей.

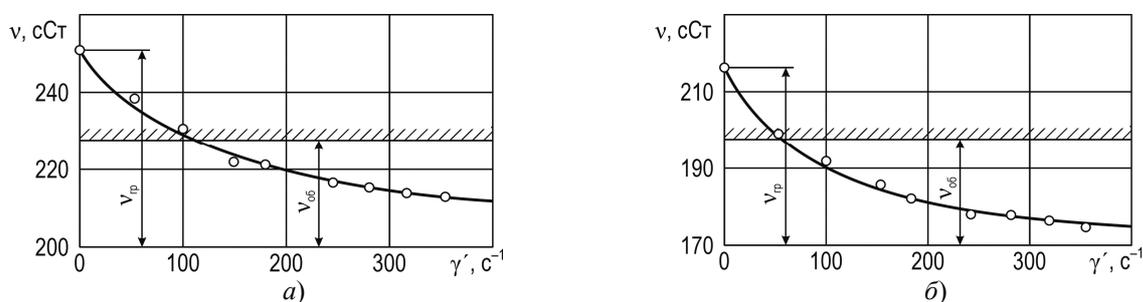


Рис. 2. Зависимость вязкости моторного масла (в граничном слое $\nu_{гр}$ и в большом объеме $\nu_{об}$) от скорости сдвига γ' при толщине масляного слоя 15 мкм: а) масло Mobilgard570; б) масло Cyltech70

Результаты исследований приведены на рис. 2 и подтверждают нелинейный характер вязкости моторного масла, находящегося в узком зазоре поршневое кольцо – цилиндровая втулка, и его жидкокристаллическую структуру.

При увеличении частоты вращения вала дизеля (а, следовательно и скорости поршня) в масляном слое возникают сдвиговые усилия, способствующие уменьшению его вязкости. Этот факт необходимо учитывать при выборе сорта масла для смазывания цилиндропоршневой группы, а также при определении браковочных показателей масла, т.к. и в том и в другом случае определяется значение вязкости для большого объема жидкости, а эксплуатация цилиндропоршневой группы происходит при значениях вязкости, характерных для граничного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поповский Ю. М. Влияние анизотропных жидкостей на работу узлов трения / Ю. М. Поповский, С. В. Сагин, С. А. Ханмамедов, М. Н. Гребенюк // Вестник машиностроения. – 1996. – № 6. – С. 7–11.
2. Сагин С.В. Исследование взаимосвязи жидкокристаллических свойств граничных смазочных слоев и реологических характеристик моторных масел / С. В. Сагин // Технические науки — от теории к практике. – Сборник статей по материалам XXXVIII международной научно-практической конференции № 9 (34). – Новосибирск: «СибАК», 2014. – С.46-54.
3. Кириян С. В. Реология моторных масел с квазижидко-кристаллическими слоями в триаде трения / С. В. Кириян, Б. А. Алтоиз // Трение и износ. – 2010. – Т. 31; № 3. – С. 312–318.

УДК 621.436

Заблоцкий Ю.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Применение органических покрытий для оптимизации работы топливной аппаратуры высокого давления судовых дизелей

Среди характеристик топлив, традиционно отмечается лишь их способность к самовоспламенению и сгоранию в цилиндре дизеля, при этом редко уделяется внимание еще одной их характеристике – смазочной способности [1]. Причем именно смазочная способность обеспечивает качественную и надежную работу топливной аппаратуры дизеля, которая в свою очередь является одним из ответственных узлов любого двигателя. Понятие «смазочной способности» топлива особенно актуально для элементов топливной аппаратуры высокого давления, где зазор между контактируемыми поверхностями определяется несколькими микрометрами, а находящиеся в этом зазоре слои топлива отличаются ориентированной структуры молекул [2].

Для образования однородного ориентирования молекул топлива в смазочных слоях большую роль играет обработка поверхности узла трения. С целью усиления ориентирующего действия на молекулы смазки различают следующие виды и способы обработки узлов трения:

- 1) химические методы подготовки поверхности;
- 2) механические методы подготовки поверхности;

- 3) нанесение на поверхности узла трения неорганических покрытий;
- 4) методы модификации поверхностей трения под воздействием различных физических полей.
- 5) нанесение на поверхности узла трения органических пленок;

Для условий эксплуатации морского судна последний метод является наиболее подходящим, поскольку требует минимальное количество трудозатрат и практически не зависит от использования дополнительного оборудования [3].

Технологий процесса управления структурированием молекул в пристенных слоях топлива за счет использования органических пленок осуществлялась на примере топлива IFO380 и поверхностей прецизионных пар, выполненных из стали ШХ15. В качестве органического покрытия была взята перфторкислота $CF_3(CF_2)_7COOH$, представляющая высокомолекулярное фтористое соединение и относящаяся к классу эпиламов.

Метод эпиламирания, примененный для пары плунжер – втулка, не получил широкого распространения в элементах судовых технических средств. Это, в том числе, связано с консервативностью судовой энергетики как науки и стремлением судового экипажа избежать дополнительных рисков, возникающих при внедрении инновационных идей. Особенно это касается таких ответственных узлов, как топливная аппаратура.

Эпиламы представляют собой многокомпонентные системы, включающие фторорганические поверхностно-активные вещества в различных растворителях и регулирующие добавки. Ограничение использование эпиламов в судовой техники также связано с относительно низкими температурами, до величин которых происходит эффективное использование их свойств. В ряде источников эти значения ограничивались величинами 100...120 оС, однако подобные данные относятся к первому поколению данных препаратов. Для современных эпиламов (полизам, амидофен, амидоамин, трибофол, эфрен и др.) максимальные температуры их эксплуатации достигают 600...700 оС. Таким образом, данные модификаторы поверхности вполне обоснованно могут использоваться для таких узлов трения, как прецизионная пара плунжер – втулка топливного насоса высокого давления, работающей в диапазоне температур до 150 оС.

Эпиламирание поверхностей способствует образованию на них более прочных граничных смазочных слоев топлива, способствующих увеличению триботехнических характеристик поверхностей топливной аппаратуры. Подтверждением этому могут считаться результаты исследований, выполненные на экспериментальной установке по определению силу трения $F_{тр}$ в сопряжении плунжер – втулка в зависимости от нормальной нагрузки N . Трущиеся образцы были выполнены из стали ШХ 15. Диапазон изменения нагрузки и скорости был выбран таким, чтобы прецизионная пара работала в режиме граничной смазки. На рис.1, а приведены результаты измерения силы трения $F_{тр}$ в зависимости от нормальной нагрузки N на узел трения при объемной температуре топлива $t=60$ °С и скорости скольжения 0,8 м/с. Резкий подъем значения силы трения $F_{тр}$ при увеличении нагрузки N обусловлен деструкцией граничного смазочного слоя. Приведенные результаты показывают, что

большую нагрузку выдерживают структурированные слои топлива, образованные на предварительно эпиламированной металлической поверхности (кривая 2), наименьшее значение наблюдается в случае эксплуатации металлической поверхности без нанесения органических покрытий (кривая 1).

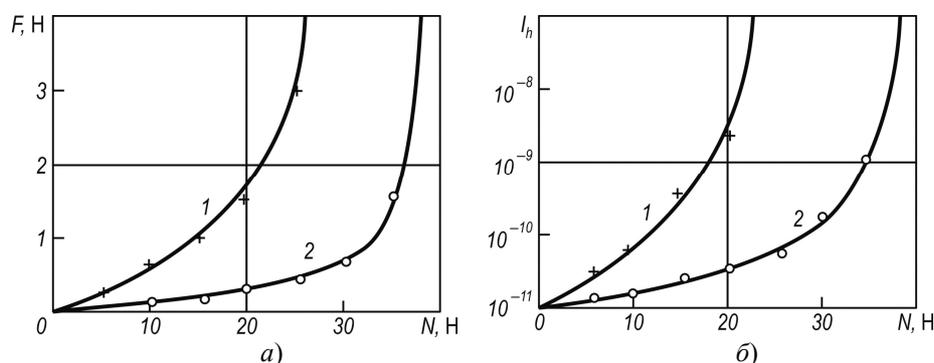


Рис. 1. Зависимость силы трения $F_{тр}$ (а) и интенсивности изнашивания I_h (б) в сопряжении плунжер – золотник ТНВД от нормальной нагрузки N

К аналогичным результатам привели и испытания на износ (рис.1, б), из которого видно, что наименьшая интенсивность изнашивания I_h наблюдается в случае реализации явления структурирования граничного слоя топлива.

Таким образом, реализация в граничных слоях топлива ориентированной структуры молекул за счет покрытия поверхностей топливной аппаратуры высокого давления специальными органическими покрытиями позволяет в значительной степени снизить интенсивность изнашивания плунжерных пар, повысив таким образом надежность и долговечность работы топливных насосов высокого давления судового дизеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сагин С. В. Влияние ориентационной упорядоченности в граничных смазочных слоях на триботехнические характеристики узлов трения / С. В. Сагин, Ю. М. Поповский, М. Н. Гребенюк // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 1998. – Вып. 1. – Одесса: ОГМА. – С.102-104.
2. Мацкевич Д. В. Определение смазочной способности дизельных топлив / Д. В. Мацкевич, Ю. В. Заблоцкий // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2011. – № 28. – Одесса: ОНМА. – С.145-153.
4. Заблоцкий Ю. В. Снижение энергетических потерь в топливной аппаратуре судовых дизелей / Ю. В. Заблоцкий, В. Г. Солодовников // Проблемы техники: наук.-виробн. журнал. – 2013. – № 3. – Одесса: ОНМУ. – С. 46-56.

Проблема рациональной алгоритмизации деятельности оператора СЭУ

Автоматизация труда команды управления судном обусловлена решением ряда эргономических проблем. Возрастающая технологическая сложность судовых эргатических систем, связанных с процессами судовождения и управления судовыми энергетическими установками (СЭУ), делает более актуальным такой аспект деятельности человека, как оптимальная степень автоматизации его труда на основе рационального распределения функций между человеком и машиной.

Опыт эксплуатации систем «человек-машина» (СЧМ) с высоко алгоритмизированной деятельностью оператора показал ошибочность чрезмерного упрощения деятельности человека, попытки чрезмерно ограничить творческий (спонтанный) аспект его работы среди автоматов посредством чрезмерного повышения автоматизации технологических процессов, различных инструкций и наставлений, традиционно укоренившихся в силу специфики службы на море.

Расследование аварий и катастроф свидетельствует, что каждой из них способствовали или непосредственно вызывали её наряду с техническими и человеческие факторы, в том числе недисциплинированность, безответственность плавсостава, непрофессионализм, обусловленные низкой мотивацией (интересом) к выполнению своих служебных обязанностей. Анализ аварий и катастроф показал, что причиной понижения профессионального интереса к операторной деятельности наряду с социальными причинами явился принудительно-однообразный характер деятельности судовых специалистов, чрезмерная «внешняя» детерминация действий человека-оператора.

Решение проблемы рациональной алгоритмизации операторной деятельности тесно коррелирует с таким важным направлением, как исследование объемов дистанционно-централизованного контроля с целью обоснования дистанционного минимума контролируемых величин СЭУ при безвахтенной форме обслуживания машинного отделения (МО) на ходу и стоянке судна. Решение только этой проблемы позволит упростить ряд частных задач аппаратного и функционального характера:

1. Снизить степень утомимости оператора посредством уменьшения психических и физических нагрузок благодаря уменьшению объема оперативного контроля. Другими словами, можно повысить надежность человека, как важнейшего компонента эргатической системы (ЭС);
2. Повысить компактность систем централизованного контроля (СЦК), снизить себестоимость их изготовления, монтажа, ремонта, уменьшить объем и вес ЦПУ, потребность в сменно-запасных частях, снизить амортизационные отчисления.

3. Повысить надежность процесса контроля и управления СЭУ благодаря большей сосредоточенности оператора на контролируемых величинах, имеющих прямое отношение к аварийности;
4. Сократить объем работы по техническому обслуживанию и ремонту средств автоматизации; уменьшить количество и вес разного рода связей между оборудованием и ЦПУ, что может быть учтено при общей оценке технико-эксплуатационной эффективности автоматизации судна.

Оператор СЭУ автоматизированного судна около 90% времени находится в состоянии мониторинга контролируемых величин, что существенно влияет на его психо-физическую утомляемость и возможные отрицательные последствия. Поэтому жесткая алгоритмизация его деятельности не должна быть самоцелью при проектировании СЦК. Строгие алгоритмы следует применять лишь в тех случаях, когда нельзя признать возможным разнообразие в решении аварийных задач, хорошо известных из практики и тщательно проанализированных. В остальных случаях необходимо согласование целевых функций (эксплуатационных требований, различных правил, конвенций по мореплаванию и т.п.) с мотивационными и функциональными характеристиками человека в операторской деятельности.

В заключение следует отметить, что успешное решение проблемы целесообразных уровней алгоритмизации операторской деятельности на морских и речных судах представляется в виде некоторого итеративного процесса, реализуемого совместными усилиями проектировщиков судов, разработчиков судового оборудования и средств автоматики, представителями служб заказчика в тесном взаимодействии со специалистами по эргономике, инженерной психологии, общей и специальной психологии, медиками и т.п. Взаимный учет и обмен информацией по этому вопросу, основанный на системном подходе, может существенно оптимизировать деятельность судовых операторов в направлениях снижения аварийности и повышения психофизиологической устойчивости человека в работе.

УДК 621.7.023

Анфіногентов В.В., Анфіногентов В.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Аналіз достовірності визначення обсягів аварійних розливів нафти

До особливостей процесу морського транспортування нафти слід віднести різні аварійні події з танкерами, які призводять до того, що до Світового океану щорічно надходить значна кількість нафтовуглеводнів [1].

Аналіз джерел нафтових забруднень дозволив встановити, що в загальній кількості надходжень: - 23% складають скиди з суден в море промивних, баластних і ляльних вод, тобто забруднення, пов'язані з нормальною експлуатацією суден; - 17% припадає на скиди нафти і нафтопродуктів в портах або припортових акваторіях, включаючи втрати при завантаженні наливних суден; - 10% потрапляє з берега разом з промисловими відходами та стічними водами; - 5%

приносять зливні стоки ; -6% пов'язано з катастрофами суден, бурових в морі (аварійні розливи); - 1% дає буріння на шельфі; - 10% припадає на нафту, що надходить з атмосфери в розчиненому і газоподібному стані; - 28% приносять річкові води, що містять нафту в усьому її розмаїтті форм. До такого розподілення долей наведених джерел забруднень можна ставитися тільки як до прогнозової оцінки, оскільки вона може бути вельми далекою від реального положення.

На загальному тлі всіх природних і техногенних надходжень нафти в морське середовище (за різними, також прогнозними оцінками, вони складають від 2...5 до 10...15 млн.т щорічно) частка аварійних втрат (всього 6%) здається порівняно скромною, хоча, якщо виходити з наведених загальних обсягів надходження нафти до Світового океану, вона може складати від 0,12...0,3 до 0,6...0,9 млн.т щорічно. Зрозуміло, що зазначені показники отримані на базі прогнозних оцінок і тому вони не відображають реальну кількість нафти, що потрапляє в океан з аварійними розливами. З цього, звичайно , не може випливати, що проблема аварійних розливів нафти в справі екологічного захисту морів і океанів далеко не найголовніша, тому що кожна аварія , що супроводжується значним розливом нафти , тягне за собою дуже важкі екологічні наслідки. Розливи - це практично завжди регіональні екологічні катастрофи , які супроводжуються загибеллю багатьох тисяч морських тварин і птахів , занепадом рибальства , зруйнованими пляжами , повною або частковою деструкцією сформованих біоценозів , на відновлення яких потрібні десятиріччя. І це спонукає приділяти найсер'йознішу увагу проблемам зниження аварійності танкерного флоту.

За останні роки у справі забезпечення безпеки судноводіння та підвищення характеристик надійності, в першу чергу, великотоннажних танкерів зроблено чимало , що дало цілком відчутні результати.

За даними Міжнародної федерації власників танкерів (International Tanker Owners Pollution Federation, ITOPF), яка підтримує базу даних про аварійні розливи нафти з танкерів, кількість аварійних подій з танкерами, результатом яких став вилиття нафти, за останні десятиріччя стабільно знижується. Так у 1970-ті роки було відмічено 252 такі аварії (враховувались лише ті аварії, в результаті яких в океан потрапило більше 700 т нафти); у 1980-ті роки - 93; у 1990-ті - 78; з 2000 до 2006 року таких аварій було лише 17. У результаті в 1970-ті роки в океан потрапило 3,14 млн т нафти; в 1980-ті - 1,17 млн т; у 1990-ті - майже 1,14 млн т, а в 2000-ні - біля 170 тис. т.. Число аварійних розливів нафти в категорії < 7 т зменшилася на 84 %, в категорії 7 - 700 т скоротилося в 5 разів , а розливів в категорії 700 т - майже в 7 разів. При цьому кількість розливів в категорії > 700 т в 3 - 4 рази нижче кількості розливів в категорії 7-700 т. За п'ятиріччя з 1995 р. по 1999 р. середньорічне число розливів нафти кількістю 7 т і більше становило 27,8 , а в наступне п'ятиріччя (2000 - 2004 рр. .) цей показник знизився на 50 % і склав 18,4 . За десятирічний період 1985 - 1994 рр. . було 395 аварійних розливів нафти в кількості 7 т і більше. Загальна кількість розлитої нафти склала 1430000 т , при цьому 990 000 т (70 %) потрапили в море тільки в результаті 10 найбільш

великих аварійних розливів. Незважаючи на те, що порівняльний аналіз кількості розливої нафти в різні часові діапазони спотворюється одиничними, але вельми великими розливами нафти (у 2002 р. було 15 розливів в категорії 7 т і більше, при цьому 94 % загальної кількості розливої нафти припало на розлив з танкера «Престиж» -63000 т), має місце чітка тенденція зниження кількості розливої нафти. Так, за 10 років з 1985 р. по 1994 р. загальна кількість нафти, що потрапила в море в результаті аварій танкерів складала більше 1,4 млн. т, в наступному десятиріччі (1995 - 2004 рр.) ця кількість зменшилася в 4 рази і склала 354000 т [2]. Якщо прийняти за 100 % загальну кількість аварійно розливої нафти за 5 десятиріч (з 1968 р. по 2015 р.), то по кожному з десятиріч ця кількість розподілиться таким чином (рис.1).

У минулому а 2015 році було зареєстровано всього два великих розливи нафти - такі, при яких в море потрапляє понад 700 тонн речовини. Перший інцидент стався 2 січня, коли лівійський танкер *Alyar mouk* і сінгапурське суховантажне судно *Sinar Karuas* зіткнулися в сінгапурській протоці, в результаті чого в акваторію потрапило близько 4600 тонн сирової нафти. Друга подія трапилася 26 червня, коли в протоці Дарданелли круїзний лайнер *Louis Cristal* зіткнувся з танкером *STI Pimlico*, в результаті чого у води протоки вилілася величезна кількість нафтопродукту.

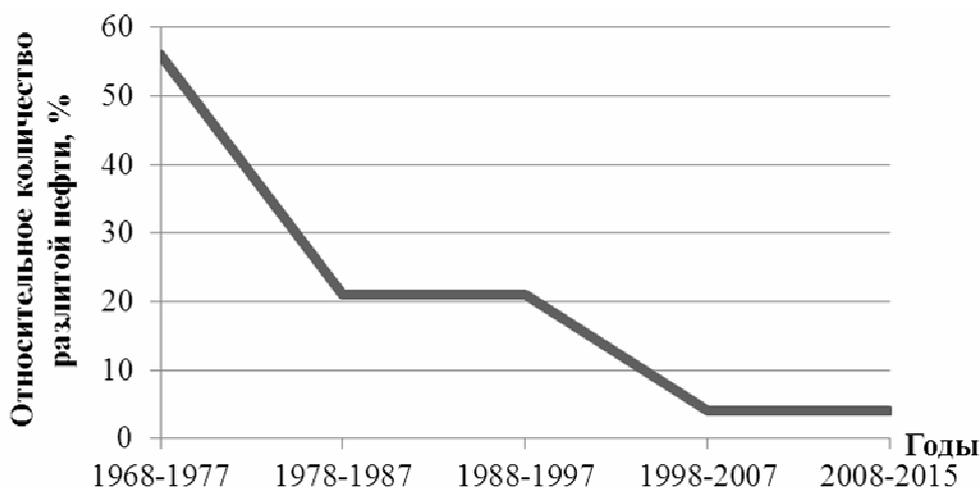


Рис.1. Динаміка зниження кількості аварійно розливої нафти за період 1968 – 2015 р.р.

Крім того, в 2015 році відбулося шість менш значних інцидентів, коли в море попадало від 7 до 700 тонн нафти. Загальна кількість горючих речовин, пролитих в океан за весь рік, оцінюється в 7000 тонн, причому майже весь цей обсяг припадає на два найсерйозніших інциденту.

Це не так багато, якщо згадати, що за всі 90-і роки в світі відбулося 358 середніх і великих розливів, в результаті чого в океан потрапило 1133000 тонн горючих речовин, 73% цієї кількості припадає на десять самих серйозних подій.

Статистика 2000-х років налічує 181 середній і великий розлив, а кількість проливої нафти становить 196000 тонн. І знову 75% цього обсягу було пролито в океан під час десяти найбільших подій.

У період з 2010 по 2015 роки в світі відбулося 42 аварійних розливи нафти, причому в море вилилося всього 33000 тонн горючих речовин, 86% нафти потрапило в море під час десяти найбільш серйозних інцидентів. Навіть при поверхневому погляді на ці дані кидається в очі, як радикально зменшилися обсяги нафти, які надійшли в море.

Близько половини розливів, що мали місце в період з 1970 по 2015 роки, відбулося, коли судна були на ходу у відкритому морі [3]. У 59% випадків причиною стали пошкодження корпусу, отримані при зіткненні з іншими судами або при посадці на міліну. Друга половина випадків сталася в континентальних або обмежених водах, де ризик зіткнення або посадки на міліну збільшується (рис.2).

У ІТОРФ вважають що кількість аварій стабільно скорочується завдяки, головним чином, технічному вдосконаленню суден (рис.3).

Втрати вантажу нафти частіше за все не вдається точно встановити, та й доля цього вантажу, характер його впливу на навколишнє середовище можуть бути самими різноманітними. У ряді аварійних випадків основна частина нафти вигорала в результаті виниклої пожежі. Так було в пригодах з танкерами «Corinthos», «Independenta» і деякими другими.

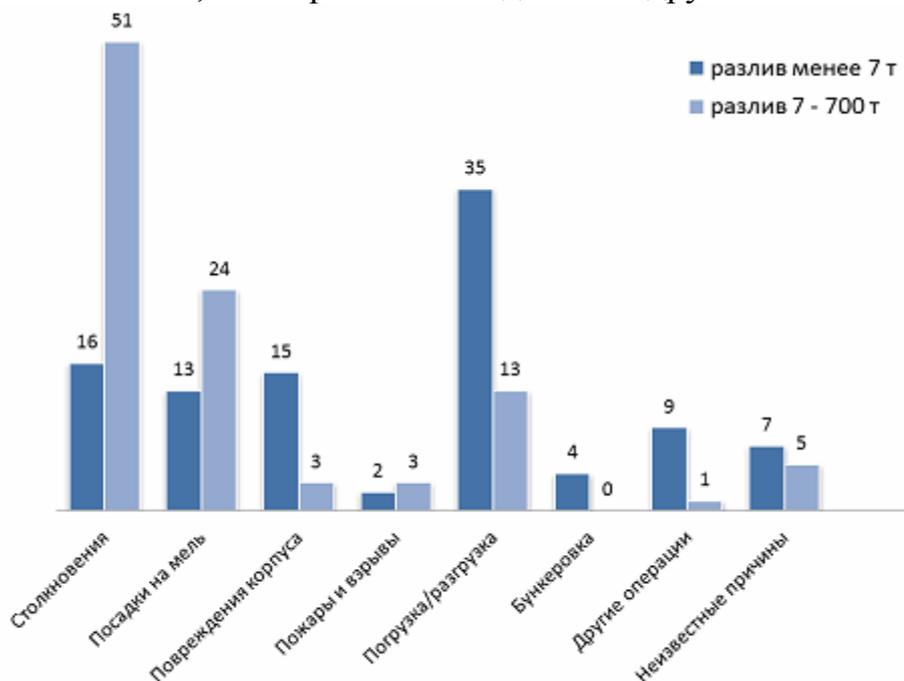


Рис.2. Причины аварийных разливов нефти за период 1995 – 2014 гг.

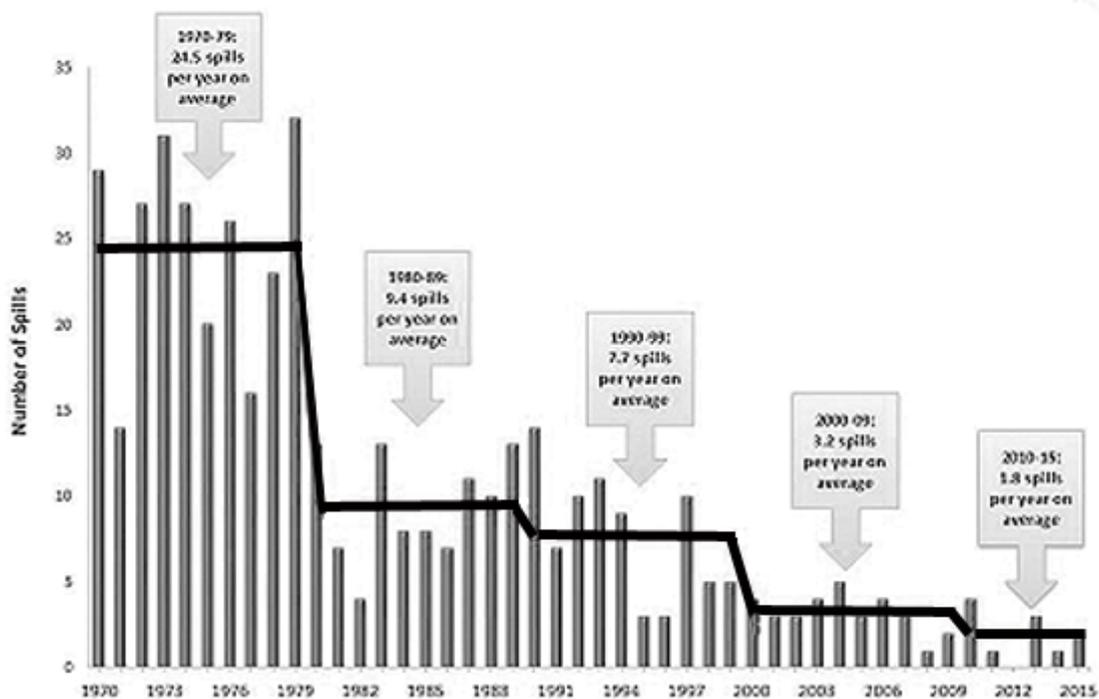
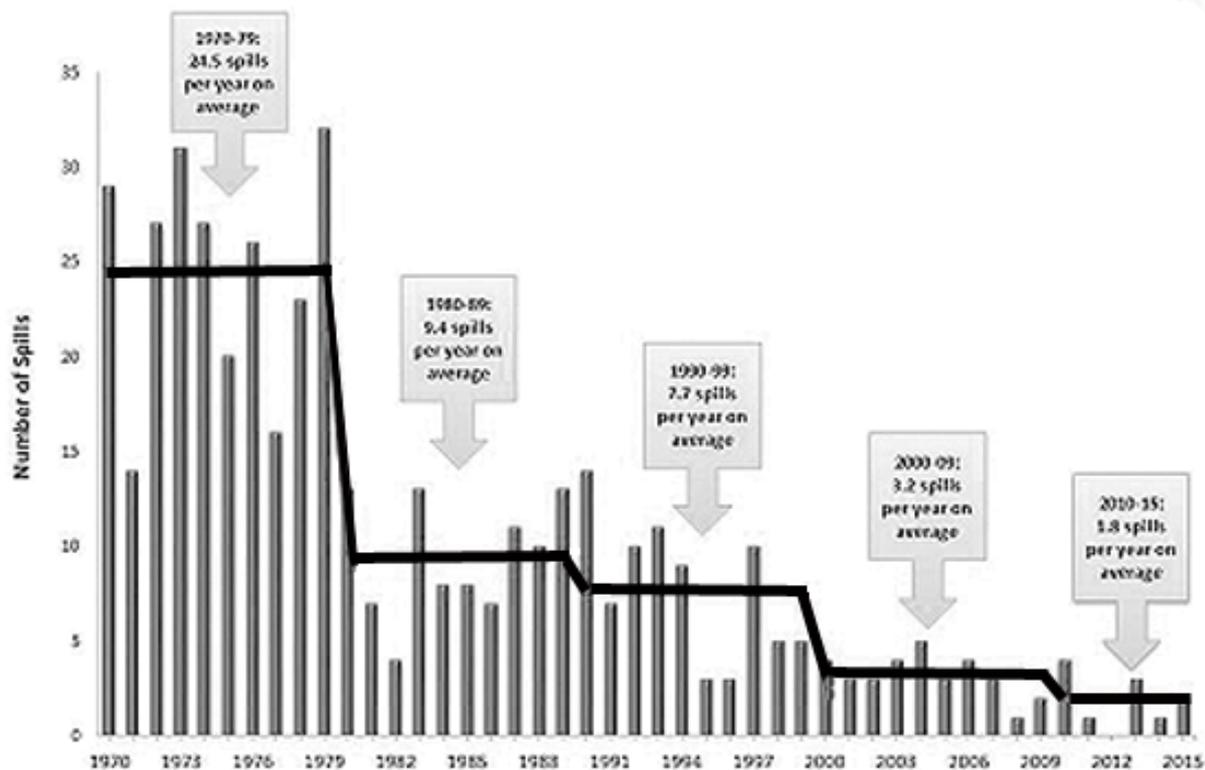


Рис.3. Динаміка зниження кількості аварійних розливів нафти за 1970 – 2015 р.р.

Вважається, що такий результат приносить менший екологічний збиток, ніж розлив. Наприклад, у випадку з танкером « Torri Canyon» нафтову пляму спеціально підпалювали.

Нафта може зануритися разом з танкером, що затонув, або його уламками на морське дно . Якщо глибина велика , то такий результат також може бути меншим злом. Нерідко зруйновані частини танкера буксирують за межі шель-

фу на глибину і затоплюють . З пониженням температури нафта стає в'язкою (застигає) та її витік або вимивання занадто малі , щоб становити сер'йозну небезпеку . У випадку з танкером « Boehlen » французької фірми « Comex », який затонув на невеликій глибині , вдалося розігріти нафти , після чого вона була відкачена на поверхню і спалена .

В історії морських подій відомі і пропажі танкерів без вісти разом з вантажем нафти. Так сталося з ліберійським танкером « Grand Zenith » , який безслідно зник в Атлантичному океані по дорозі в США в 1977 р. з 30 тис.т нафти на борту. Про те, де виявилася ця нафта , можна будувати лише припущення . Відомий, наприклад, і випадок шахрайства , коли вантаж нафти таємно був проданий , а відживший своє танкер « Salem » навмисне був затоплений у відкритому морі з метою отримання страхової премії за нього і за вантаж на суму 135 млн.дол.

Труднощі достовірного обліку обсягів аварійних втрат нафти пояснюються також і тим , що винуватці аварій намагаються, як правило , призменшити втрати , в той час як потерпілі , навпаки , збільшити їх, щоб отримати найвищу компенсацію за збиток . «Зелені» готові підняти планку збитку до небачених висот лише з тим , щоб змусити реагувати громадскість Судові розгляди , на які можна було б покластися , як на офіційне підтвердження причин аварії , нерідко тривають багато років. Так , Франція тільки в 1992 р. змогла відсудити компенсацію в 200 млн.дол. за збитки від катастрофи танкера «Amoco Cadiz », яка сталася в 1978 р.

Доля розлитої в наслідок аварії нафти пов'язана з дуже багатьма обставинами, наприклад, починаючи від властивостей нафти, гідрометеорологічної обстановки в районі події і кінчаючи тими зусиллями , які приймаються людьми для ліквідації розливу. Наприклад , при ліквідації аварії танкера «Amoco Cadiz » із 220 тис.т розлитої нафти вважають ,що 60 - 80 тис.т розсіялася в море, а 20 - 30 тис.т знищено на березі. У багатьох аваріях нафта горить і розливається одночасно , що затруднює встановлення обсягу розливу.

Таким чином, практично всі дані про обсяги аварійних розливів нафти,які наводяться у друкованих виданнях або офіційних документах у більшій чи меншій мірі є неточними, тому до них слід відноситися достатньо критично.

Слід зауважити, що аварійні пригоди являються відправною точкою для прийняття нових правових актів , нормативних регламентів і технічних рішень , направлених на підвищення надійності та безпеки танкерного флоту, в тому числі і його екологіческой безпеки . Так було після гучних катастроф з танкерами « Torrey Canyon » в 1967 р., « Amoco Cadiz » в 1978 р., « Exxon Valdez » в 1989 р. і ряду інших.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Соловйова Ж. Ф. Забруднення світового океану нафтопродуктами / Ж. Ф. Соловйова, Г.В. Непсіна // Наукові праці : науково-методичний журнал. - Т. 39. Вип. 26. : Екологія. - Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2004. - С. 76-86.

2. Анфиногентов В.В. Аварийные разливы нефти, причины и количественная оценка / В.В. Анфиногентов, В.В. Анфиногентов //Материалы научно-технической конференции «Энергетика судна: эксплуатация и ремонт», 26.03.2014 – 28.03.2014. Часть II. – Одесса: ОНМА, 2014. – 140 с.

3. Петров И. М. Эвристический алгоритм поведения морского агента при разливе нефтепродуктов в рамках сервисной эргатической системы / И. М. Петров // Судовождение. - 2015. - Вып. 25. - С. 135-145.

УДК 620.197.181:628.113.5:629.12.06

Абрамов В.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Повышение эффективности эксплуатации СЭУ за счет предотвращения биологического обрастания судового оборудования и систем забортной воды

Улучшению использования топливно-энергетических ресурсов и повышению эффективности работы судовой энергетической установки (СЭУ) в немалой степени способствует оптимизация работы судового теплообменного оборудования, устройств и различных систем, использующих морскую воду в качестве технологической жидкости.

За исключением химии воды, как таковой, одной из наиболее важных и сложных равновесных систем морской воды является карбонатная система, включающая двуокись углерода, угольную кислоту и продукты ее диссоциации. Важнейшим показателем карбонатной системы является концентрация, а точнее активность водородных ионов (рН), характеризующая кислотные условия среды и непосредственно влияющая на многие химические процессы в морской воде [1, 2]. Возможность управления карбонатным равновесием морской воды, путем регулирования её величины рН, и, соответственно, перераспределения компонентов карбонатной системы, представляет научный и практический интерес, например, при решении задач по предотвращению биологического обрастания и накипеобразования в элементах СЭУ, контактирующих с морской водой [3÷13]. Разработанные на кафедре СТЭ и ХТ ОНМА методики предотвращения биологического обрастания, накипеобразования, а также удаления уже образовавшихся отложений в элементах СЭУ, контактирующих с морской водой [7÷17], как раз и основываются на одном и том же процессе - управлении карбонатным равновесием морской воды, путем регулирования её величины рН, за счет насыщения циркулирующей в системе забортной воды CO_2 или отработавшими газами СЭУ.

Обрастание растительными и животными организмами систем технологического водоснабжения - весьма распространенное явление. Подвержены обрастанию также судовые водоприёмные устройства, трубопроводы и теплообменники, через которые прокачивается забортная вода.

Биологическое обрастание судовых водоприёмных устройств (водозаборных решеток, полостей кингстонных ящиков, приёмных фильтров), теплооб-

менников и трубопроводов, через которые циркулирует забортная вода, вызывает уменьшение проходных сечений, рост гидравлического сопротивления, выход из строя запорной арматуры, ухудшение теплопередачи, срыв работы насосов, и, как следствие, приводит к снижению эффективности и надёжности судового оборудования, что может привести к аварийной ситуации.

Удаление этих обрастателей из труб и теплообменников представляет собой трудоёмкий процесс (как правило, с использованием ручного труда), связанный с их демонтажем, частичной или полной разборкой и последующей очисткой от наростов обрастателей. Необрастающие покрытия, в частности, противообрастающие краски, содержащие токсины, широко используемые для наружных поверхностей (например, для корпусов судов) [3÷6], для защиты от обрастания внутренних поверхностей труб и теплообменников не используются из-за сложности их нанесения, восстановления и короткого срока службы в судовых условиях.

Наиболее перспективными и рациональными являются профилактические мероприятия для предупреждения образования биологических обрастаний. Многообразие известных способов и устройств для защиты внутреннего контура судовой системы забортной воды от обрастания не лишают проблему актуальности, так как все они, в той или иной степени, обладают недостатками, ограничивающими их применение.

В настоящее время известны активные способы защиты от обрастания, которые, наряду с повышением эффективности защиты и увеличением срока службы, дают возможность управлять параметрами защиты, [3÷6, 10÷12, 14÷17].

К ним, в частности, относятся: защита ультразвуком; химическим способом, основанном на подаче к защищаемым поверхностям из специальных емкостей различного вида токсинов; физико-химическими способами (электрохимическими) с помощью электролиза морской воды при использовании растворимых или нерастворимых анодов; и, наконец, разработанный в ОНМА на кафедре СТЭ и ХТ, углекислотный способ, основанный на использовании отработавших газов СЭУ для насыщения ими морской воды, циркулирующей в судовой системе (до определенной величины рН), с целью предотвращения биологического обрастания [10÷12, 14÷17].

Данные об эффективности ультразвуковой защиты противоречивы. В ряде случаев отмечался некоторый положительный эффект, однако, как показал опыт, в большинстве случаев этот метод малоэффективен и недостаточно экономичен. Поэтому широкого применения ультразвуковая защита на судах не получила из-за технических трудностей.

Главный недостаток всех химических способов защиты от обрастания, с применением стойких и нестойких токсинов и органических растворителей, заключается, прежде всего, в загрязнении окружающей среды, а также необходимости приобретения и размещения этих веществ (как правило, зарубежных) на судне, что требует соблюдения специальных мер безопасности. Например, химический способ защиты использовался на некоторых судах с при-

менением противообрастающей жидкости «Амерсперс-280» фирмы «Амеро-ид».

«Амерсперс-280» является химическим веществом, разработанным для предотвращения садки и развития микроорганизмов обрастателей в водоприемных устройствах, теплообменниках и трубопроводах системы забортной воды.

Дозировка препарата осуществляется в кингстонные ящики через трубопроводы продувания паром, манометровые отверстия или на приёмном трубопроводе насоса забортной воды.

Ограничивающим фактором при использовании этого способа защиты являются высокая стоимость препарата, его большой расход для обеспечения эффекта предотвращения обрастания, зависимость от фирм, поставляющих реагенты, а также загрязнение окружающей среды при сбросе отработавших растворов за борт.

К активным способам защиты от обрастания относятся также электрохимические способы, при которых необходимое количество токсина выделяется непосредственно на борту судна в процессе работы системы защиты.

Известны следующие способы электрохимической защиты: анодное растворение токсичных металлов и электролизное хлорирование морской воды.

Преимущество способа растворения токсического металла, например, меди, заключается в возможности активного управления процессом электролиза и регулирование параметров защиты в соответствии с конкретными условиями эксплуатации. К недостаткам способа относятся расход дефицитных цветных металлов и необходимость периодической смены электродов.

Экономически и экологически более целесообразно применение электролизного хлорирования морской воды, основанного на использовании нерастворимых анодов. При этом необходимое количество токсина (в основном гипохлорита натрия) получают непосредственно на борту судна с помощью электролизера. Получающийся в электролизере из морской воды реагент по коррозионностойким трубопроводам подается в перфорированные распределители, установленные внутри каждого кингстонного ящика, и, истекая из них, перемешивается с основным потоком поступающей на судно воды. В настоящее время этот способ получил достаточно широкое распространение на морских судах из всех известных способов защиты кингстонных ящиков, трубопроводов и другого оборудования СЭУ, контактирующего с морской водой, от биологического обрастания. Во многих странах налажено производство судовых электролизеров различного типоразмерного ряда и производительности.

Несмотря на достаточно высокую эффективность электролизерных систем, они не лишены недостатков. Прежде всего, это высокая стоимость судовых систем. Кроме того, при электролизе морской воды, помимо основного процесса генерации хлорсоставляющих компонентов, происходит образование побочных химических продуктов - катодных осадков. Из-за наличия катодного осадка производительность установки падает, поэтому электроды и камеру электролизера необходимо периодически очищать. Как правило, в эксплуата-

ционных условиях очистка производится механическим путем с выводом электролизера из действия. При проведении таких очисток нарушается специальное покрытие электродов, что приводит к их быстрому выходу из строя. В связи с высокой стоимостью комплекта электродов, изготовленных из дефицитных материалов (около 20% от общей стоимости установки), представляется актуальной проблема поддержания электролизера в чистоте на протяжении всего периода эксплуатации и, соответственно, продления общего срока службы электролизерной системы предотвращения обрастания [17].

На кафедре СТЭ и ХТ ОНМА разработаны альтернативный способ и устройства для предотвращения биологического обрастания водозаборных решеток, внутренних полостей кингстонных ящиков, приёмных фильтров, теплообменников и других элементов СЭУ, входящих в контур судовой системы забортной воды [10÷12, 14÷16].

Принцип действия разработанных и внедренных на судах технологий и устройств основан на подаче к поверхностям водозаборных решеток и в кингстонные ящики водогазовой смеси с целью создания неблагоприятных гидрохимических условий для оседания и развития личинок обрастателей на защищаемых поверхностях. Водогазовая смесь получается в результате диспергирования в морской воде дымовых газов, отбираемых из выхлопных трактов СЭУ. При растворении в морской воде CO_2 и других компонентов, содержащихся в продуктах сгорания, образуется водогазовая смесь, величина рН которой после диспергатора на $1,5\div 2,0$ единицы ниже, чем рН исходной морской воды. При подаче этой смеси через специальные распределители, установленные внутри каждого кингстонного ящика, поток газовых пузырьков и подкисленной воды омывает поверхности водозаборных решёток и смешивается далее с основным потоком, поступающей на судно забортной воды, равномерно распределяясь по всему объёму кингстонного ящика. Обработанная таким образом вода поступает затем через приёмные клапан и фильтр в судовую систему забортной воды на технологические нужды. В результате перемешивания водогазовой смеси с основным потоком забортной воды, её величина рН уменьшается на $0,2\div 0,4$ единицы, что приводит к созданию местных неблагоприятных гидрохимических условий для личинок обрастателей и, соответственно, резкому снижению их активности и прекращению оседания на защищаемых поверхностях, контактирующих с обработанной выхлопными газами морской водой. Это объясняется тем, что основные виды организмов обрастателей, избирательно выбирающие поверхность для оседания и последующего развития, могут активно существовать лишь в достаточно узком диапазоне величины рН морской воды, в пределах $8,0\div 8,2$, и даже небольшое её уменьшение (за счёт увеличения кислотности воды при её обработке отработавшими газами СЭУ) влияет на их жизнедеятельность [3÷6, 10÷12]. Т.е. при снижении величины рН, проходящей через систему морской воды, даже на $0,2\div 0,4$ единицы, личинки обрастателей (циприсовидная форма — конечная и наиболее устойчивая стадия развития личинок) уже не способны прикрепиться к субстрату (твёрдой поверхности) и затем превратиться во взрослые организмы, а уносятся потоком воды из системы через отливную выгородку за

борт, не причиняя никакого вреда. Таким образом происходит репеллентное (отпугивающее) воздействие на личинки обрастателей, и при попадании за борт в чистую воду, они вновь восстанавливают свою жизнедеятельность, что является важным преимуществом (с экологической точки зрения) данного способа предотвращения обрастания, по сравнению с другими способами.

Кроме того, использование отработавших газов СЭУ в качестве насыщающего реагента и являющихся по сути “бросовым” сырьем значительно повышает экономическую эффективность разработанных систем предотвращения обрастания по сравнению с рассмотренными выше.

Конкретная принципиальная схема дооборудования одного из морских судов системой предотвращения обрастания с использованием отработавших газов СЭУ в качестве насыщающего реагента приведена на рис. 1.

Система работает следующим образом. Заборная вода из штатного кингстонного трубопровода через приемный клапан 1, фильтр 2 забирается рабочим насосом 3 (типа ЭСН6/11-Н, номинальной производительностью 10 м³/ч, при напоре 65 м. вод. ст.) и через клапаны 4 подается соответственно на два эжектора 5 (производительностью по воде 7 м³/ч) и 6 (производительностью по воде 3 м³/ч). В эжекторах заборная вода насыщается дымовыми газами, поступающими из газовых трактов вспомогательных ДВС (в районе глушителей) через секущие пробки 7, газовые фильтры 8, газопромывное устройство 9 и невозвратно-запорные клапаны 10.

После эжекторов водогазовая смесь через клапаны 11,12 (от эжектора большей производительности) и 13 (от эжектора меньшей производительности) подается по гибким резиновым шлангам к распределителям водогазовой смеси (трубчатым перфорированным решёткам), соответственно бортового 14, донного 15, и скулового 16 кингстонных ящиков.

Распределители водогазовой смеси представляют собой трубчатую конструкцию с отверстиями, выполненными на боковых гранях труб-рёбер, которые установлены вместо штатных водоприемных решеток и соединены с трубопроводом водогазовой смеси гибкими резиновыми шлангами.

Подкисленная и насыщенная газами вода истекает через отверстия в трубах-рёбрах, выполненных на боковых гранях, омывает сами поверхности водоприемных решеток с обеих сторон и поступает затем во внутренние полости кингстонных ящиков. Этим самым достигается предотвращение обрастания как поверхностей водоприемных решеток, так и полостей кингстонных ящиков.

При работе штатных насосов охлаждения обработанная таким образом вода через кингстоны 17, штатные приемные фильтры 18 и секущие клинкетты 19 поступает в судовую систему заборной воды на охлаждение элементов СЭУ и другие технологические нужды. Нерастворившиеся газы и воздух удаляются из кингстонных ящиков через клапаны 20 по воздушным трубам, на конце которых установлены расширительные бачки 21, служащие для исключения выплескивания воды из гусиков воздушных труб вместе с выходящими газами. При работе системы предотвращения обрастания газоотводные клапаны 20 от кингстонных ящиков должны быть постоянно открыты.

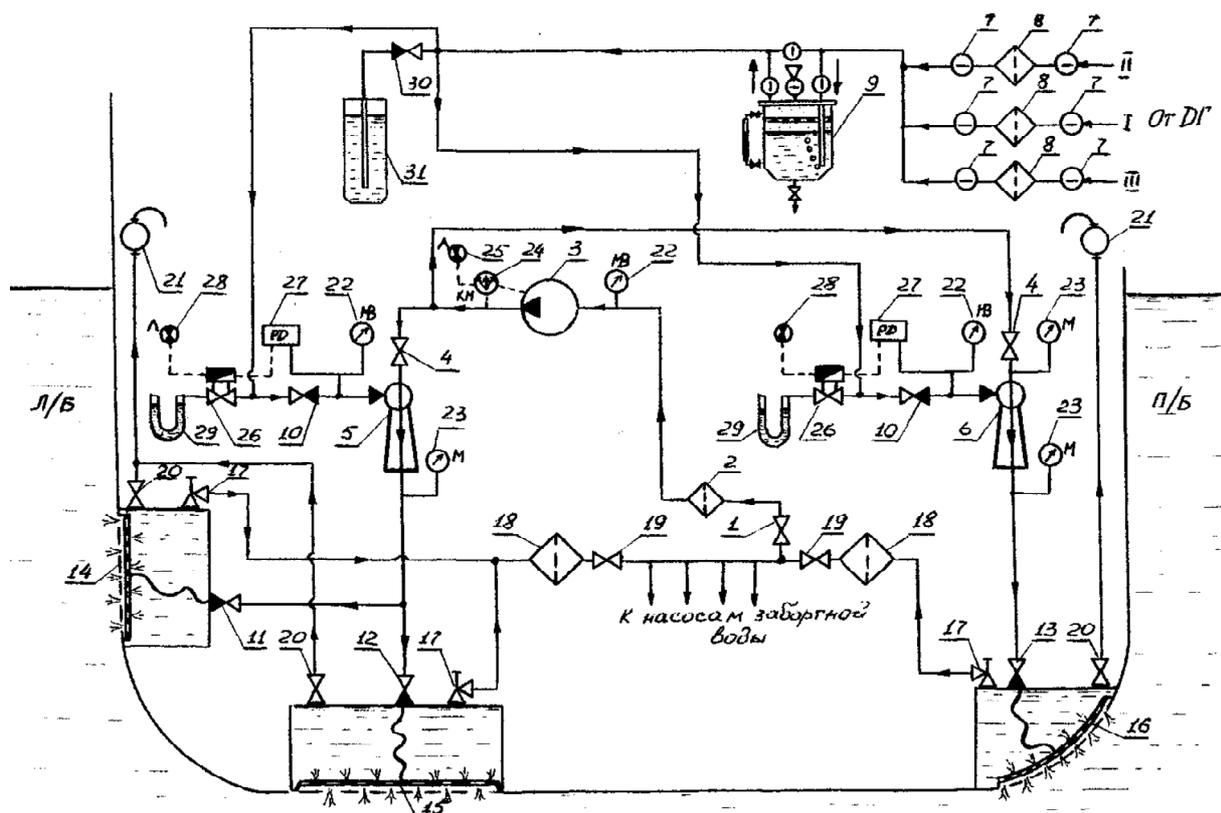


Рис.1. Принципиальная схема системы предотвращения обрастания

Таким образом, одновременно происходит предотвращение обрастания водоприемных решеток, кингстонных ящиков, приемных фильтров, трубопроводов и теплообменников со стороны забортной воды.

Контроль за работой системы осуществляется по мановакууметрам 22 и манометрам 23, установленными на приборных щитах возле каждого эжектора. Каждый из приборов снабжен манометровым краником. На нагнетательной линии насоса 3 установлен контактный манометр 24, электрически связанный с пускателем насоса, сигнальной лампочкой 25 (на щите ЦПУ) и ревун. В случае превышения давления рабочей воды выше установленного предела (0,65 МПа) срабатывает контактный манометр 24, останавливается насос 3, на щите ЦПУ загорается красная сигнальная лампочка 25 и включается звуковой сигнал (ревун). При падении давления насоса ниже установленного на контактном манометре предела (0,3 МПа), только загорается лампочка 25 и включается ревун.

При нормальной работе системы в камерах эжекторов 5 и 6 поддерживается разрежение порядка -0,003...-0,015 МПа. При превышении по каким-либо причинам давления во всасывающих камерах эжекторов выше атмосферного (по мановакууметру больше 0 МПа) срабатывает система защиты и сигнализации, которой дооборудован каждый из эжекторов. При этом закрываются невозвратно-запорные клапаны 10 и открываются электромагнитные клапаны 26, управляемые датчиками реле давления 27. Одновременно с электромагнитными клапанами загораются красные сигнальные лампочки, уста-

новленные на пускателе насоса и щите ЦПУ 28, предупреждающие о неполадках в работе системы и открытии электромагнитных клапанов (при срыве работы эжекторов). Световой сигнал дублируется включением звуковой сигнализации (ревуна). При открытии электромагнитных клапанов 26 происходит сброс воды, просочившейся через закрытые невозвратно-запорные клапаны 10 в льяла. Сброс воды в льяла происходит через водяные затворы 29 (U-образные трубки, заполненные водой), служащие для исключения подсосывания воздуха во время работы эжекторов через возможные неплотности электромагнитных клапанов. Таким образом предотвращается попадание воды в выхлопные тракты ДГ из-за срыва работы водогазовых эжекторов. Для обеспечения надежности системы защиты от попадания воды в выхлопные тракты ДГ она дублируется механическим невозвратным клапаном 30, установленным на газовой линии в точке разводки трубопровода к двум эжекторам на левый и правый борта. Невозвратный клапан 30 обеспечивает сброс в льяла воды, попавшей по каким-либо причинам в газовую магистраль, например, в случае несрабатывания электромагнитных клапанов. Для исключения подсосывания воздуха через неплотности невозвратного клапана он также соединен с гидрозатвором 31, который всегда должен быть заполнен водой.

Электродвигатель насоса 3 подключен к сети переменного тока 380 В через распределительный щит R25 в помещении центрального поста распределения электроэнергии (ЦПРЭ) и управляется магнитным пускателем типа ПММ, установленным на стойке перед платформой топливных сепараторов. Во время работы насоса на его пускателе горит зеленая сигнальная лампочка. Электромагнитные клапаны 26 и сигнальные лампочки 28 подключены к сети освещения МО 220 В через щит освещения Щ 52/11, расположенный перед входом в помещение ЦПРЭ. Принципиальная электрическая схема системы предотвращения обрастания показана на рис.2.

Как было указано выше, в качестве распределителей противообрастающего реагента предлагается использовать полые водозаборные решётки (вместо обычных штатных решёток), которые в этом случае выполняются из перфорированных труб овального сечения (вместо ряда сплошных рёбер в обычной решётке, препятствующих попаданию в кингстонный ящик инородных предметов). Причём отверстия в перфорированных трубах модернизированных водозаборных решёток выполнены на боковых сторонах, а их оси направлены перпендикулярно основному потоку поступающей в кингстонный ящик забортной воды [16].

На рис. 3 изображена усовершенствованная таким образом водозаборная решётка, состоящая из установочной рамы 1, распределительного коллектора 2 и перфорированных труб-рёбер овального сечения 3. Причём отверстия 4 для выхода реагенты выполнены на боковых сторонах овальных труб 3 (меньшая ось которых находится в плоскости водозаборной решётки) и смещены по длине на половину шага перфорации (0,5 S) относительно расположенных рядом друг с другом труб 3.

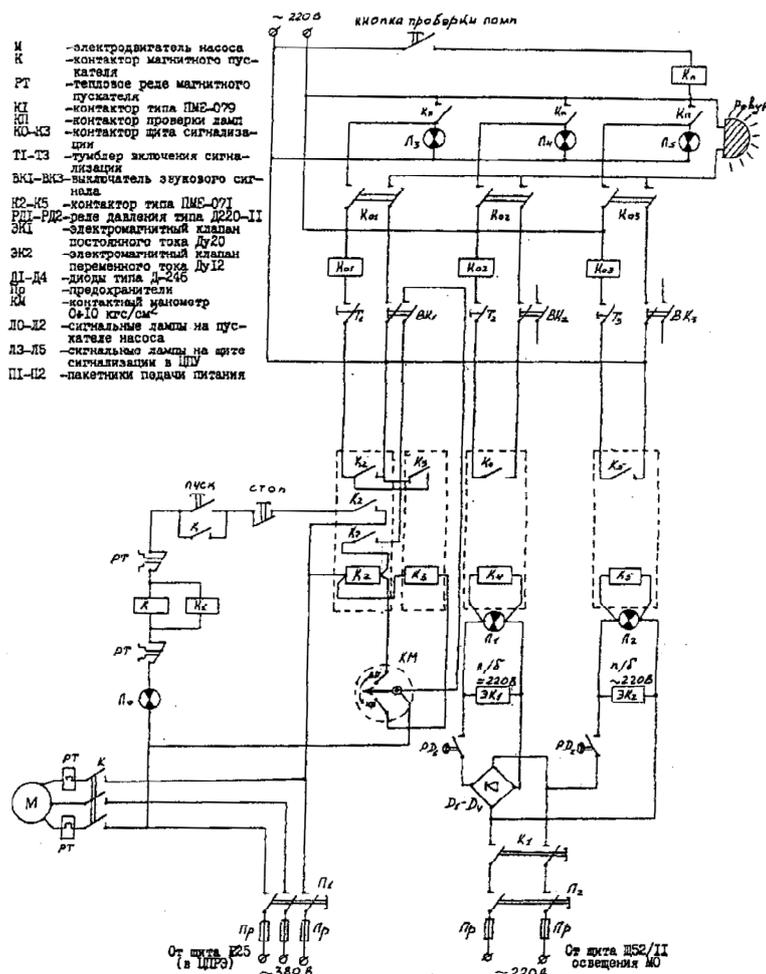


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема системы предотвращения обрастания

Противообрастающий реагент поступает в распределительный коллектор 2 и перфорированные трубы 3, служащие, одновременно как для распределения реагента в поток поступающей в кингстонный ящик заборной воды, так и для предотвращения попадания инородных предметов в систему заборной воды. Выходя затем из отверстий 4, реагент омывает противоположно расположенные трубы водозаборной решётки и обрабатывает их поверхность, как в прозоре между трубами-рёбрами, так и с внешней и с внутренней сторон каждой трубы одновременно. При работе циркуляционного насоса системы охлаждения (или любого другого насоса) противообрастающий реагент, выходящий из отверстий 4 и омывающий трубы-рёбра 3 водозаборной решётки, захватывается основным потоком поступающей на судно заборной воды, перемешивается с ней, равномерно распределяясь по всему объёму кингстонного ящика и далее, эта смесь направляется в судовую систему для использования на технологические нужды.

Система предотвращения биологического обрастания включается и работает непрерывно на все три кингстонных ящика (бортовой, донный и скуловой) независимо от режимов их работы (т.е. открыт данный кингстон или закрыт), при температуре заборной воды выше 10°C. Если возникает необходимость в проведении профилактических работ по системе, то их желательно проводить на ходу судна, в связи с тем, что функционирование системы при

стоянке на рейде и в морских портах обязательно, т.к. именно в этих условиях происходит процесс интенсивного обрастания.

Конкретная схема дооборудования судна системой предотвращения обрастания выбирается в зависимости от его типа, конструктивных особенностей судна и осадки, расположения кингстонных ящиков и оборудования в машинном отделении, расхода забортной циркуляционной воды через судовую систему, режимов её работы и т.п. После выбора схемы дооборудования производится расчёт напора и производительности рабочего насоса, определяются размеры и рабочие характеристики водогазовых эжекторов, диаметры и длины трубопроводов и др. элементов системы, рассчитываются распределительные устройства.

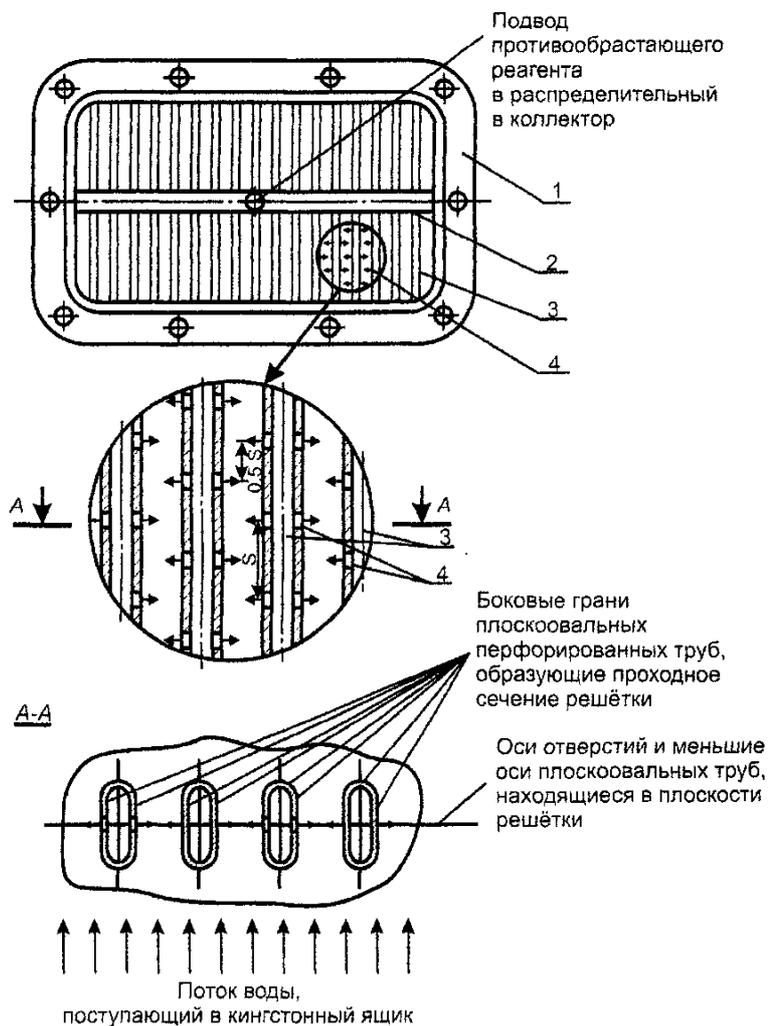


Рис.3. Модернизированная трубчатая водозаборная решётка: 1 - установочная рама; 2 - распределительный коллектор; 3 - перфорированные трубы-рёбра овального сечения; 4 - отверстия для выхода реагента.

При проектировании системы предотвращения обрастания следует учитывать следующее:

характеристики рабочего насоса и водогазовых эжекторов должны быть такими, чтобы обеспечить снижение величины рН воды в кингстонных ящиках до 0,2...0,4 по сравнению с исходной морской водой;

эжекторы для насыщения воды дымовыми газами должны размещаться как можно ближе к соответствующим кингстонным ящикам;

при монтаже газовых трубопроводов следует учесть, что отбор газов необходимо осуществлять из газовыпускных трактов в точках, находящихся на 3..4 м выше уровня ватерлинии при полной загрузке судна;

все элементы системы, соприкасающиеся с агрессивной средой (эжекторы, газовые трубопроводы, трубопроводы и распределители водогазовой смеси и т.п.) должны быть выполнены из материалов, стойких к агрессивным средам.

Специальные исследования по экологической оценке разработанного метода показали, что после двухсуточной обработки морской воды водогазовой смесью выживаемость личинок основных видов обрастателей составила 93-96%. А после контакта подкисленной воды с атмосферой происходила ее своеобразная детоксикация и личинки обрастателей восстанавливали свою жизнедеятельность. Это подтвердило предположение о репеллентном (отпугивающем) воздействии водогазовой смеси на основные виды личинок обрастателей и соответственно об экологической безопасности использования разработанных систем предотвращения обрастания.

Необходимо также отметить, что обработка воды продуктами сгорания приводит еще и к некоторому снижению накипеобразования в теплообменниках, включенных в контур судовой системы забортной воды, что в свою очередь повышает эффективность их работы и судовой энергетической установки в целом.

Экономический эффект от использования разработанных технологических и конструктивных решений по предотвращению биологического обрастания судового оборудования и систем забортной воды достигается прежде всего за счёт исключения проведения эксплуатационных очисток судовых трубопроводов и различных теплообменников со стороны морской воды, а также исключения проведения водолазных работ по очистке водозаборных решёток и внутренних полостей кингстонных ящиков от наростов организмов обрастателей. Проведённые расчёты показали, что реальной годовой экономический эффект за счёт приведённых выше составляющих экономии по одному типовому морскому судну (с общим объёмом трубопроводов системы забортной воды около $8,0 \text{ м}^3$; общим объёмом теплообменников $6,0 \text{ м}^3$; площадями обрастания всех водозаборных решёток и внутренних полостей кингстонных ящиков соответственно $10,0 \text{ м}^2$ и $50,0 \text{ м}^2$) составляет не менее 85 тыс. USD/год.

Таким образом, внедрение на судах разработанных в ОНМА систем предотвращения биологического обрастания приводит к снижению энергозатрат, повышению эффективности и надёжности эксплуатации судовых энергетических установок, уменьшению возникновения аварийного состояния судового оборудования и в целом обеспечивает безопасность плавания судов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хорн Р. Морская химия./Р. Хорн - М.: Мир, 1972. - 400 с.

2. Химия океана (из серии океанология). - М.: Наука, 1979. - Т.1.: Химия вод океана. - 517 с.
3. Морское обрастание и борьба с ним: Сборник. / Пер. с англ. Под ред. В.Н. Никитина и Н.И. Тарасова. - М.: Воениздат, 1957-503 с.
4. Искра Е.В. Борьба с обрастанием трубопроводов / Е.В. Искра, Е.П. Турпаева, Е.Т. Булыгина // Технология судостроения. - 1962. - № 7.-С. 17-21.
5. Биологические основы борьбы с обрастанием: Сборник./Киев: Наукова думка, 1973. - 140 с.
6. Гуревич Е.С. Защита морских судов от обрастания / Е.С. Гуревич, Е.В. Искра, Е.П. Куцевалова - Л:Судостроение,1978. - 200 с.
7. Абрамов В.А. Углекислотный метод очистки от накипи и предотвращения её образования в судовых теплообменных аппаратах, работающих на морской воде / В.А. Абрамов, Ю.И. Боев, В.Ф. Коваленко, Б.И. Ляшенко, А.З. Бондарев // Современное состояние и перспективы развития СЭУ/ЛВИМУ им. адм. С.О. Макарова. - М.: В/О - «Мортехинформреклама», 1983.-С. 73-79.
8. Абрамов В.А. Предотвращение накипеобразования в судовых теплообменных аппаратах и системах, контактирующих с морской водой: Автореф. дис.канд. техн. наук. - Одесса: ОВИМУ, 1985. - 24 с.
9. Углекислотный метод очистки от накипи и предотвращения её образования: Методическое пособие / Од. высш. инж. мор. уч.; подготовлено Ю.И. Боевым. - М.: В/О «Мортехинформреклама», 1986. - 48 с.
10. Абрамов В.А. Разработка экологически безопасного способа предотвращения обрастания поверхностей в морской воде / В.А. Абрамов, В.А. Вагапов, Б.А. Павленко, Е.А. Яковлев, Ю.И. Боев // Охрана окружающей среды на морском транспорте. - М.: В/О «Мортехинформреклама», 1990. -С.56-59. [ЮжНИИМФ].
11. Абрамов В.А. Анализ эффективности способов предотвращения обрастания в системах забортной воды, используемых на морских судах/В.А. Абрамов, Б.А. Павленко//Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. - 1998. - № 1. - Одеса: ОНМА. - С. 52-58.
12. Абрамов В.А. Разработка технологии предотвращения биологического обрастания водоприёмных устройств, трубопроводов и оборудования, входящих в контур судовой системы забортной воды/В.А. Абрамов, Б.А. Павленко // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб.-2004.-№ 10.- Одеса:ОНМА. - С. 68-77.
13. Абрамов В.А. Факторы, определяющие карбонатное равновесие природных вод, используемых в СЭУ / В.А. Абрамов, И.В. Логишев // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. - 2007. - № 19. - Одеса: ОНМА.-С. 67-74.
14. Устройство для предотвращения обрастания судовых водоприёмных устройств и системы подачи забортной воды: А.с. № 1244878 СССР, МКИ В63В 13/00/В.Ф. Коваленко, Ю.И. Боев, В.А. Вагапов, В.А. Абрамов, Б.А. Павленко - № 3735680/27-11. Заявл. 13.03.1984. Опубл. 1986, Бюл. №26.
15. Система защиты водоприёмных устройств от обрастания: А.с.№1482073 СССР, МКИ В63В 13/00/В.А. Абрамов, Ю.И. Боев,

В.А.Вагапов, В.Ф. Коваленко, Б.А. Павленко - №4291039/27-11. Заявл. 27.05.1987. Оpubл. 1989, Бюл. № 19.

16. Устройство для предотвращения обрастания судовых водоприёмных устройств и системы подачи забортной воды: А.с.№ 1630200 СССР, МКИ В63В 13/00 / В.А. Абрамов, Ю.И. Боев, В.А. Вагапов, В.Ф. Коваленко, Б.А. Павленко -№4297726/11. Заявл. 27.05.1987. Оpubл. 1991, Бюл. № 8.

17. Устройство для защиты от обрастания судовой конструкции: А.с.№ 1372806 СССР, МКИ В63В 59/00, 13/00/ В.Ф. Коваленко, В.А.Абрамов, В.А. Вагапов, Ю.И. Боев, Н.Н. Зенькович, Б.А. Павленко. Е.А. Яковлев - №4054111/40-11. Заявл. 04.09.1986. Оpubл. 1988, Бюл. № 5.

УДК 621.431.74 – 73

Кирис А.В., Гридюшко А.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Использование сепараторов отходов топлива на морских судах

Рентабельность работы морского транспортного судна в значительной мере зависит от стоимости топлива, которая составляет более 50% от эксплуатационных затрат. Одним из путей сокращения затрат на закупку топлива является извлечение из отходов топлива нефтепродуктов, пригодных для повторного использования.

На морских судах отходы нефтепродуктов, которыми являются сливы из расходных и отстойных цистерн, фильтров, сепараторов обычно накапливаются и сдаются на берег, где в ряде случаев в портах отсутствует оборудование по переработке этих отходов и возникает достаточно дорогостоящая проблема их доставки к месту переработки. В то же время, в случае переполнения танка отходов нефтепродуктов, возникает необходимость их сжигания.

Как показали результаты замеров, в танках находится загрязненная нефтепродуктами суспензия, состоящая до 80% из нефтесодержащей воды, до 30% из нефтепродуктов и $\cong 1\%$ взвешенных частиц твердой фазы. Поэтому на сжигание таких обводненных нефтеостатков необходимо использовать еще более дорогостоящее дизельное топливо при дополнительном загрязнении окружающей среды.

Современная система центробежной сепарации компании Альфа Лаваль под названием Pure Dry обеспечивает возможность практически полного извлечения нефтепродуктов за счет использования высокоскоростного центробежного сепаратора. После обработки содержимого танка с отходами нефтепродуктов остается почти полностью обезвоженный шлам в виде твердых отходов.

Рабочим органом высокоскоростного центробежного сепаратора является спиралевидный ротор, обеспечивающий «спиральную систему выгрузки твердой фазы».

Принцип работы системы регенерации топлива из отходов нефтепродуктов заключается в следующем. В предлагаемой системе предусмотрена уста-

новка двух танков для сбора отходов нефтепродуктов – одного для отходов смазочного масла, а другого – для отходов тяжелого топлива.

Отходы смазочного масла и отходы тяжелого топлива существенно отличаются по своим свойствам и на судах при полной загрузке системы обработкой отходов топлива необходимо устанавливать вторую такую же систему для обработки отходов масла. В противном случае единая система используется для обработки отходов смазочного масла при отсутствии необходимости обработки отходов топлива.

Такой единой системой центробежной сепарации в 2014 г. при участии одного из авторов был дооборудован Ro – Ro Cargo Ship «Wilhelmine», 2012 г. постройки.

На первом этапе судовых экспериментальных исследований влияния состава различных сортов тяжелого топлива и режимов работы системы центробежной сепарации на состав и влажность твердых отходов были выполнены еженедельные отборы образцов отходов топлива и твердых отходов и отправлены на анализ в лабораторию судовладельца. Опыты проводились в течение 2014 года. Контрольные образцы также будут переданы для сравнительного анализа состава в лаборатории ОНУ г. Одессы.

УДК 621.56-52:004.9

Очеретяный Ю.А

Национальный университет «Одесская морская академия»

Аппаратная реализация системы управления и контроля рефрижераторной установкой судна

В качестве управляющего устройства для решения задачи управления был выбран программируемый логический контроллер (ПЛК) серии Inline ILC 130 ETH фирмы Phoenix Contact. Контроллер выполнен в соответствии с общепринятыми стандартами программирования МЭК 61131-3 и технологии передачи данных Ethernet, поддерживает параллельный обмен данными с OPC-серверами и коммуникацию с оконечными устройствами, поддерживающими протокол TCP/IP, что позволяет решить любую задачу управления просто, надежно и с минимальными затратами – вне зависимости от того требуется ли централизованное или децентрализованное управление.

Основные характеристики ПЛК ILC 130 ETH от Phoenix Contact:

- Скорость обработки 90 мкс на 1000 инструкций (логический тип данных);
- Скорость обработки 1.7 мс на 1000 инструкций (смешанный тип данных);
- Один INTERBUS интерфейс и один Ethernet интерфейс;
- 192 Кбайт памяти программ и 192 Кбайт памяти данных;
- 8 Кбайт энергонезависимой памяти данных;
- 8 прямых входов и 4 прямых выхода;
- Максимум 2048 точки ввода/вывода;
- Питание 24 В;

- Встроенный web/FTP server;
- Поддержка OPC.

ILC 130 ETH обладает степенью защиты IP20 и способен функционировать при следующих условиях окружающей среды:

- температура окружающего воздуха $-25\text{ }^{\circ}\text{C} - 55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- допустимая относительная влажность воздуха 10 % – 95 %;
- давление воздуха 70 кПа – 106 кПа (До 3000 м над уровнем моря);
- вибрация 5 g.

Для непрерывного измерения давления на стороне всасывания и нагнетания компрессора было использовано два датчика давления EWPA030 фирмы Eliwell Controls srl.

К основным характеристикам датчиков относятся:

- диапазон измерения 0 – 30 Бар;
- выходной сигнал 4 – 20 мА;
- напряжение питания датчика 8 – 28 В;
- схема подключения двухпроводная;
- рабочая температура $-20 +80\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- погрешность измерения давления $\pm 1\text{ }%$ при $0 +50\text{ }^{\circ}\text{C}$, и $\pm 2,5\text{ }%$ при температуре ниже 0 и выше $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- степень защиты IP65;

Для получения информации о температуре в охлаждаемых помещениях, а также в основных точках цикла холодильной машины были использованы NTC-термисторы фирмы Semitec.

Данная модель термистора относится к разряду высокоточных датчиков температуры. Аббревиатура NTC (Negative temperature coefficient) говорит о том, что сопротивления термистора будет уменьшаться при увеличении температуры, и увеличиваться при ее уменьшении.

Сопротивление термистора при температуре $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет 5 кОм.

Диапазон измерения температуры термисторов составляет $-50 +150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для отработки управляющих воздействий на объект управления, к которым относятся пуск-остановка привода компрессора, открытие-закрытие соленоидных вентилей на жидкостной линии перед воздухоохладителями, а также запуск-остановку вентиляторов воздухоохладителей, было предложено использовать электромагнитные реле в количестве трех штук. Одно реле – в цепи управления магнитного пускателя электродвигателя и по одному реле (для каждого охлаждаемого помещения) для управления соленоидными вентилями и вентиляторами.

Устройства связи с объектами (УСО) предназначены для реализации управляющих воздействий, выдаваемых контроллером на объекты управления, и формирования сигналов о состоянии контролируемых объектов для передачи в контроллер.

Для получения информации с датчиков использовался модуль на 8 аналоговых вводов IB IL AI 8/SF-РАС фирмы Phoenix Contact (рис. 1). Данный модуль позволяет подключать датчики с токовыми выходами или с выходами по напряжению по двухпроводной схеме (с экранированием).



Рис. 1. Модуль USO IB IL AI 8/SF-PAC

Особенностями данного модуля являются:

- высокая точность измерения;
- чрезвычайно высокая скорость измерения;
- отличная фильтрация шумов;
- разрядность АЦП 16 бит.

Поддерживаются следующие значения входных сигналов:

- 0 – 20 мА, 4 – 20 мА, -20 – 20 мА, 0 – 40 мА, -40 – 40 мА;
- 0 – 5 В, -5 – 5 В, 0 – 10 В, -10 – 10 В, 0 – 25 В, -25 – 25 В, 0 – 50 В.

Для управления исполнительными механизмами был использован блок цифровых выходов контроллера. Данный блок оборудован защитной схемой которая обеспечивает защиту выходов от короткого замыкания, а также защиту от перегрузок.

Основные характеристики модуля:

- Номинальное напряжение на выходе канала 24 В DC;
- Максимальный выходной ток на канал составляет 500 мА;
- Номинальная индуктивная нагрузка 12 Вт;
- Номинальная активная нагрузка 12 ВА.

К средствам человеко-машинного интерфейса относят операторские панели, которые являются посредниками в обмене информацией между человеком и оборудованием.

Они позволяют пользователю управлять оборудованием посредством работы с простым и интуитивным графическим интерфейсом. При этом элементы этого интерфейса – кнопки, переключатели, индикаторы, – не существуют физически, а нарисованы на экране, и могут воспринимать команды оператора простыми касаниями на их изображения. Это дает не только быстрый и удобный контроль за оборудованием, но также снижает необходимость в традиционных органах управления, а значит – в электрических соединениях.

Панели оператора – это программируемые графические терминалы, предназначенные для визуализации информации, поступающей от микропроцессорных устройств (промышленных контроллеров, преобразователей частоты, регуляторов температуры, и т.д.), и управления производственными и технологическими процессами. Использование панелей оператора в системах управления позволяет создать удобный человеко-машинный интерфейс (HMI – Human Machine Interface) – централизованное рабочее место человека-

оператора, управляющего машиной. Панели оператора позволяют отображать текстовую, в том числе на русском языке, и графическую информацию: текущие и аварийные сообщения, технологические параметры, графики и диаграммы. При помощи панелей оператора можно осуществлять управление технологическим процессом, а также изменять параметры настройки системы и сохранять данные.

Для управления холодильной установкой, а также получения информации о ее состоянии была использована панель оператора WP 04T фирмы Phoenix Contact (рис. 2).



Рис. 2. Операторская панель WP 04T от Phoenix Contact

Фронтальная сторона панели имеет степень защиты IP65, а тыльная – IP20. Панель способна функционировать при следующих условиях окружающей среды:

- температура воздуха (эксплуатация) 0 +50 °С;
- температура воздуха (хранение / транспортировка) -25 +70 °С;
- влажность воздуха (эксплуатация) 20 % – 85 %;
- влажность воздуха (хранение / транспортировка) 10 % – 95 %.

Основные характеристики панели сведены в табл. 1:

Таблица 1 – Технические характеристики операторской панели WP 04T

Экран	8,9 cm / 3,5»-TFT
Разрешение экрана	320 x 240 Pixel (QVGA)
Подсветка	LED
Количество цветов	65,536
Процессор	RISC ARM9™ CPU; 200 MHz
RAM	64 MByte SDRAM
Память	32 MByte flash memory
Интерфейсы	2x USB Host 2.0
Сеть	1x Ethernet (10/100 MBit/s), RJ45
Операционная система	Windows CE 5.0

На основании выбранного аппаратного обеспечения была составлена функциональная схема системы управления судовой холодильной установкой (рис. 3).

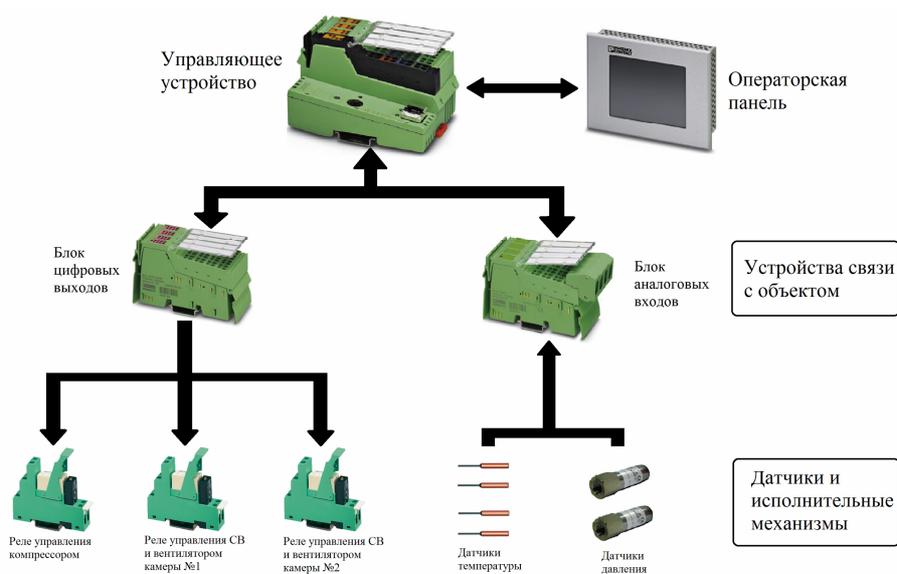


Рис. 3. Функциональная схема централизованной системы управления

ВЫВОДЫ:

На основании анализа структуры и функций управления холодильной установкой разработана система, в которой функции защиты, контроля, сигнализации и регулирования возложены на единое управляющее устройство – программируемый логический контроллер;

Разработан комплексный подход к проведению диагностического эксперимента, включающий в себя обоснованный выбор метода идентификации и аппаратурных средств, наиболее полно учитывающих условия рядовой эксплуатации установки;

Использование современных микропроцессорных средств автоматизации для обеспечения необходимого уровня контроля эксплуатационных параметров, их автоматической защиты и регулирования является одним из перспективных направлений повышения эффективности и надежности работы судовых холодильных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Очеретяный Ю.А., Живица В.И., Белый В.Н., Онищенко О.А., Вайнфельд Э.Й. Концепция системы компьютерного мониторинга и технической диагностики рефрижераторной установки судна // Судовые энергетические установки: науч. -техн. сб. - 2011.- Вып. 28. Одесса: ОНМА - С.5 - 11.

2. Очеретяный Ю.А., Живица В.И., Онищенко О.А., Вайнфельд Э.Й., Тюхай Д.С. Разработка системы измерения энергетических показателей компрессионной холодильной установки // Харчова наука і технологія. – 2011. – Вип. 4(17). – Одеса: ОНАХТ. – С.107-109.

3. Очеретяный Ю.А. Определение термодинамических показателей судовой холодильной установки в процессе эксплуатации // Проблемы техники: наук.-вир. журнал. - 2013. – Вип. 2. – Одеса: ОНМУ, ХНУ. - С. 119-125.

4. Очеретяный Ю.А. Определение изменений теплотехнических характеристик судовых холодильных установок в процессе эксплуатации // Холодиль-

на техніка і технологія: наук.-техн. журнал. – 2013. – Вип. 2 (142). –Одесса: ОДАХ. - С. 15-19.

5. Очеретяный Ю.А. Определение отклонений функционирования судовой холодильной установки в процессе эксплуатации // Холодильна техніка і технологія: наук.-техн. журнал. – 2013. – Вип. 3 (143). - Одеса: ОДАХ. - С. 10-14.

6. Очеретяный Ю.А. Разработка системы технической диагностики СХУ // Матеріали II-ї міжнародної науково-технічної конференції Холод в енергетиці і на транспорті: сучасні проблеми кондиціонування та рефрижерації , ч. 2. – Миколаїв, 2013, с.198-201.

УДК.621.564.

Ярошенко В.М., Подмазко О.С.

Національний університет «Одеська морська академія»

Доцільність застосування теплових насосів в суднових системах утилізації теплоти

Сучасні малооборотні і середньооборотні суднові двигуни внутрішнього згорання мають ефективний коефіцієнт корисної дії $\eta = 0,45-0,52$. Таким чином вторинні теплові потоки, пов'язані з теплотою води в системі охолодження головного двигуна, мастила, надувного та стислого повітря, випускними газами є досить суттєвими так як їх потенціал складає 50 і більше відсотків теплового потоку, який генерується при згоранні палива, і тому вони можуть ефективно використовуватись як джерело підвищення загальної енергетичної ефективності.

Крім того, суднові дизельні енергетичні установки мають високу енергоозброєність і значну частину енергії споживають на загально суднову і власні потреби. При чому розподіл тепла, що витрачається на головний двигун та допоміжне енергетичне обладнання істотно відрізняються для різних типів суден. Тому, для оцінки ефективності в судновій енергетичній системі необхідно враховувати не тільки теплоту, еквівалентну потужності головного двигуна але і теплоту вторинних теплових потоків, які утилізуються.

Аналіз теплового балансу енергетичного обладнання і матеріалів з проектування та будівництва суден різного призначення показує, що рівень утилізації теплоти суднових дизельних установок, часто знаходиться нижче технічно досяжного межі і може розглядатись як напрямок для підвищення енергетичної та екологічної ефективності суднових енергетичних систем.

Для термодинамічної оцінки при виборі системи утилізації теплоти найбільш доцільно використовувати ексергетичну функцію, яка враховує не тільки кількість теплоти, але і її якісні характеристики (максимальну технічну роботу спроможність)[3].

В якості прикладу на рис. 1 показана діаграма енергетичних потоків малооборотного суднового двигуна [4], а в таблиці 1, наводяться розрахункові ек-

сергетичні характеристики цих же потоків. При розрахунках ексергії вторинних потоків використовувались середньостатистичні дані для мало обертових дизелів : вихідні гази (температурний рівень 280° С), наддувне повітря (температурний рівень 170 °С), охолоджувальна дизель вода (температурний рівень 90 °С),охолоджувальна мастила вода (температурний рівень приблизно 60 °С).

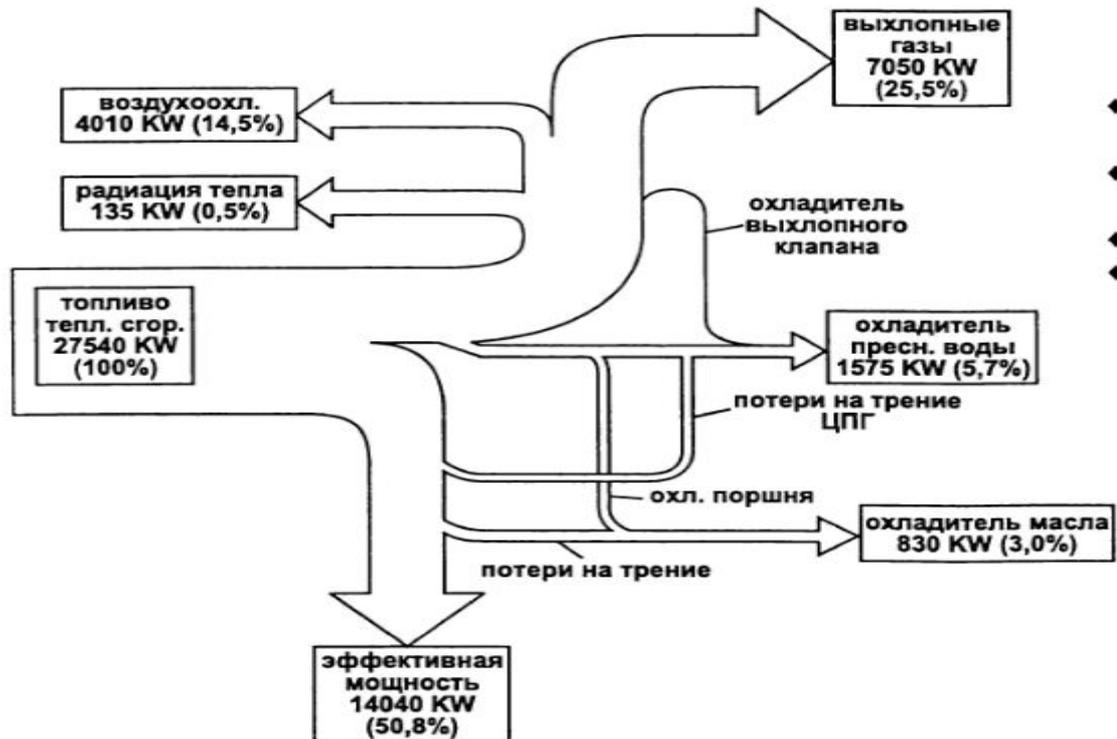


Рис. 1. Розподіл теплових потоків мало обертового суднового дизеля

Таблиця 1. Ексергетичні потоки суднового мало обертового двигуна

	Загальні дані (назва)	Потоки ексергії, кВт	Відсоток, %
1	Камера згорання (вхідна ексергія)	21480	100
2	Ефективна потужність	14040	65,4
3	Охолоджувач прісної води	288	1,35
4	Охолоджувач мастила	187	0,87
5	Повітряний охолоджувач	796	3,7
6	Радіаційний потік	67	0,05
7	Вихідні гази	3154	14,7
8	Рекупераційний потік в турбонагнітачі	2534	11,8
9	Гідравлічні втрати ексергії	414	1,9

Таким чином по ексергетичній цінності найбільшими тепловими потоками є вихідні гази, повітряний охолоджувач та охолоджувач прісної води. За допомогою такого аналізу визначаються найбільш пріоритетні теплові потоки для систем утилізації.

Наряду з традиційними судновими утилізаційними системами такими як котельні установки та тепло використовуючі холодильні машини ,можуть застосовуватись тепло насосні установки. Одним із напрямків утилізації теплоти можуть бути теплові насоси, у яких температурний потенціал теплового

потоків підвищується до рівня генерації водяної пари до тисків характерних для суднових енергетичних систем. Водяна пара з тиском (0,3; 0,5 і 0,9 МПа) використовується для різних цілей (для підігріву палива суднових ДВЗ, перевезеного вантажу, а також для функціонування різних загально суднових систем [1,4]. Утилізаційні теплонасосні установки можуть також ефективно застосовуватись в схемах суднових паротурбінних установок для зниження температури конденсації та підігріву конденсату перед парогенератором.

Вибір схеми та параметрів роботи теплонасосної утилізаційної установки а визначався, з одного боку, необхідністю забезпечення максимального ступеня утилізації теплоти, а з іншого, наявністю на судні специфічних споживачів водяної пари.

При аналізі робочого тіла ТНУ було вибрано холодильний агент, який наряду із загальноприйнятими термодинамічними, теплофізичними та фізико-хімічними вимогами, відповідає екологічним критеріям, які у останні роки часто розглядаються, як пріоритетні. До екологічних вимог відносяться низькі потенціали глобального потепління (парникового ефекту) GWP (Global Warming Potential) і руйнування озону ODP (Ozone Depletion Potential), а також не токсичність. Крім цього, аналізувався параметр сумарного еквівалентного теплового впливу TEWI (Total Equivalent Warming Impact), який враховує прямий внесок від витоків холодоагенту та побічний внесок у глобальне потепління від емісії CO₂ при виробництві енергії[2]. У якості робочого тіла парокомпресійного теплового насоса розглядався R-600(бутан) (C₄H₁₀) так як його основні термодинамічні та екологічні характеристики найбільш доцільно відповідають технологічним умовам.

Результати порівнянь бутану з іншими холодильними агентами, які використовуються у холодильній техніці, свідчать про перспективність його застосування у якості робочого тіла, що дозволяє йому конкурувати при техніко-економічному порівнянні, як з HCFC (гідрохлорфторвуглеводами) холодоагентами, так і з безгалогенними (природними) холодильними агентами. Енергетична ефективність теплового насоса, яка оцінювалась за допомогою коефіцієнта перетворення енергії, складає 2,2-2,4 у той час як коефіцієнти перетворення енергії подібних установок на різних холодильних агентах складають 1,6-2,8 у тому числі і для двохступневих схем [1].

Принципова схема паро генеруючої суднової тепло насосної установки показана на рис. 2. Установка може функціонувати як в автономному режимі так і в комбінації з існуючою схемою охолодження забортною водою. Для порівняльного аналізу був вибраний високотемпературний контур системи охолодження прісною водою сучасного мало обертового дизеля марки 6S70MC MAN B & W, номінальною ефективною потужністю 14040 кВт з тепловим навантаженням на випарник - 1575 кВт

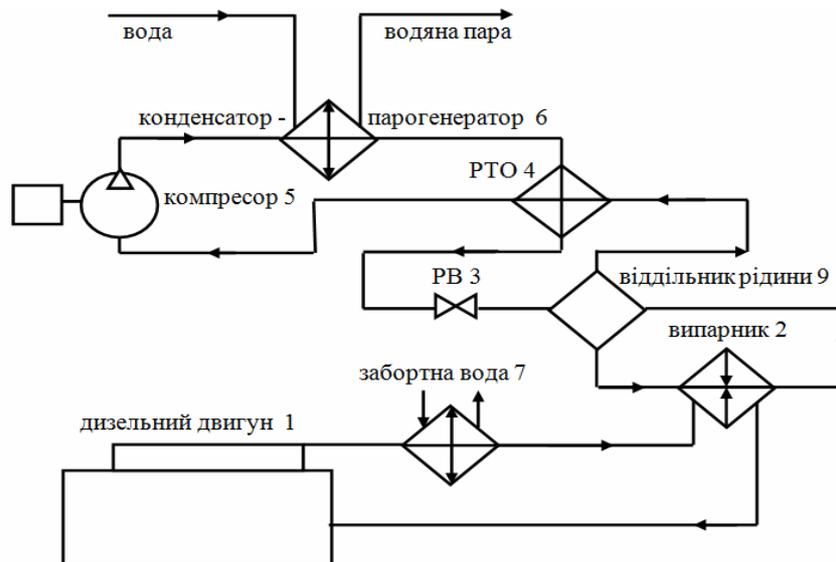


Рис. 2. Принципова схема суднового утилізаційного теплового насосу.

Така схема утилізації дозволяє продукувати тепловий потік 3780 кВт, що дозволяє продукувати приблизно 5 тонн на годину водяної пари з тиском 0,36 МПа, що відповідає температурі насичення 140°C. При цьому для приводу компресорів теплового насосу можуть застосовуватись утилізаційні газові та парові турбіни або електричні двигуни.

Застосування утилізаційних теплових насосів для виробництва водяної пари дозволяє, по-перше, утилізувати теплові потоки, що викидаються, зменшуючи тим самим теплове забруднення навколишнього середовища, по-друге, відмовитися частково або повністю від роботи допоміжного котла на ходовому режимі судна, а отже зменшити забруднення навколишнього середовища токсичними компонентами димових газів і, по-третє, заощадити первинні енергетичні ресурси (котельне паливо). Тобто, впровадження на судах ТНУ підвищує ефективність суднової енергетичної системи і знижує шкідливий вплив суднових енергетичних установок на навколишнє середовище.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА.

1. Андреев А.А., Калиниченко И.В. Тепло насосное направление утилизации вторичных тепловых ресурсов судовых энергетических установок. Научный вестник ХДМГ, 2009, №1(1) -174-183с.
2. Железный В.П., Жидков В.В. Эколого-энергетические аспекты внедрения альтернативных хладагентов в холодильной технике. Д.: «Донбасс», 1996,- с.144
3. Мартыновский В.С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов. - М.: Энергия, 1979, - 288с.
4. Маслов В.В. Утилизация теплоты судовых двигателей, М.: Транспорт, 1990, - 144 с.

Процессы тепло и массообмена в системах кондиционирования воздуха

При проектировании судовых систем кондиционирования воздуха необходимо учитывать динамику изменения температуры и относительной влажности воздуха в процессе его тепло влажностной обработки.

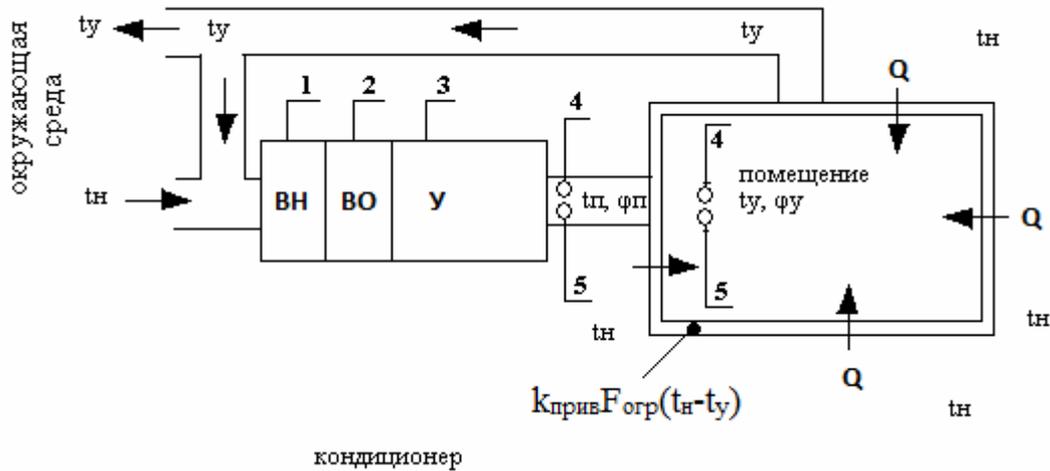


Рис.1. Технологическая схема СКВ:

- 1 – воздухонагреватель (ВН); 2 – воздухоохладитель (ВО); 3 – увлажнитель (У);
- 4 – датчик температуры /управление включением (выключением) ТЭНов и воздухоохладителя/;
- 5 – датчик относительной влажности /управление подачей воды на увлажнительное устройство/

На рис.1 представлена технологическая схема системы кондиционирования воздуха, где представлен центральный кондиционер и помещение с тепловыми и влажностными потоками. При математическом моделировании помещения с нестационарными тепловыми и влажностными нагрузками можно использовать уравнения тепло влажностного баланса. Аналогичную задачу рассматривал Вычужанин В.[1], получив решение уравнений с помощью программы MATLAB, но результат можно получить, используя классические методы решения дифференциальных уравнений.

Математическое моделирование процессов в помещении с нестационарными тепло влажностными нагрузками:

Начальное уравнение влажностного баланса имеет вид:

$$M \left(\frac{\partial d_y}{\partial \tau} \right) = G_n \cdot (d_n - d_y) \pm G_H \cdot (d_y - d_n) \quad (1)$$

M – масса воздуха в помещении, кг,

$\varphi = \frac{d}{d_n}$ - относительная влажность воздуха,

$d_{н}, d_{п}, d_{у}$ – влагосодержание наружного воздуха, приточного и внутри помещения соответственно кг/кг,

$G_{п}$ - расход приточного воздуха в системе, кг/с,

$G_{н}$ - расход наружного воздуха, кг/с.

Уравнение теплового баланса можно представить как:

$$M_{э} \cdot C_{э} \cdot \frac{dt_{у}}{d\tau} = G_{п} \cdot C_{э} \cdot t_{п} - G_{н} \cdot C_{э} \cdot t_{н} \pm k_{прив} \cdot F_{огр} \cdot (t_{н} - t_{у}) \quad (2)$$

$C_{э}$ – теплоемкость воздуха, кДж/кгК

$k_{прив}$ – коэффициент теплопередачи через стенку помещения с учетом солнечной радиации, Вт/м²К

$t_{у}, t_{п}$ и $t_{н}$ – температуры воздуха внутри помещения, приточного и наружного соответственно, °С

$F_{огр}$ – площадь поверхности объема помещения, через которую осуществляется проникновение наружных теплопритоков, м²

Вышеуказанные уравнения (1,2) можно решить классическим способом. Полное решение по относительной влажности воздуха :

$$\varphi(\tau) = \varphi_{пс}(0) \cdot e^{-\frac{G_{п} \pm G_{н} \cdot \tau}{M}} + \frac{G_{п} \cdot d_{п} \mp G_{н} \cdot d_{н}}{d_{н} \cdot (G_{п} \mp G_{н})} \cdot (1 - e^{-\frac{G_{п} \pm G_{н} \cdot \tau}{M}}) \quad (3)$$

Полное решение по температуре воздуха:

$$t(\tau) = t_{пс}(0) \cdot e^{-\frac{(G_{п} \cdot C_{э} \pm k_{прив} \cdot F_{огр}) \cdot \tau}{M_{э} \cdot C_{э}}} + \frac{G_{п} \cdot C_{э} \cdot t_{п} \pm k_{прив} \cdot F_{огр} \cdot t_{н}}{G_{п} \cdot C_{э} \pm k_{прив} \cdot F_{огр}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{(G_{п} \cdot C_{э} \pm k_{прив} \cdot F_{огр}) \cdot \tau}{M_{э} \cdot C_{э}}}\right) \quad (4)$$

В качестве примера использования полученных уравнений (3,4) рассмотрено помещение кают-компании со следующие исходными данными:

$F = 50\text{ м}^2$ – общая площадь;

$h = 2,5$ м – высота стен в помещении;

$n_{п} = 10$ – число членов экипажа в помещении.

Температура и относительная влажность наружного воздуха –

$t_{н} = 28,6^{\circ}\text{С}$ и $\varphi = 0,5$ (теплый период) и $t_{н} = -18^{\circ}\text{С}$ и $\varphi = 0,8$ (холодный период). Требуемые параметры воздуха в помещении должны составлять $t_{у} = 22^{\circ}\text{С}$ и $\varphi = 0,45$.

В результате расчетов СКВ по стандартному методу [2], для обеспечения требуемых режимных параметров в помещении необходимо следующее оборудование, которое входит в состав кондиционера: воздухоохладитель (площадь поверхности $F_{в/о} = 20 \text{ м}^2$); калорифер (мощность ТЭНов 12 кВт); увлажнительное устройство РН (удельная площадь поверхности насадки $F_{н} = 43 \text{ м}^2$).

Используя решения предложенной математической модели (уравнения 3 и 4), можно прогнозировать выход СКВ на требуемый рабочий режим при раз-

личных начальных тепло влажностных условиях в помещении. Рассмотрим два варианта:

Вариант №1: $t_y = 28,6^\circ\text{C}$ и $\phi_y = 0,5$

Вариант №2: $t_y = -18^\circ\text{C}$ и $\phi_y = 0,8$

Данные расчетов представлены на рисунках 2 и 3.

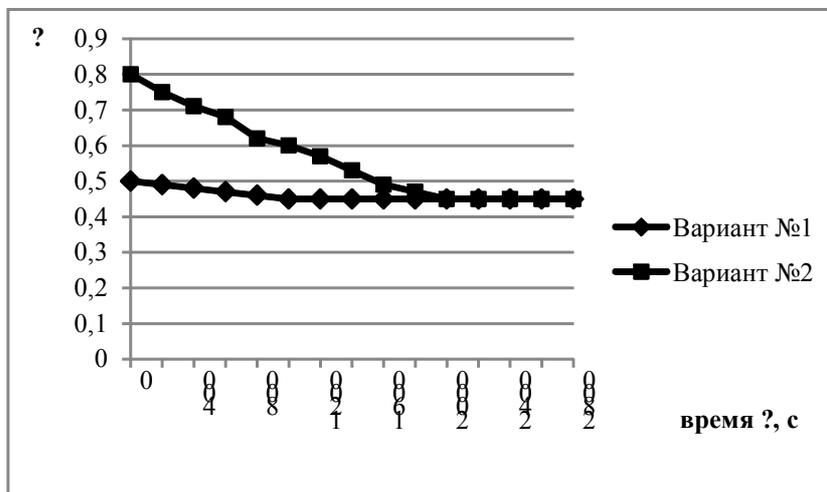


Рис.2. Интенсивность изменения относительной влажности воздуха в помещении при включении СКВ

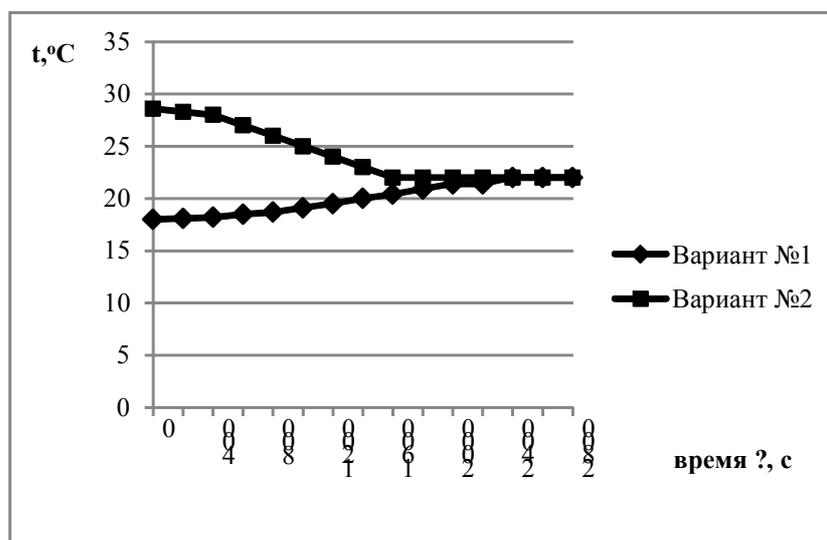


Рис.3. Интенсивность изменения температуры воздуха в помещении при включении СКВ

Предложена математическая модель, позволяет описывать характер изменения параметров воздуха в помещении при работе СКВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вычужанин В. Модель кондиционируемого помещения при нестационарных тепловлажностных нагрузках. Специализированный журнал СОК, Киев, 2006, с. 62 – 64.

2. Пищанская Н. А. Математическая модель кондиционируемого помещения с учетом нестационарных внешних и внутренних тепловлажностных нагрузок. Холодильна техніка і технологія. – Одеса. – 2014. - № 1 – с. 33 – 37.

УДК 532.133

Гарагуля Б.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Физический смысл коэффициентов вязкости

Вязкость является одним из важнейших физических свойств жидкости, проявляющаяся при движении реальных жидкостей. Общеизвестно, что в гидромеханике и технических расчетах используют два типа вязкости: динамическая и кинематическая. В большинстве учебников [1–3], рекомендованных для изучения прикладного курса гидромеханики не совсем понятно различие между этими двумя вязкостями, хотя определяющий термин «вязкость» присутствует в обоих названиях. Поэтому представляется полезным проанализировать основные фундаментальные труды по механике жидкости и газа [4–8] и на основании такого анализа дать краткое и понятное определение именно физического различия между динамической и кинематической вязкостями жидкости.

Впервые наличие внутреннего трения между слоями частиц жидкости было отмечено И. Ньютоном, высказавшим в 1687 г. гипотезу о том, что величина сил внутреннего трения между слоями частиц жидкости зависит от свойств жидкости и пропорциональна площади поверхности соприкосновения слоев частиц (площади трения) и их относительной скорости перемещения. Позднее эта гипотеза была подтверждена целым рядом экспериментов.

В результате исследования движения жидкости при небольших скоростях в прямолинейной трубе круглого сечения (рис. 1) была предложена следующая зависимость:

$$T = \pm \mu S \frac{du}{dn}, \quad (1)$$

или

$$\frac{T}{S} = \tau = \pm \mu \frac{du}{dn}, \quad (2)$$

где T – сила трения;

μ – коэффициент динамической вязкости, т. е. коэффициент, характеризующий свойства данной жидкости;

S – площадь поверхности соприкосновения слоев;

$\frac{du}{dn}$ – градиент скорости по нормали (здесь du – скорость смещения

одного слоя относительно другого, а dn – расстояние между осями двух смежных слоев);

τ – напряжение сил трения, возникающих на поверхности соприкосновения слоев.

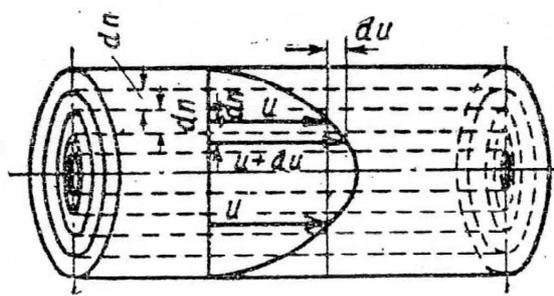


Рис. 1

Знак плюс или минус в уравнениях (1) и (2) принимают в зависимости от знака градиента скорости $\frac{du}{dn}$ с учетом требования, чтобы напряжение сил трения τ было положительным.

Коэффициент динамической вязкости μ определяется из выражения (1):

$$\mu = \frac{T}{S} \cdot \frac{dn}{du} = \tau \frac{dn}{du}.$$

Единицей динамической вязкости является в системе СИ [Па·с] (или $\left[\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2} \right] = \left[\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right]$).

Для выявления физической сущности μ представим размерность μ в следующем виде:

$$\mu = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^3/\text{с}} = \frac{\text{дж}}{\text{м}^3/\text{с}} = \frac{\text{работа}}{\text{объемный расход}}.$$

Таким образом, динамическая вязкость показывает работу объемного расхода жидкости для преодоления сил внутреннего трения.

В технических расчетах обычно используют коэффициент кинематической вязкости, представляющей собой отношение коэффициента динамической вязкости к плотности жидкости

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (3)$$

По нашему мнению эта величина не характеризует вязкости жидкости, так как вязкость, как было показано выше, проявляется в касательных напряжениях и, следовательно, характеризуется коэффициентом μ .

Кинематический коэффициент вязкости – величина размерная; его размерность $\left[\text{м}^3/\text{с} \right]$. Как видим в выражение для размерности ν не входит масса, и именно поэтому μ называют *динамическим*, а ν – *кинематическим* коэффициентом вязкости, так как по определению кинематикой жидкости называют раздел гидромеханики, в котором изучаются геометрические свойства механического движения жидкости без учета ее массы и действующих на нее сил.

Известно, что правила поведения жидкостей и газов в отношении трения не различаются. Поэтому все сказанное выше (и как будет сказано ниже) относится в равной степени и к жидкостям, и к газам.

При малых скоростях движения сила сопротивления прямо пропорциональна скорости движения и характерному размеру тела (закон Стокса):

$$F = \nu L.$$

При малых скоростях сопротивление зависит от вязкости жидкости, скорости движения и линейных размеров тела. Рассмотрим теперь законы трения при больших скоростях. Но прежде надо сказать, какие скорости считать малыми, а какие большими. Нас интересует не абсолютная величина скорости, а то, является ли скорость достаточно малой, чтобы выполнялся рассмотренный выше закон вязкого трения.

Оказывается, нельзя назвать такое число метров в секунду, чтобы во всех случаях при меньших скоростях были применимы законы вязкого трения. Граница применения представленного закона зависит от размеров тела и от степени вязкости и плотности жидкости.

Для воздуха «малыми» являются, скорости меньше 1 м/с, для воды – меньше в 10–15 раз.

Причиной изменения закона сопротивления среды при изменении скорости является характер обтекания жидкостью движущегося в ней тела. На рис. 2 изображены два круговых цилиндра, движущихся в жидкости (ось цилиндра перпендикулярна к чертежу). При медленном движении жидкость плавно обтекает движущийся предмет (ламинарный режим) и сила сопротивления, которую ему приходится преодолевать, есть сила вязкого трения (рис. 2, а). При большой скорости позади движущегося тела возникает турбулентное движение жидкости (рис. 2, б). В жидкости то появляются, то пропадают различные струйки, они образуют причудливы фигуры, кольца, вихри. Картина струек все время меняется. Появление турбулентного движения в корне меняет закон сопротивления.

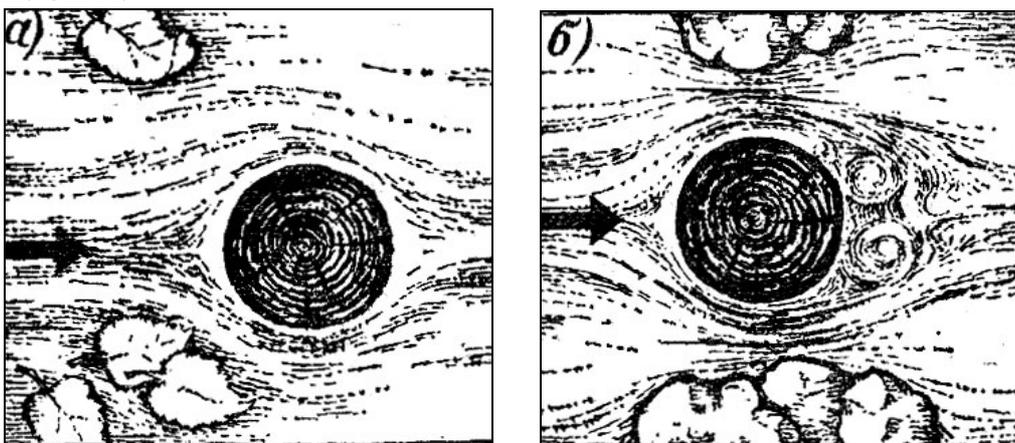


Рис. 2

Турбулентное сопротивление зависит от скорости и размеров предмета совсем иначе, чем вязкое: оно пропорционально квадрату скорости и квадрату линейных размеров. Вязкость жидкости при этом движении перестает играть существенную роль; определяющим свойством становится ее плотность, причем сила сопротивления пропорциональна первой степени плотности жидко-

сти (газа). Таким образом, для силы F турбулентного сопротивления справедлива формула:

$$F = \rho v^2 L^2.$$

При больших скоростях движения сопротивление жидкости и газа обусловлено в основном затратой работы на образование вихрей, В этих случаях сопротивление (его часто называют лобовым сопротивлением) по закону, открытому Ньютоном, пропорционально квадрату скорости движения и площади проекции тела на плоскость, перпендикулярную к направлению движения («миделево сечение» S):

$$F = c_x \frac{\rho v^2}{2} S. \quad (4)$$

Здесь ρ – плотность среды и c_x – числовой коэффициент, различный для тел разных форм, называемый коэффициентом лобового сопротивления.

Опыт показывает, что ньютонова формула лобового сопротивления применима только в некоторых пределах значений скорости.

При малых скоростях (в воздухе до 1 м/сек), когда силы инерциального происхождения малы в сравнении с силами внутреннего трения, сопротивление, в соответствии с законом Стокса, пропорционально не квадрату, а первой степени скорости. При больших скоростях сопротивление возрастает пропорционально квадрату скорости.

Таким образом, применяя формулу (4) к любым скоростям движения, необходимо рассматривать коэффициент сопротивления c_x как некоторую функцию коэффициента вязкости среды μ , плотности среды ρ , скорости движения v и линейных размеров тела L . Легко доказать, что коэффициент сопротивления c_x зависит только от численной величины отношения $\frac{\rho L v}{\mu}$. В

данном случае коэффициент сопротивления c_x является отвлеченным числом и поэтому функциональная зависимость c_x от величин μ , ρ , L , v должна сводиться к зависимости от такой комбинации этих величин, которая сама представляет собой безразмерное число $\frac{\rho L v}{\mu}$. Указанное отношение называют числом Рейнольдса.

Коэффициент лобового сопротивления представляет собой некоторую функцию чисел Рейнольдса:

$$c_x = f(\text{Re}), \text{ где } \text{Re} = \frac{\rho L v}{\mu}. \quad (5)$$

Из формулы (5) видно, что движение какого-либо определенного тела с определенной скоростью в различных средах сопровождается одинаковым лобовым сопротивлением, если равны кинематические вязкости ν этих сред. Иными словами, уменьшение коэффициента вязкости среды μ в n раз при одновременном уменьшении плотности среды в n раз не изменяет величины ло-

бового сопротивления. Поэтому числа Рейнольдса обычно выражают не через коэффициент вязкости μ , а через кинематическую вязкость ν :

$$Re = \frac{Lv}{\nu}. \quad (6)$$

Нетрудно убедиться в том, что число Рейнольдса пропорционально отношению сил инерции $S\rho v^2$ к силам вязкости, действующим на поверхность тела, $\mu S \frac{v}{L}$; $Re \approx \frac{S\rho v^2}{\mu S \frac{v}{L}} = \frac{\rho Lv}{\mu}$

Вследствие того, что в выражении кинематической вязкости плотность среды стоит в знаменателе, получается, что воздух имеет кинематическую вязкость большую, чем вода. Разреженный воздух при давлении 7,6 мм рт. ст. (и при 0°) имеет кинематическую вязкость в два раза бóльшую, чем глицерин.

По формуле (6) для какого-либо тела, движущегося со скоростью v , число Рейнольдса убывает, когда кинематическая вязкость возрастает; когда число Рейнольдса невелико, то, как указывает теория, в лобовом сопротивлении силы, обусловленные трением, преобладают над силами, вызываемыми инерцией среды. Наоборот, большие числа Рейнольдса (которые при прочих равных условиях наблюдаются при малой кинематической вязкости) указывают на преобладание сил инерции среды в сравнении с трением.

Таблица 1 дает представление о численной величине коэффициентов μ и ν для важнейших жидкостей и газов, с которыми приходится иметь дело в гидродинамике.

Таблица 1. Значения коэффициентов вязкости μ и ν

Несжимаемые жидкости при температуре $t = 15^\circ \text{C}$	μ в $\frac{\text{кг} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$	ν в $\text{м}^2/\text{с}$	Сжимаемые жидкости (газы) при температуре $t = 15^\circ \text{C}$ и барометрическом давлении $p = 760 \text{ мм рт. ст.}$	μ в $\frac{\text{кг} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$	ν в $\text{м}^2/\text{с}$
Вода	$10,05 \cdot 10^{-5}$	$11,45 \cdot 10^{-7}$	Воздух	$1,85 \cdot 10^{-6}$	$1,45 \cdot 10^{-5}$
Спирт	$12 \cdot 10^{-5}$	$15,1 \cdot 10^{-7}$	Водород	$0,907 \cdot 10^{-6}$	$9,45 \cdot 10^{-5}$
Бензин	от $4 \cdot 10^{-5}$ до $6,5 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-7}$	Гелий	$9,01 \cdot 10^{-6}$	$10,6 \cdot 10^{-5}$
Масло (минеральное)	$9800 \cdot 10^{-5}$	$2300 \cdot 10^{-7}$	Кислород	$1,99 \cdot 10^{-6}$	$0,14 \cdot 10^{-5}$
Ртуть	$16,3 \cdot 10^{-5}$	$1,14 \cdot 10^{-7}$	Углекислый газ	$1,48 \cdot 10^{-6}$	$0,72 \cdot 10^{-5}$
Глицерин	$11600 \cdot 10^{-5}$	$8480 \cdot 10^{-7}$			

Бóльшая кинематическая вязкость воздуха сравнительно с водой и соответственно малые числа Рейнольдса указывают на то, что по причине малой плотности воздуха инерция воздуха начинает преобладать в лобовом сопротивлении над трением при скоростях значительно больших, чем в случае движения в воде. И действительно, например, при движении какого-либо тела в воздухе лобовое сопротивление обусловлено в значительной мере трением; будь вместо воздуха вода, роль сил инерции в лобовом сопротивлении сильно

возросла бы в сравнении с трением (силы инерции возросли бы пропорционально плотности, т. е. по порядку величины почти в 1000 раз, вязкость же воды (динамическая) только примерно в 100 раз превышает вязкость воздуха).

Таким образом представляется понятным физический смысл ν . Кинематическая вязкость показывает какие силы (инерции или трения) преобладают при движении (обтекании) жидкостью какого-либо геометрического тела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатов Ю.Л. и др. Гідрогазодинаміка у теплотехніці, – Норд-Прес, Донецьк, 2009.
2. Кострюков В.А. Основы гидравлики и аэродинамики, – М.: Металлургия, 1987.
3. Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика, – М.: Стройиздат, 1972.
4. Лойцинский Л.Г. Механика жидкостей и газа, – М.: Недра, 1987.
5. Повх И.Л. Техническая гидроаэродинамика, – Л.: Машиностроение, 1976.
6. Путинов К.А. Курс физики, т. 2, – М.: Гос. изд. физ.-мат. литературы, 1963.
7. Фабрикант Н.Я. Аэродинамика, – М.: Наука, 1964.
8. Кочин Н.Е. и др. Теоретическая гидромеханика, ч. 1, –Л.-М.: Гостехиздат, 1948.

УДК 681.518.52:658

Тымкив А.В., Денисов В.Г.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Использование ИК-спектрального анализа для оценки состояния моторного масла в судовых условиях

Метод инфракрасной спектроскопии позволяет получить обширную информацию о состоянии эксплуатационного масла: как о его органической части, так и различных присадок. В данной работе исследована динамика изменения инфракрасных спектров различных циркуляционных масел в процессе эксплуатации судовых двигателей. На основе этого исследования предлагается методика определения содержания антиокислительных присадок алкилди-тиофосфатного типа и моющее-диспергирующих присадок сульфатного типа и продуктов их срабатывания, поскольку в маслах, используемых в двигателях эти присадки являются наиболее распространенными.

Образец использованного смазочного масла представляет собой сложную смесь большого количества различных химических соединений, полученных из исходного масла, присадок, продуктов разложения и загрязнения. Инфракрасный спектр образца использованного масла является по существу суммой спектров всех компонентов и состоит из большого числа перекрывающихся полос, которые трудно или невозможно разрешить. Первым шагом анализа является получение из спектра образца использованного масла спектра срав-

нения (дифференциального спектра). Он показывает изменения, которые произошли в масле по сравнению с исходным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берестова Г.И., Коновалова И.Н., Малышев В.С., Петров С.Н. Анализ частиц износа в системах смазки дизельных двигателей методом феррографии. «Двигателестроение», С-Пб, 2002, №1, С.42-43
2. Малышев В.С., Коновалова И.Н., Берестова Г.И. Использование методов феррографии и инфракрасной спектроскопии для исследования влияния доливок свежего масла на эксплуатационные характеристики судовых масел. // «Двигателестроение», 2000, №4, С.13-16.

УДК 621.89:621.436

Тымкив А.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Принципы построения систем диагностирования

Опыт создания систем диагностирования (СД) позволяет наметить ряд основных принципов. Необходимо отметить, что формулирование и систематизация основных положений, а особенно следствия, которые вытекают из них, позволяют определить круг задач, возникающих при создании СД.

Можно рассматривать СД как специфическую систему управления, специфика которой заключается в цели, а именно: в управлении техническим состоянием объекта диагностирования (ОД) и поэтому при создании СД используются некоторые принципы теории систем управления и контроля. СД есть совокупность объекта диагностирования, аппаратно-программных средств и оперативного персонала [1].

Включение в систему каждого из названных элементов предполагает их взаимосвязь, взаимовлияние и необходимость согласования характеристик, что определяет системный подход к созданию средств диагностирования. Это обуславливает необходимость: встраивания первичных преобразователей в конструкцию ОД; разработки методов диагностирования, а также средств, способных надежно функционировать в условиях эксплуатации и своевременно выдавать информацию в удобной форме, а также требует согласования энергетических и временных характеристик элементов СД.

Конструкция и технологическое назначение объекта определяют структуру СД: виды главных и вспомогательных диагностических параметров; их предельные уровни изменения и частотные свойства; необходимую точность измерения и расчета диагностических критериев; протяженность линий связи и топологию системы; алгоритмы диагностирования объекта и его структурных единиц; возможную глубину и точность диагностирования; место нахождения и условия работы оператора.

Целью диагностирования является получение информации о техническом состоянии ОД, на основе которой производится локализация отказов и прогнозирование остаточного ресурса, а в ряде случаев осуществляется воздействие на объект, предупреждающее возникновение аварийных ситуаций.

На начальном этапе создания СД на качественном уровне формируется исходная цель, которая при практической реализации формирует набор целей для блоков и устройств, входящих в систему. Формирование дерева целей представляет сложную задачу, так как необходимо понять, что надо сделать и составить точную формулировку в терминах, характерных для данной системы [2].

Для встроенных информационно-диагностических систем исходная цель сформулирована следующим образом: получать информацию о состоянии технологической среды и техническом состоянии объекта, а также обеспечивать безопасность объекта при недопустимых изменениях параметров в процессе эксплуатации. На основе этой исходной цели были сформулированы технические требования для системы в целом и для каждого блока в отдельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технические средства диагностирования: Справочник / В.В. Клюев, П.П. Пархоменко, Е.Г. Нахапетян и др.; Под общ. ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение. 1989. 672с.
2. Вальков В.М. Микроэлектронные управляющие вычислительные комплексы: Системные проектирование и конструирование. Л.: Машиностроение. 1988. 287с.

УДК 621.431.74

Лалетин Е. Л.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Оценка качества судовых главных дизелей в условиях эксплуатации

Опыт эксплуатации показывает, что повышение качества дизелей есть одним из наиболее перспективных и экономичных направлений обеспечения эффективного их использования.

Оценка качества судовых дизелей позволяет выполнять сравнительную оценку дизелей как одной модификации так и разных марок между собой. В результате появляется возможность разрабатывать рекомендации по усовершенствованию их технической эксплуатации, повышать эффективность их работы.

Качеством называют совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Количественная характеристика свойств продукции, входящих в состав ее качества, рассматриваемая применительно к определенным

условиям ее создания, эксплуатации или потребления, называется показателем качества.

По своей структуре показатели качества могут быть:

- единичными, относящимися к одному из свойств дизеля;
- комплексными, определяющими несколько свойств;
- интегральными, то есть, комплексными, но отражающими соотношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации дизелей и суммарных затрат на их создание и эксплуатацию.

Показатель качества продукции, принятый за исходный при сравнительной оценке качества называют базовым или эталонным.

Относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении совокупности показателей ее качества с соответствующей совокупностью базовых показателей, называют уровнем качества.

Способы (методы) оценки качества дизелей разделяются на дифференциальный, комплексный и смешанный.

Первый из них состоит в сопоставлении относительных единичных показателей качества рассматриваемых дизелей с аналогичными базовыми показателями. Относительный единичный показатель качества выражается отношениями:

$$K_{ei} = \frac{P_{ei}}{P_{eiб}} \text{ или } K_{ei} = \frac{P_{eiб}}{P_{ei}}, \quad (1)$$

где P_{ei} и $P_{eiб}$ - единичные показатели качества, соответственно, относящийся к i -тому свойству, и базовый, относящийся к этому же свойству дизеля.

Первое отношение (1) применяют для показателей, увеличение которых свидетельствует об улучшении качества, второе - если этому соответствует уменьшение показателя. Дифференциальный способ не дает однозначного численного значения уровня качества, которое можно получить при комплексных способах

.Методы получения комплексного показателя качества основаны на применении средних величин, среди которых чаще применяют средневзвешенные геометрическую и арифметическую комплексные оценки.

Средневзвешенная геометрическая комплексная оценка:

$$K = \prod_{i=1}^{z_p} (K_{ei})^{m_i} \quad (2)$$

где: K_{ei} - относительный показатель качества;
 m_i - коэффициент весомости i -го показателя качества;
 Z_p - количество относительных показателей, которыми комплексно оценивается качество дизелей.

Должно быть: $\sum_{i=1}^{l_p} m_i = 1,0$

Если хотя бы один показатель $K_{ei} = 0$, комплексная геометрическая оценка тоже равна нулю.

Средневзвешенная арифметическая оценка:

$$K = \sum_{i=1}^{Z_p} K_{ei} m_i \quad (3)$$

Недостаток последней в том, что даже при наличии некоторых низких отдельных оценок, общая оценка качества может оказаться высокой, если другие оценки, входящие в комплекс, довольно высокие. Однако, среднее арифметическое все же применяют, если значения относительных показателей незначительно отличаются друг от друга, или для них установлены поля допусков. Учитывая, что для всех показателей можно установить границы регулирования поля допусков, расчеты комплексных показателей уровня качества главных малооборотных дизелей рационально выполнить по формуле (3) на основе средневзвешенных арифметических величин. Применение этой формулы делает необходимым определение базовых показателей и коэффициентов весомости относительных показателей, которые учитывают различное влияние последних на комплексный результат.

При выборе базовых (эталонных) значений показателей необходимо правильно выбрать изделие-аналог, которым должны быть однотипное изделие обладающее сходством принципа действия, общим функциональным назначением и одинаковыми условиями эксплуатации. При этом его уровень качества может быть и планируемым, то-есть гипотетическим. В соответствии с этим базовые образцы могут отражать уровни качества продукции: уже достигнутые средний или высший; перспективный высший; экономически оптимальный.

Базовые значения, выражающие средний или высший достигнутый уровень качества, предназначаются для оценки уровня качества продукции при присвоении ей категории качества.

Так как здесь рассматривается оценка эксплуатационного качества дизелей, учитывая вышесказанное за базу принимаются вероятностные значения показателей.

Для определения коэффициентов весомости рекомендуются следующие способы:

- стоимостных регрессионных зависимостей, основанных на построении приближенных зависимостей между затратами на создание и эксплуатацию дизелей и показателями качества;

- предельных и номинальных значений, применяемый, если известны предельно допустимые значения показателей качества;

- эквивалентных соотношений, применяемый, когда известно, какому относительному изменению количества продукции эквивалентно рассматривае-

мое относительное изменение данного показателя качества с точки зрения общего эффекта от использования продукции по назначению.

-экспертный метод, который состоит в математической обработке мыслей группы экспертов.

Смешанный метод оценки уровня качества полезен в тех случаях, когда комплексный показатель недостаточно полно учитывает все существенные свойства продукции, например, эргономические.

При оценке уровня качества дизелей может быть существенным, за счет каких затрат он достигается. Это, в частности, может быть учтено в интегральном показателе качества:

$$K_{и} = \frac{E}{\sum C_{з}}(4)$$

где E, C_з - соответственно полезный эффект от использования двигателя и эксплуатационные затраты.

На морском транспорте в рамках комплексной системы управления качеством главных дизелей в разных аспектах должны решаться две комплексных задачи:

- разработка системы показателей, которые позволяют оценить качество дизелей и предъявить обоснованные требования к фирмам-изготовителям;
- выполнение мероприятий по поддержанию высокого качества дизелей в эксплуатации.

Использование приведенных выше методов позволяет давать количественную и сравнительную оценку качества исследуемых дизелей, рекомендовать мероприятия по повышению их качества в эксплуатации, корректировать периодичность технического обслуживания и ремонта, находить наиболее лимитирующие надежность элементы, устанавливать преимущественно возникающие разновидности дефектов.

УДК 629.5.045.23 +621.561.59

Ольшамовский В.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Рекомендации по переводу судовых холодильных систем на альтернативные холодильные агенты

До начала 1930-х годов основными хладагентами, применявшимися в холодильных системах, являлись аммиак, диоксид серы, метилхлорид и диоксид углерода. Каждое из указанных рабочих тел обладало весьма существенными технологическими и экологическими недостатками,

Однако в конце 1920-х годов Томас Мидгрей открыл новое фторуглеродное семейство веществ, которое обладало практически оптимальными для хладагентов свойствами. С этим открытием холодильная промышленность получила возможность приступить к массовому выпуску разнообразной холодильной техники. Кроме того, галоидопроизводные углеводороды стали при-

меняться для производства аэрозолей, пенополиуретанов, растворителей и средств пожаротушения.

К началу 1970-х годов мировой рынок хлорфторуглеродов (ХФУ) принял огромные размеры. Поэтому, естественно, возник вопрос о конечной судьбе этих соединений, попадающих в большом количестве в атмосферу. Проводимые в это время исследования показали, что некоторые ХФУ необычайно долговечны в силу своей химической стабильности. Они могут существовать в атмосфере не разрушаясь в течение длительного времени. Однако под действием излучения происходит их постепенное разложение с выделением атомов хлора, которые вступают во взаимодействие с озоном, уменьшая тем самым его количество в стратосфере.

Как известно, стратосферный озон поглощает большую часть ультрафиолетовой радиации Солнца. Поэтому разрушение озонового слоя увеличивает уровень ультрафиолетовой радиации, попадающей на Землю, что приводит к возрастанию количества раковых заболеваний у людей и животных, гибели растений, сокращению биологических ресурсов океана. Т.е. уменьшение концентрации озона в стратосфере является глобальной экологической опасностью для существования биологической формы жизни на Земле.

Впервые в международном масштабе проблема регулирования производства и потребления озоноразрушающих ХФУ была поднята Венской Конвенцией по защите озонового слоя в 1985 г.

Дальнейшим важным шагом в решении этой проблемы явилось подписание всеми индустриальными странами Монреальского Протокола в 1987 г., согласно которому по уровню влияния на озоновый слой Земли галоидопроизводные углеводороды были разделены на три группы:

1. ХФУ (CFC) - хлорфторуглероды, которые обладают высоким потенциалом разрушения озонового слоя (OzonDepletingPotention - ODP).

Иногда используется термин - потенциал истощения озона. Хладагенты этой группы R11, R12, R13, R500, R502, R503 имеют $ODP > 0,05$. Озоноразрушающая способность R11 была принята за единицу - $ODP = 1$.

2. ГХФУ (HCFC) - гидрохлорфторуглероды, в молекулах которых содержится водород. Для этих веществ характерно меньшее время существования

в атмосфере по сравнению с ХФУ и, как следствие, они оказывают меньшее влияние на разрушение озонового слоя ($ODP < 0,05$). Некоторые многокомпонентные рабочие тела, предлагаемые в качестве альтернативы ХФУ, содержат в своем составе ГХФУ, например, R22.

3. ГФУ (HFC)-гидрофторуглероды. Эти вещества не содержат хлора, а состоят из атомов углерода, водорода и фтора. Они не разрушают озоновый слой ($ODP = 0$) и имеют короткий период жизни в атмосфере. ГФУ считаются долгосрочными альтернативными заменителями ХФУ и ГХФУ в холодильных системах. Примерами таких хладагентов являются R 134a, R 125, R 152a и др.

В ноябре 1992 г. в Копенгагене на очередной встрече стран-участниц Монреальского Протокола была принята более жесткая редакция этого документа.

Более того, на совещании подчеркивалось, что альтернативные (с точки зрения влияния на озоновый слой Земли) Солодильные агенты должны обладать незначительным влиянием и на парниковый эффект, а само холодильное оборудование должно быть более энергетически эффективным, чем существующее. Тем самым проблема перевода холодильного оборудования на альтернативные хладагенты приобрела принципиально новые оттенки.

В настоящий момент установлены следующие сроки запрета производства и применения озоноразрушающих хладагентов: -RП,R12, R502 - полное прекращение производства 1 января 1996 г. - R22 - отнесен к группе соединений, имеющих меньшую экологическую опасность. Он должен быть практически полностью исключен из рынка хладагентов в 2020 г.

Монреальский Протокол установил жесткие экономические ограничения не только на производство и применение ХФУ, но и на торговлю, экспорт и импорт любой холодильной техники, содержащей ХФУ, а также использование ХФУ в новых установках.

Мощным движущим фактором отказа от озоноразрушающих хладагентов является также внутреннее государственное регулирование. В странах Европейского Содружества прекращено производство ХФУ с 1 января 1995 г., а на судах торгового флота запрещено использование хлорфторуглеродов (ХФУ) в холодильных установках для термической обработки и хранения пищевых продуктов и в системах кондиционирования воздуха.

Чтобы продлить эксплуатацию существующих судовых холодильных установок, работающих на CFC холодильных агентах, с минимальными издержками необходимо переаппартировать их альтернативными хладагентами, что позволит переоборудовать эти установки с минимальными доработками и продлить эксплуатацию существующих судовых холодильных установок с минимальными издержками.

В отличие от CFC (R12,R22,R502...), новые хладагенты HFC не содержат хлора. Они имеют нулевой потенциал разрушения озона. Они рассматриваются как окончательные и должны будут использоваться как во вновь разрабатываемых установках, так и в действующих. На сегодня речь идет, главным образом, о следующих областях использования:

R134a должен окончательно заменить R12 в области высоких и средних температур .

R404A, R507А должен окончательно заменить R22, R502 в области средних и низких температур. (Заметим, что R404А называют также FX70 (производитель Atofina) или HP62 (производитель Du Pont de Nemours)).

R407C и R410A становятся лидерами в области систем кондиционирования воздуха.

Использование хладагентов HFC порождает отдельные проблемы при сборке установок и их обслуживании. Большинство этих проблем существует с хладагентами, но самой природой HFC они усилились. Прежде всего эти проблемы связаны с использованием масел для холодильных систем.

Проблема масел является основной, поскольку при малейшей ошибке компрессор может разрушиться. Используемые до настоящего времени масла

с холодильными агентами CFC (R12, R502...) и HCFC (R22...), совершенно несовместимы альтернативными HFC хладагентами. Поэтому, компрессоры, предназначенные для работы с новыми хладагентами HFC, заправляются специальным маслом, называемым «эфирное масло», в отношении которого необходимо знать следующее.

Эфирные масла чрезвычайно гигроскопичны. Например, они очень быстро насыщаются влагой. Для увлажнения масла достаточно подержать открытой канистру в течение 15 ÷ 20 минут. Поэтому, количество воды, которое попадает в контур одновременно с маслом, может оказаться очень большим. Поскольку смесь эфир + HFC + вода может образовывать крайне агрессивную и опасную фторводородную кислоту, что в свою очередь предъявляет особые требования к герметичности холодильных систем и соблюдению максимальной предосторожности по части обезвоживания при всех работах, связанных с вскрытием холодильного контура. Предосторожности по обезвоживанию при разборке и сборке установки должны отвечать всем правилам и соблюдаться с величайшей строгостью. Для качественного выполнения операций по вакуумированию холодильного контура необходимо иметь один штуцер отбора давления расположенный на линии высокого давления, например, на выходе жидкости из ресивера или конденсатора, а другой на линии низкого давления – на всасывающем вентиле компрессора или трубопроводе. Вакуумирование необходимо производить через оба штуцера одновременно.

Лучшим методом удаления влаги из холодильных систем, в случае попадания её в холодильный контур, является вакуумирование всей системы. Вакуумирование проводить в течение суток до остаточного давления 5 – 15 мм. рт. ст. с периодическим наполнением холодильного контура газообразным азотом (не менее 3 раз) и подогревом всей холодильной системы до 30 ÷ 40 °C.

Операции по вакуумированию должны производиться особенно тщательно, а используемые фильтры-осушители должны иметь максимально возможную производительность (предпочтительно, с антикислотной функцией), чтобы снизить до минимума опасность выхода из строя компрессора.

Операцию замены фильтра – осушителя необходимо выполнять в следующей последовательности:

1. перекрыть подачу жидкого холодильного агента на работающей холодильной установке через фильтр – осушитель при помощи запорного клапана после линейного ресивера или конденсатора, или отключив питание соленоидному вентилю;
2. понизить давление во всасывающем контуре до атмосферного (показания мановакуумметра должны быть равны 0), закрыть клапан после фильтра – осушителя;
3. в случае понижения температуры фильтра – осушителя ниже температуры точки росы (наблюдается выпадение инея или влаги из воздуха на поверхности фильтра – осушителя) необходимо прогреть фильтр – осушитель до температуры 30 – 40 °C.

4. перекрыть запорный клапан после фильтра – осушителя, а при его отсутствии закрыть всасывающий клапан на компрессоре;

5. вскрыть фильтр – осушитель для замены осушающего патрона. Перед вскрытием фильтра – осушителя избыточное давление в нём должно быть равно 0,1 – 0,2 кгс/см²;

6. заменить осушающий патрон, надеть крышку фильтра – осушителя, отвакуумировать фильтр – осушитель.

Эфирные масла не допускают смешивания. Некоторые эфирные масла содержат антиокислительные и (или) противоизносные добавки, которые улучшают характеристики масел. Однако природа этих добавок у различных производителей неодинакова, что может привести к несовместимости масел между собой. Кроме того, при смешивании масел результирующая вязкость смеси становится непрогнозируемой, что может нанести ущерб процессу смазки компрессора. Таким образом, следует избегать смешивания двух различных эфирных масел, опасность чего появляется, главным образом, при доливке масла, даже если эта опасность незначительна.

Однако главная проблема заключается в том, что эфирные масла очень быстро перестают смешиваться с HFC в присутствии масел другого семейства. Потеря смешиваемости происходит особенно быстро и, следовательно, опасно, если эфирное масло загрязнено минеральным маслом (повсеместно используемым с R12), и в меньшей степени, когда речь идет об алкилбензолном масле (или его смеси с минеральным), иногда используемом с R22 и R502 (при низких температурах кипения).

Следует иметь в виду, что если смешиваемость масла и хладагента ухудшается, то масло, которое нормально циркулирует в установке, теряет возможность возвращения в картер и разрушение компрессора гарантировано.

Максимально допустимое содержание минерального масла в эфирном не должно превышать 1 %. Эфирное масло является более плохим растворителем, но обладает лучшими очищающими свойствами, чем старые масла. Это означает, что мелкие частицы, которые ранее присутствовали в контуре в растворенном виде, теперь не будут растворяться. С другой стороны, различные загрязнения стенок (нагар, окалина), будут интенсивнее смываться и масло будет загрязняться и чернеть гораздо быстрее, чем раньше, если внутренняя поверхность стенок контура не была предварительно доведена до безупречного состояния. Поэтому качество сборочных работ, особенно при монтаже установки, должно быть безупречным, а сами работы должны проводиться только в среде нейтрального газа – сухого азота во избежание образования окислов. Используемые фильтры должны быть как можно тоньше, чтобы улавливать загрязнения, причем настоятельно рекомендуется установка фильтра на всасывающей магистрали.

По возможности, следует избегать резьбовых соединений в холодильной системе, так как молекулы HFC имеют гораздо меньшие размеры, чем молекулы традиционных хладагентов. В результате, установка, герметичная при работе на CFC (R12, R22, R502...), вполне может оказаться «дырявой» для

НFC. По этой причине, сальниковые компрессоры не рекомендуются для работы с НFC.

По этой же причине, предпочтительнее использовать паяные соединения, причем пайку желательно выполнять припоем с повышенным содержанием серебра, так как такие соединения гораздо менее пористые.

Фильтр-осушитель должен быть специальной модели НFC с гораздо более мелкими ячейками, чтобы подходить по размеру к новым молекулам из-за повышенной гигроскопичности эфирных масел, эти фильтры-осушители зачастую имеют повышенную (примерно на 20% по отношению к обычным хладагентам) поглощающую способность и, желательно, чтобы они выполняли еще функцию антикислотных фильтров.

Смотровое стекло должно быть предназначено для определения степени заправки системы холодильным агентом и одновременно являться индикатором влажности специально для НFC, то есть быть гораздо более чувствительным. Индикатор этого нового типа смотровых стекол должен менять цвет в присутствии гораздо меньшего содержания влаги, что позволит обнаружить отклонения состава холодильного агента гораздо раньше и, следовательно, быстрее принять меры. Если индикатор поменял окраску, обязательно необходимо проверить кислотность масла, при необходимости, заменить масло и обязательно поменять фильтр-осушитель на антикислотную модель.

Использование хладагентов категории НFC (R134a, R404A, R507A, R410A...) во вновь создаваемых установках требует соблюдения многочисленных предосторожностей и порождает некоторые проблемы. Замена CFC на НFC в существующей установке является сложной операцией, вызванной необходимостью удаления из контура масла и замены на синтетическое, предназначенное для конкретного холодильного агента (для чего потребуются несколько очень тщательных промывок контура), установить комплектующие, предназначенные для работы на НFC. Возможно необходимо будет заменить ТРВ, фильтр-осушитель, смотровое стекло, а иногда даже поменять компрессор.

Прежде, чем предусматривать переоборудование судовой холодильной установки, необходимо предварительно очень серьезно изучить технические возможности такого переоборудования. Например, в каком состоянии находится установка? Сколько времени она эксплуатируется? Нормально ли она работает? Какие хладагенты могут быть использованы с установленным компрессором? Какой хладагент НCFC выбрать? Какова величина заправки CFC в установку? Какой предстоит объем работ? Какие оборудование потребуются для переоборудования установки непосредственно под хладагенты НFC (R134a, R404A, R507A...)?

Из опыта эксплуатации холодильных установок на альтернативных холодильных агентах наиболее универсальным оказался холодильный агент R507A, обладающий следующими свойствами:

- холодильный агент R507A двухкомпонентный, состоящий из R 125 – 50% и R 143 – 50% ;
- нормальная температура кипения – минус 46,7 °C;

- R507A работает в сочетании с полиэфирными маслами;
- R507A обладает пониженной на $6 \div 9$ °C температурой нагнетания;
- температурный глайд R507A не превышает $0,6$ °C.

Последовательность действий при переоборудовании установки должна производиться в следующей последовательности.

- Необходимо составить перечень значений рабочих параметров установки при работе на существующем хладагенте CFC (как минимум: давление, температуры, перегрев, переохлаждение холодильного агента, температурные напоры испарителя и конденсатора, потребляемый ток). В случае обнаружения отклонений, необходимо обязательно устранить вызывающую их причину до начала переоборудования, так как при переходе на новый хладагент они не исчезнут.
- Утилизировать из холодильной системы в отдельную ёмкость весь холодильный агент.
- Слить масло.
- Заменить необходимые элементы холодильной системы (ТРВ, фильтры, приборы защиты и управления и др.).
- Испытать холодильную систему на плотность избыточным давлением и под вакуумом согласно требованиям правил техники безопасности. Под вакуумом система должна находиться не менее 18 часов. Повышение давления не допускается.
- Заправить в холодильную систему масло, соответствующее выбранному холодильному агенту.
- Заправить систему холодильным агентом порядка $70 \div 80$ % от массы слитого ранее холодильного агента CFC, а затем запустить компрессор.
- После работы холодильной установки в течение $8 \div 12$ часов заменить масло в компрессоре. Замену масла необходимо выполнить дважды. При выполнении операций по замене масла в компрессоре нельзя допускать утечку холодильного агента, увлажнение масла и завоздушивание системы.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1 . Олышамовский В.С., Гоголь Н.И. " Шлях зменшення енергоспоживання холодильним устаткуванням". «Обладнання та технології харчових виробництв»: тематич. Зб. Наук. Праць, вип. 29, Донецьк, ДНУЕІТ ім. М. Туга Барановського, 2012.

2. Колиев И.Д. "Судовые холодильные установки", Учебное пособие, Одесса, Феникс, 2009 -264с.

Харин В.М., Стукаленко А.М.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Характерный отказ рулевой машины с насосами постоянной подачи

Рассмотрим обстоятельства аварии т/х «Известия» при столкновении с иностранным судном в Суэцком канале.

Экспертиза этой аварии автора была повторной. Первая была проиграна работниками пароходства. Однако загадочный фактор аварии интриговал специалистов английского клуба взаимного страхования, поэтому они согласились на проведение повторной экспертизы.

Необычность обстоятельств аварии состояла в том, что до входа в Суэцкий канал рулевая машина была проверена и испытана при всех режимах работы согласно требованиям ИМО. Результаты испытаний были положительными, замечаний не было.

Непосредственно после аварии, обстоятельные испытания рулевой машины представителями администрации Суэцкого канала показали исправную ее работу при всех режимах. Поэтому был выдан акт о том, что рулевое устройство признано годным к эксплуатации, а судно - к продолжению плавания.

На основании сказанного возникали принципиальные вопросы:

- Был ли отказ рулевой машины? Все судоводители в своих показаниях сказали - да, а механики - нет, не видели.

- Была ли ошибка капитана, приведшая к аварии? Мог ли он (вместе с лоцманом, рулевым и помощниками) допустить отклонение судна от курса (в канале!) на 40° , если рулевая машина работала нормально.

Было установлено следующее.

Рулевое устройство т/х «Известия» состоит из лопастной рулевой машины типа HS180D фирмы FRYDENBO и системы управления «Декка Пайлот 757». Оно отвечает требованиям ИМО (Регистра). Имеются две самостоятельные электрические линии управления винтовыми насосами постоянной подачи.

Насосы имеют особенность - половинную подачу. Каждый насос обеспечивает перекладку руля с 35° одного борта до 30° другого за 45 с, а оба насоса совместно - 24 с. Крмплектация рулевых машин такими насосами для сухогрузных судов допускается Правилами ИМО (Регистра). Судоводители отмечали, что маневренность судна с такими ГРМ ухудшается.

На рис. 1 показана гидравлическая система рулевой машины в упрощенном виде. Она состоит из двух насосов постоянной подачи 1 и 2, которые подают рабочую жидкость через распределительные золотники 3 и 4, а также автоматически действующие гидрозамки 5 и 6 к рулевому лопастному приводу 7, ротор которого соединен с баллером руля 8.

Изменение направления перекладки руля происходит при изменении потока рабочей жидкости с помощью распределительных золотников 3 и 4, которые, в свою очередь, управляются специальными золотниками (на рис. не показаны) с соленоидными приводами, действующими от электрической системы управления (от штурвала).

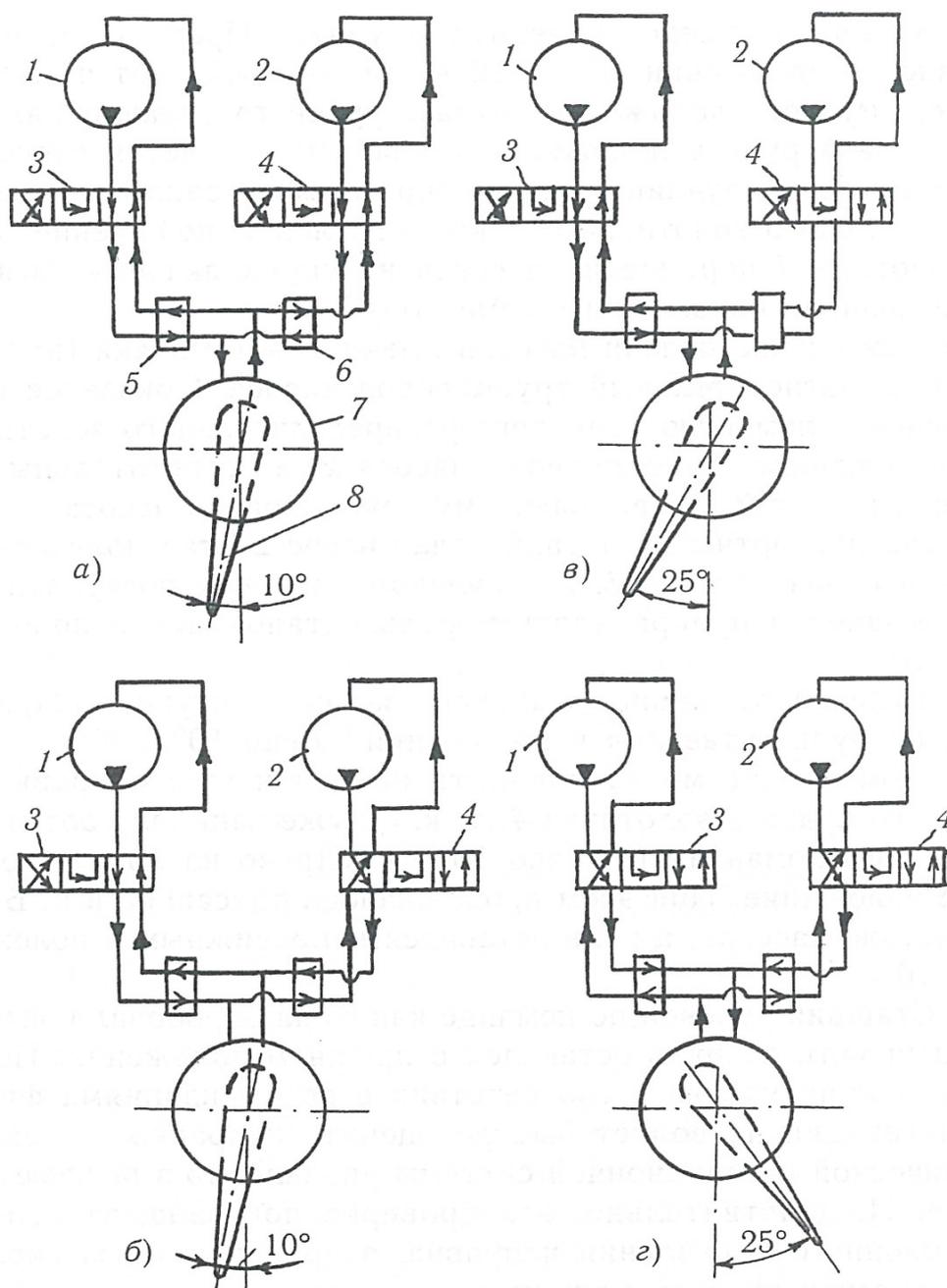


Рис 1. Схемы взаимодействия насосов постоянной подачи при нарушении синхронности их работы: 1,2 — насосы; 3, 4 - распределительные золотники; 5, 6 — гидрозамки; 7 — рулевой привод; 8 — руль; а) управляемая штатная перекладка руля до угла «Лево 10°»; б) неуправляемая остановка руля, заклинил левый золотник 3; в) неуправляемая замедленная перекладка руля до угла «Лево 25°» после переключения на режим «Не следящий»; г) — управляемая штатная перекладка руля до угла «Право 35°», золотник 3 вышел из заклиненного положения

Если штурвал переложен, например, влево, то распределительные золотники 3 и 4 также перемещаются влево, и поток рабочей жидкости (в соответствии со стрелками на схеме «а») подается в рулевой привод, поворачивая руль на левый борт. При повороте штурвала вправо золотники 3 и 4 займут

правое положение (схема «г»)), изменяя направление потока рабочей жидкости, и, следовательно, перекидку руля на правый борт. Таким образом, на схемах «а» и «г» показано исправное действие рулевой машины.

Отказ ГРМ происходил следующим образом:

1. Старший рулевой повернул штурвал «Лево 10°» для возвращения судна, рыскнувшего вправо, на ГК = 178°. Курсограмма подтверждает, что последнее управляемое отклонение судна было вправо от ГК = 178°, поэтому действие рулевого - перекидка штурвала «Лево 10°» - было верным. Руль исполнил заданную команду «Лево 10°» с нормальной скоростью перекидки (примерно 3 град/с), которая соответствовала штатной совместной работе насосов. Их подачи в этом случае суммируются (схема «а»), т. к. оба золотника 3 и 4 занимают левые положения.

2. Старший рулевой повернул штурвал «Право 10°», но руль оставался в положении «Лево 10°» и на правый борт не перекидывался. Рулевой доложил об отказе рулевого управления.

Остановка руля в положении «Лево 10°» является следствием свершившегося случайного кратковременного заклинивания распределительного золотника 3 в крайнем левом положении, а правый золотник 4 переместился согласно управляющему сигналу в правое крайнее положение (схема «б»).

В таком случае подачи насосов имеют разные знаки (направления), т. е. нагнетательный трубопровод насоса 1 оказался подсоединенным с помощью правого распределительного клапана 4 ко всасывающему трубопроводу насоса 2, а нагнетательный трубопровод насоса 2 к всасывающему трубопроводу насоса 1. Ввиду равенства паспортных значений подач насос 2 стал полностью потреблять подачу насоса 1, а к рулевому приводу поступление рабочей жидкости прекратилось и руль остановился в положении «Лево 10°».

3. Рулевой по команде капитана заложил штурвал «Право на борт», но руль оставался в положении «Лево 10°».

Эта команда не могла повлиять на положение исправно действующего правого золотника 4, т. к. он уже занимал соответствующее обеим командам («Право 10°» и «Право на борт») крайнее правое положение. При этом продолжалось взаимодействие насосов, а руль оставался неподвижным в положении «Лево 10°».

4. Старший рулевой переключил управление на режим «Не следящий» и руль начал с замедленной скоростью (Примерно 1,5° в секунду) перемещаться влево, усугубляя положение судна. Старший рулевой вновь переключил управление на режим «Следящий» и руль остановился в положении «Лево 25°».

Перекидка руля из положения «Лево 10°» в положение «Лево 25°» объясняется дальнейшим взаимодействием насосов (схема «в»). Левый золотник 3 по-прежнему находился в левом заклиненном положении, а исправно действующий правый золотник 4 переместился после переключения на режим «Не следящий» в среднее положение под действием своих пружин. При этом подача насоса 2 стала байпасироваться в его собственный всасывающий трубопровод, а подача насоса 1 направляется в рулевой привод 7, вызывая пере-

кладку руля в прежнем направлении, т. е. на левый борт с замедленной скоростью.

После переключения на режим «Следящий» правый золотник 4 из среднего положения вновь переместился в крайнее правое положение под действием суммарного электрического сигнала (управляющий - от штурвала и сигнал отрицательной обратной связи). В этом случае золотники 3 и 4 вновь занимают противоположные крайние положения (аналогично схеме «б»). Следовательно подача насоса 2 опять полностью потребляется насосом 1, а руль останавливается, но теперь уже в положении «Лево 25°».

Капитан прекратил дальнейшие поиски неисправностей рулевого управления и попытки восстановить его работоспособность, т. к. было ограничено время действия и стремительно усугублялась аварийная ситуация.

5. Судно с большой скоростью продолжало поворот влево, а расстояние до другого судно быстро сокращалось. Последовали команды капитана «Самый полный задний ход» и «Отдать оба якоря». После исполнения команд началась сильная вибрация кормовой части судна. Неожиданно стрелка аксиометра с нормальной скоростью начала перемещаться из положения «Лево 25°» к нулю и далее в положение «Право 35°».

Перемещение стрелки аксиометра (руля) с нормальной скоростью в заданное штурвалом положение («Право на борт») объясняется выходом из заклиненного положения левого золотника 3 под действием сильной вибрации кормы судна. Он переместился в заданное штурвалом положение (схема «г»), т. е. восстановилась синхронность работы обоих золотников 3 и 4. Прекратилось взаимодействие насосов. Началась суммарная подача рабочей жидкости от обоих насосов 1 и 2 в рулевой привод 7. Она обеспечила перекладку руля с нормальной скоростью из положения «Лево 25°» в положение «Право 35°» примерно за 20 с. Восстановилась нормальная штатная работа рулевой машины.

После исчезновения случайного отказа перекладка руля из положения «Лево 25°» в положение «Право 35°» уже не могла играть существенной роли для управляемости судна ввиду резкого уменьшения скорости переднего хода и работы винта на задний ход.

Проверка рулевого управления при всех режимах работы непосредственно после аварии показала его нормальную работу. Случайный отказ, как и следовало ожидать, не повторился.

Повышение энергоэффективности топочных устройств судовых паровых котлов

Исследование условий сжигания топлива, влияющих на эффективность сжигания топлива, и как следствие, на экологическую безопасность является приоритетной задачей на данном этапе развития морских СЭУ.

Наряду с экспериментальными исследованиями все большее значение приобретает математическое моделирование процессов [1]. При достаточно адекватном описании они позволяют значительно расширить возможности таких исследований.

Для процессов, происходящих в зоне горения, используют три типа моделей, которые характеризуются числом пространственных и временных координат [1, с.17].

Нульразмерные (экспериментальные) модели рассматривают процессы с постоянными параметрами по объему и времени. С практической точки зрения такой подход оправдан при исследовании топочных процессов в составе энергетического контура. Из всех известных нульразмерных моделей в практике наибольшее распространение получила модель, разработанная по методу обратного теплового баланса. В модели полнота сгорания топлива η и её изменение в зависимости от соотношения расходов топлива и воздуха в зону горения определяется отношением $\eta = 1 - \sum q_n$ для тепловых балансов.

Основной недостаток нульразмерной модели – пренебрежение структурой процесса горения и вытекающей отсюда невозможностью оценки зависимости его полноты горения от нагрузки и других эксплуатационных характеристик СЭУ.

В одномерных (феноменологических) моделях параметры процесса определяются по времени пребывания топлива в зоне горения – модель с использованием характерного времени горения. В этих моделях учитывается дисперсные характеристики распыленного топлива.

Этим моделям присущ общий недостаток: полнота сгорания топлива определяется по скорости испарения капли со средним размером. Реальная же скорость зависит от параметров турбулентного потока, которые могут быть постоянными или распределены по ходу горения, а также изменяться случайным образом.

В многомерных моделях для описания скоростных, температурных и концентрационных полей используются нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных [2]. Для моделирования структуры диффузионного турбулентного факела с учетом распределения условной концентрации топлива в объеме ищут численное решение трехмерных уравнений теплообмена, теплопроводности в газовой фазе с учетом кинетики газозных реакций и течения газообразных продуктов горения.

Недостаток этих моделей - значительные трудоемкость, объем памяти компьютера, а также время для расчетов, что неприемлемо в условиях эксплуатации.

Прямое численное моделирование процесса горения на современном этапе остается исследовательской задачей и использование таких моделей на практике возможно только в исключительных случаях.

Перечисленный анализ позволяет сделать вывод о необходимости разработки эффективной модели, учитывающей как структуру турбулентной зоны горения, так и взаимодействие отдельных процессов в объеме. Одновременно модель не должна быть трудоемкой на доступных судовым механикам и корабельным инженерам компьютерах для необходимых расчетов.

Для этой задачи была разработана и реализована в виде компьютерной программы относительно несложная математическая модель сгорания для условной концентрации топлива z [2].

В соответствии с современными представлениями о процессах в зоне горения, в ней выделены основные условия для оценки полноты сгорания топлива:

- рассматривается тонкий слой несгоревшей топливовоздушной смеси в турбулентной зоне топочного пространства, где вследствие охлаждения горение прекращается;

- топливовоздушная смесь, попавшая в ходе смешения в те области, куда фронт пламени не проникнуть (в первую очередь, это объем продуктов сгорания).

Зона горения, перемещаясь по объему зоны смешения, непрерывно меняет свое положение. При этом ее граница, огибая наиболее вытянутые «языки» пламени, перемещается по смеси со скоростью турбулентного горения.

Границей процесса является условная поверхность, отделяющая область, где находятся только продукты сгорания, а скорость ее перемещения определяется интенсивностью выгорания турбулентных молей, которое протекает по поверхностному механизму. При этом в зоне горения, в зависимости от локального значения α , выделяют области, в которых химические реакции идут в соответствии с условием термодинамического равновесия и смешения, где химические реакции не играют роли.

При стохастическом изменении концентрации смеси коэффициент избытка воздуха меняется от ∞ до α_0 . Поскольку $St \gg 1$, то положение фронта пламени определяется значением α_0 .

Первое условие соответствует модели горения с «тонкой» зоной химических реакций, расположенной на поверхности

$$z_s = \frac{1}{1 + St}.$$

Теоретическое условие возникновения условия неполного сгорания топлива в турбулентном диффузионном пламени получено в работе [3].

В случае, когда $z_0 - 2z_s > 0$ процессы смешения препятствуют неполному сгоранию топлива а при $z_0 - 2z_s < 0$ – процесс образования продуктов недожога интенсифицируется.

Условная концентрация топлива в зоне диффузионного горения определяется по уравнениям для энергии турбулентности, турбулентной вязкости и пульсации концентрации, записанных в приближении пограничного слоя:

$$\langle \rho \rangle \langle u \rangle \frac{\partial \langle u \rangle}{\partial \langle x \rangle} + \langle \rho \rangle v_0 \frac{\partial \langle u \rangle}{\partial y} = \frac{1}{y} \frac{\partial}{\partial y} \left[\langle \rho \rangle v_t y \frac{\partial \langle u \rangle}{\partial y} \right] - \frac{\partial \langle p \rangle}{\partial x} - (\langle \rho \rangle - \rho_0) g,$$

$$\frac{\partial \langle \rho \rangle \langle u \rangle}{\partial x} + \frac{1}{y} \frac{\partial}{\partial y} \langle \rho \rangle y v_0 = 0, v_0 = \frac{\langle \rho v \rangle}{\langle \rho \rangle},$$

$$\langle \rho \rangle \langle u \rangle \frac{\partial \langle z \rangle}{\partial \langle x \rangle} + \langle \rho \rangle v_0 \frac{\partial \langle z \rangle}{\partial y} = \frac{1}{y} \frac{\partial}{\partial y} \left[\langle \rho \rangle \frac{v_t}{Sc} y \frac{\partial \langle z \rangle}{\partial y} \right],$$

$$\langle \rho \rangle \langle u \rangle \frac{\partial \langle e \rangle}{\partial \langle x \rangle} + \langle \rho \rangle v_0 \frac{\partial \langle e \rangle}{\partial y} = \frac{1}{y} \frac{\partial}{\partial y} \left[\langle \rho \rangle_{2\kappa} v_t y \frac{\partial \langle e \rangle}{\partial y} \right] - \langle \rho \rangle v_t \left(\frac{\partial \langle u \rangle}{\partial y} \right)^2 - \beta_2 \left[1 + \frac{v_t}{e} \left| \frac{\partial \langle u \rangle}{\partial y} \right| \right] \frac{\langle \rho \rangle e^2}{v_t}$$

$$\langle \rho \rangle \langle u \rangle \frac{\partial \langle v_e \rangle}{\partial \langle x \rangle} + \langle \rho \rangle v_0 \frac{\partial \langle v_e \rangle}{\partial y} = \frac{1}{y} \frac{1}{\partial y} \left[\langle \rho \rangle \kappa_3 v_t y \frac{\partial \langle v_e \rangle}{\partial y} \right] + \beta_3 \frac{\langle \rho \rangle v_e^2}{e} \left(\frac{\partial \langle u \rangle}{\partial y} \right)^2 - \beta_4 \langle \rho \rangle v_t \left| \frac{\partial \langle u \rangle}{\partial y} \right|$$

$$\langle \rho \rangle \langle u \rangle \frac{\partial \sigma^2}{\partial \langle x \rangle} + \langle \rho \rangle v_0 \frac{\partial \sigma^2}{\partial y} = \frac{1}{y} \frac{\partial}{\partial y} \left[\langle \rho \rangle \kappa_1 v_t y \frac{\partial \sigma^2}{\partial y} \right] + 2 \langle \rho \rangle \frac{v_t}{Sc} \left(\frac{\partial \langle z \rangle}{\partial y} \right)^2 - \beta_1 \left[1 + \frac{v_t}{e} \left| \frac{\partial \langle u \rangle}{\partial y} \right| \right] \frac{\langle \rho \rangle e \sigma^2}{v_t}$$

Здесь x - продольная координата, y - радиальная координата, u – продольная скорость, v - поперечная скорость, v_e - коэффициент турбулентной вязкости, $e = \frac{\langle (u - \langle u \rangle)^2 \rangle}{2}$ - энергия турбулентности, $\sigma^2 = \langle z^2 \rangle - \langle z \rangle^2$ - дисперсия пульсаций концентрации, p - давление, g - ускорение силы тяжести, ρ_0 - плотность окружающего воздуха.

Для оценки полноты сгорания топлива используется коэффициент η_c , который определяется по выражению для теплового баланса в виде

$$\eta_c = (1 + \alpha St) \varphi(\tau) \frac{c_p \Delta T}{Q_n^p},$$

Анализ вышеприведенных уравнений, описывающих процесс горения, позволил выработать требования к модели процесса горения:

параметры не должны изменяться на каждом шаге интегрирования более чем на 10-15%;

при больших скоростях процессов, их надо рассматривать в условиях, близких к термодинамическому равновесию;

при больших градиентах параметров устанавливать необходимые ограничения;

при отрицательных значениях температуры и плотности устанавливать ограничения на дальнейшие расчёты;

алгоритмы расчёта конвекции и энергии выбирать из условия расчёта для минимального численного эксперимента.

Структура программы “ФАКЕЛ” для расчёта параметров процесса горения:

задание шага сетки расчётов и количество узлов для расчёта;

задание начальной скорости потока и параметров топочного устройства;

шага интегрирования при расчёте параметров по радиальной координате определяется шагом сетки.

Алгоритм расчета динамики газового потока:

расчёт скорости и концентрации топлива на шаге;

расчёт усреднённой плотности на шаге;

определение вязкости, энергии и дисперсии пульсации.

Расчет начальных условий по радиальной координате выполняется на первом шаге для формирования массива данных “BEGKOND”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. -М.: -Мир, 1990. -661с.
2. Дулдиер А.П., Бурденко А.Ф. Математическая модель турбулентного диффузионного горения в топке котла // Судовые энергетические установки: науч. – техн. сб. –2000.- Вып. 5.- Одесса: ОГМА. – с.28-30.
3. Кузнецов В.Р., Сабельников В.А. Турбулентность и горение.- М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат.лит, 1986.- 288 с.

Григор'єва О.С.

Національний університет «Одеська морська академія»

Оптичні властивості нанорозмірних гетероструктур

Сучасні дослідження наноматеріалів дозволяють реалізувати високий рівень фізико-хімічних та механічних матеріалів в наностані.

Властивості та можливості застосування наноструктур розглядають за умовами їх самоорганізації, тобто коли велика частина нанооб'єктів вистраюється в стабільні та впорядковані наноструктури. Широке застосування в техніці отримали нанопорошки, які в основному призначені для утворення об'ємних матеріалів з нанокристалічної структури. Однак, не менше значення займають наноматеріали на основі плівок, які мають нанорозмірні розміри, хоча б в одному з напрямів. Такі тонкоплівочні нанорозмірні структури відіграють значну роль в утворенні адсорбентів, каталізаторів, наповнювачів композиційних матеріалів, мембранних систем тощо.[1]

Оптичні методи відіграли значну роль у дослідженнях наночастинок і нанокомпозитних матеріалів. Значну увагу приділяють вивченню напівпровідникових гетероструктур з двох та більше матеріалів. В цих гетероструктурах важливу роль відіграє перехідний шар – межа розділу двох матеріалів.[2, 3]

Подібні структури зазвичай синтезують методом молекулярно-променевої епітаксії, який забезпечує вирощування шарів різних напівпровідників з дуже різкою межею. Поверхня синтезованих напівпровідників виходить гладкою на атомному рівні і шари не містять дефектів, що дуже важливо для квантових наноструктур.

Зменшення розмірності напівпровідника приводить до зміни енергетичного спектру від неперервного до дискретного, що стається внаслідок його розщиплення, як показано на рис. 1.[3]

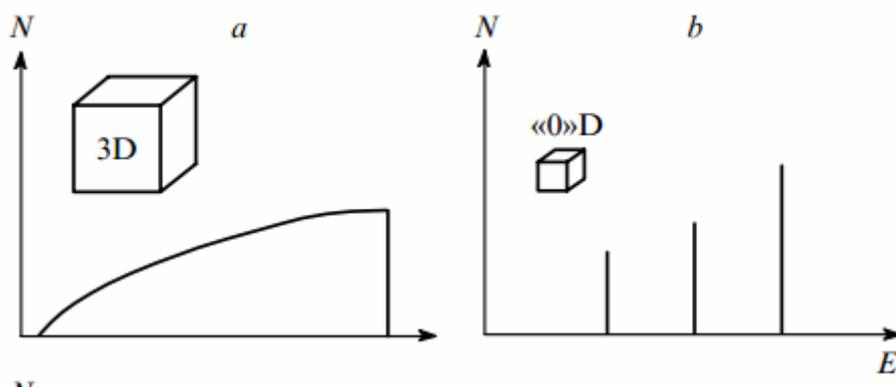


Рис.1 Густина станів N носіїв заряду як функція розмірності напівпровідника: а) – трьохмірний напівпровідник, б) – квантова точка.

Енергетична картина близько поверхні залежить від поверхневих станів, але та від знаку та концентрації носіїв у об'єму напівпровідника. Величина поверхневого потенціалу при цьому визначається

$$\Psi_0 = \frac{\varphi_s}{kT},$$

де k – коефіцієнт Больцмана, T – температура, виражається через різницю енергій електрона у поверхні та в об'ємі φ_s . [4])

Квантові наноструктури можна вирощувати з різних матеріалів. Найчастіше використовують поєднання арсеніду галію (GaAs) і твердого розчину $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, в якому частину атомів галію заміщено атомами алюмінію. Показник x змінюється в межах від 0,15 до 0,35. [2]

Основні прилади сучасної квантової електроніки, засновано на квантових ефектах взаємодії електронів зі штучно створеними бар'єрами у нанометровому діапазоні Використовують напівпровідникові структури, особливо подвійні, за допомогою управління фундаментальними характеристиками напівпровідникових кристалів. До таких приладів, що використовує розмірні квантові ефекти відносять резонансний тунельний діод та напівпровідниковий лазер на квантових ямах. Зміна стаціонарних характеристик гетероструктур на основі GaAs–GaAlAs може бути використане для створення селективних газових сенсорів, час відгуку яких при кімнатній температурі не перевищує 100с. [2-4]

Застосування фотодетекторів, що працюють за принципом квантових ям, використовується в датчиках на основі нанокристалів графену, які мають надвисоку фоточутливість. Достатньо великий інтерес уявляють собою фулерени. Самоорганізація фулеренів при формуванні різних функціональних вузлів сприяє можливості забезпечення ними високих оптоелектронних характеристик при перетворенні світлової енергії, а також наявність фотопровідності у спектральному діапазоні [2]. Спектр фотопоглинання фулеритових плівок знаходиться в діапазоні 280—680 нм.

Практичне застосування різноманітних нанокompatитних структур залишається найбільш перспективним для електронної техніки нових поколінь. [2,5] . Квантові напівпровідникові гетероструктури знайшли своє застосування також для утворення світлодіодів, фотоприймачів, генераторів, в наномеханіці та інше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Азаренков Н. А. Основы нанотехнологий и наноматериалов : учеб. пособие / Н. А. Азаренков, А. А. Веревкин, П. Г. Ковтун ; Харьков. нац. ун-т имени В. Н. Каразина. – Харьков, 2009. – 69 с
2. Оптичні властивості наноматеріалів / І. С. Чекман, В. О. Покровський, Д. С. Савченко // *Вісник Національної академії наук України*. – 2014. – № 10. – С. 30-41.
3. А.А. Ремпель. Нанотехнологии, свойства и применение наноструктурированных материалов. // *Успехи химии* . — 2007 .— Т. 76, N 5 .— С. 474-500.

4. Птащенко О.О., Артеменко О.С., Маслєєва Н.В., Птащенко Ф.О. Р-п-переходи як селективні газові сенсори // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Спецвипуск. – 2006.– С. 238 – 240.

5. Оптические явления в полупроводниковых квантово-размерных структурах : учеб. пособие / под ред. Е. Л. Ивченко, Л. Е. Воробьева. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000. – 156 с.

УДК 621.7

Латиш О.М.

Національний університет «Одеська морська академія»

Дослідження сучасних методів зниження й усунення вібрації у компресорах і насосах

Двадцяте століття стало ерою прориву в розвитку механіки та інженерії. На сьогодні розвиток цієї галузі помітно сповільнився, так як відкритих проблем з кожним роком стає все менше, а технологічні прориви вже здійснюються в інших галузях. Тим не менш, деякі питання досі не мають рішень і помітно сповільнюють розвиток як самої галузі, так і загального технічного прогресу. Однією з таких проблем є вібрація у механічних системах. Вібрація значно прискорює зношення устаткування і конструкцій, підвищує кількість поломок і аварій, а також негативно впливає на здоров'я і працездатність персоналу, що працює з вібруючими системами.

Зокрема, у контексті морської тематики, дуже актуальною є проблема боротьби з вібраціями у компресорах і насосах, так як ці пристрої мають дуже широке застосування у сучасному флоті. З метою розробки методів зниження і усунення вібрації у вищезгаданих механізмах було вирішено дослідити і систематизувати основні причини виникнення вібрацій і відповідні їм способи протидії.

Серед основних джерел виникнення вібрації можна виділити наступні:

1. Динамічна незбалансованість ротора, що призводить до значних вібрацій системи. Негативний ефект може бути значно гіршим у разі виникнення резонансу в силу збігу частоти коливань з частотою обертання ротора.
2. Неточність виготовлення підшипників та тіл кочення або їх незадовільний стан, що призводить до виникнення вібрацій при обертальному русі. Негативний ефект може значно посилюватися за умов присутності додаткових джерел вібрації. Поширеною є ситуація, за якої незбалансований ротор обертається на підшипниках з помітними дефектами. В такому разі вібрації будуть мати помітно більшу амплітуду і, відповідно, значно впливати на стан всієї системи.
3. Будова та стан шестерней пристрою. Відомо, що шестерні перебувають у стані постійних прискорень, що спричинено непостійністю передачі зусиль від ведучого валу на ведений. Абсолютна величина цих прискорень залежить від будови зубчатої передачі і, звичайно, її стану. Вищезгадані прискорення стають причиною помітних вібрацій.

Тепер можна розглянути методи зниження й усунення вібрації, враховуючи перераховані причини. Вказані методи можуть стосуватися як окремих компонент компресора чи насоса, так і всього механізму. Серед актуальних на сьогоднішній день варто відмітити наступні:

1. Підвищення якості комплектуючих механізмів екстенсивним шляхом. Цей варіант може бути корисним при значних вібраціях за умов можливості підвищення точності виготовлення деталей без застосування якісно нових технологій і залучення інноваційних досліджень.

2. Підвищення якості комплектуючих механізмів інтенсивним шляхом. Для цього сучасна наука пропонує досить широкий набір засобів й інженери переважно обмежені лише економічною складовою. Тим не менш, серед перспективних методів якісної боротьби із вібрацією на стадії проектування і виробництва варто виділити наступні:

а. Застосування досягнень в галузі ІТ для якісного підвищення точності виготовлення, проектування та моделювання деталей та блоків для компресорів та насосів.

б. Застосування нанотехнологій для виробництва компонентів механізму. Зокрема, досить перспективним є виготовлення підшипників з нанопокриттям, що якісно підвищує їх характеристики, тривалість строку служби і полегшує експлуатацію. Не дивлячись на відносно високу собівартість таких рішень для флоту, їх перспективність стрімко зростає із розробкою нових, більш дешевих і простих способів виготовлення нанопорошків.

3. Комплекс заходів для зменшення чи усунення вібрацій, що спричиняються зубчатыми передачами. Конкретне рішення повинне прийматися для кожної окремої передачі вказаного компресора чи насоса з урахуванням об'єктивних факторів, таких як ступінь перевищення допустимого рівня вібрації, вимог до витривалості механізму, бажаного рівня його складності у виробництві та експлуатації, економічної доцільності, тощо. Проте слід мати на увазі, що головним критерієм для зубчатих передач є плавність передачі зусиль. У випадках, коли зубчаті передачі не дозволяють досягти бажаного рішення, допускається застосування альтернативних систем.

4. Віброізоляція складових компонент, що спричиняють найсильніші вібрації, а також віброізоляція самого компресора чи насоса.

5. Застосування оптимальних режимів роботи механізмів, за яких рівень їх вібрації є мінімальним. Для цього потребується чітка синхронізація проектування, виробництва та експлуатації з ціллю розробки і підтримання оптимальних режимів роботи у реальних умовах. Чималу роль в досягненні вказаної цілі відіграють ІТ технології на всіх етапах -- від проектування до автоматизованого керування в процесі експлуатації.

Вищезгадані методи зниження й усунення вібрації у компресорах і насосах не складають повного списку доступних заходів, але виділяють ключові принципи й концепти, що володіють найбільшою актуальністю і перспективністю на сьогоднішній день.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вибрации в технике. Справочнике в 6 томах. Колебания машин, конструкции и их элементов. Том 3. Под ред. Ф. М. Диментберга и К. С. Колесникова. М.: Машиностроение. 1980. – 544 с.
2. Вибрации в технике. Справочник в 6 томах. Защита от вибрации и ударов. Том 6. Под ред. чл. кор. АН СССР К. В. Фролова. М.: Машиностроение, 1981.- 456 с.
3. Пономаренко Ю. Ф. Насосы и насосные станции механизированных крепей. М: Недра, 1983 – 183 с.
4. Вибрация энергетических машин. Справочное пособие. Под ред. Н.В. Григорьева. Л.: Машиностроение, 1974.-464с.

УДК 621.564

Бузовский В.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Особенности использования смесей хладагентов в судовой холодильной технике

Процессы, происходящие в холодильных машинах, могут быть осуществлены только при посредстве некоторого химического вещества, называемого рабочим веществом или холодильным агентом. Сейчас сложно перечислить все рабочие вещества, которые выпускаются промышленностью и находятся на стадии изучения.

До 30-х годов XX столетия в качестве основных рабочих тел (рабочих веществ) использовались углекислота CO_2 , хлористый метил CH_3Cl , аммиак NH_3 и др. Начиная с 1932 года с появлением нового хлорфторуглеродистого семейства веществ, обладающих оптимальными для холодильных агентов свойствами в широкой области умеренного холода, многие ранее используемые рабочие вещества, кроме аммиака, полностью исчезли. Доминирующее положение в холодильной промышленности, в том числе на транспортных и рефрижераторных судах морского и речного флота, заняли вновь синтезированные вещества, относящиеся к группам хлорфторуглеродов (ХФУ) и гидрофторуглеродов (ГХФУ).

Самыми распространенными из них стали хладагенты дифтордихлорметан (CF_2Cl_2) - R12 из группы ХФУ, дифторхлорметан (CHF_2Cl) - R22 и дифторхлорметан/пентафторхлорметан (CHF_2Cl)/ ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{Cl}$) - R502 из группы ГХФУ. Их рассматривали как вещества, обладающие преимуществами по сравнению с другими хладагентами.

Однако к 80-м годам, когда специалисты ряда стран начали заниматься вопросами изучения влияния ХФУ и ГХФУ на окружающую среду, эти холодильные агенты стали предметом беспокойства в связи с возникшими глобальными проблемами: повышения парникового эффекта и возможным разрушением озонового слоя Земли, в связи с наличием в молекулах этих веществ атомов хлора и брома.

В связи со значительно возросшим производством озоноразрушающих хладагентов группы ХФУ и ГХФУ стал вопрос и необходимости регулирования их производства и потребления. Впервые эта проблема в международном масштабе была поднята Венской конференцией по защите озонового слоя в 1985 году, а в 1987 году в Монреале подписан «Протокол по веществам, разрушающим озоновый слой». В приложения к Монреальскому Протоколу попали все хладагенты, в молекулах которых присутствовали атомы хлора и брома, а также диоксид углерода, метан, закись азота и др. Были определены потенциалы разрушения озонового слоя GWP для хладагентов. Потенциалы GWP для хладагентов R12 и R11 приняты за единицу.

Согласно Монреальскому Протоколу, в соответствии с международными стандартами, хладагенты по степени озоноразрушающей активности разделены на три группы:

- к группе ХФУ – класса (хлорфторуглероды) относятся хладагенты с высокой озоноразрушающей активностью R11, R12, R13, R113, R114, R115 и все смеси, в которые входят эти хладагенты, например R502 (R22/48,8%, R115/51,2%), R504 (R32/48,2%, R115/51,8%) и др.;
- к группе ГХФУ – класса (гидрофторхлоруглероды) относятся хладагенты с низкой озоноразрушающей активностью R21, R22, R123, R124, R141в, R142в и все смеси, в которые входят эти хладагенты, например R401А (R22/53%, R152/13%, R124/34%), R402А (R22/38%, R125/60%, R290/2%) и др.;
- к группе ГФУ – класса (гидрофторуглероды) относятся озонобезопасные хладагенты R32, R125, R23, R134, R134А, R143А, R152А и смеси на их основе, например R404А (R125/44%, R143А/52%, R134А/4%), R407А (R32/20%, R125/40%, R134А/40%), R407С (R32/23%, R125/25%, R134А/52%) и др.

Производство ХФУ-хладагентов запрещено с 1 января 1996 года. Производство ГХФУ-хладагентов прекращается с 1 января 2020 года. Планируется также постепенное сокращение производства ГФУ-хладагентов, т.к. они в той или иной мере являются причиной парникового эффекта.

В процессе исследований и поиска более экологически безопасных холодильных агентов были разработаны различные смеси. Как показано выше, они могут быть двух- или трехкомпонентными, смешанными в соответствующих пропорциях. С точки зрения молекулярной теории растворов такие смеси могут иметь различные характеристики и, следовательно, подразделяются на азеотропные ($GWP > 1$ – класс ХФУ), квази-азеотропные ($0,1 < GWP < 1$ – класс ГХФУ) и зеотропные ($GWP = 0$ – класс ГФУ). Термодинамическое поведение холодильных агентов каждой из этих групп отличаются друг от друга, что может оказать воздействие на холодильный цикл.

Термодинамическое поведение смеси азеотропного состава подобно поведению чистого вещества, т.е. процессы кипения и конденсации происходят без изменения концентраций в жидкой и паровой фазах. В качестве примера в табл. 1 приведена информация по некоторым азеотропным смесям.

Таблица 1

Рабочее вещество	Состав и процентное содержание	T_o , °C при $p_o=1\text{бар}$	Фактор GWP	степень токсичности и воспламенения
R-500	R-12/R-152 (73,8/26,2)	-33	0,738	A1
R-502	R-22/R115 (48,8/51,2)	-45,6	0,33	A1
R-507	R-125/R-143a (50/50)	-46,5	0	A1

Температура фазового перехода квазиазеотропных смесей в процессах испарения и конденсации изменяется незначительно, что не имеет заметного влияния на технические параметры, функционирование и безопасность работы установки. Зеотропные смеси по своим характеристикам отличаются от предыдущих групп, ввиду того, что температура испарения и конденсации заметно изменяются при изменении состояния хладагента, заметно меняется также объемный состав.

На основании подробного рассмотрения процессов со смесями был сделан вывод о том, что температура фазового перехода смеси представляет переменную величину и зависит от концентрации смеси. Смеси для которых фазовые переходы проходят при $p=const$ и $t\neq const$ называются зеотропными.

Некоторая информация по экологически чистым (альтернативным рабочим веществам) зеотропным смесям приведены в табл. 2.

На диаграмме холодильного цикла (рис. 1) показано изменение характеристик зеотропного холодильного агента. Здесь процессы испарения и конденсации протекают при $p=const$, но с изменением температуры, т.е. $t\neq const$.

Концентрация паровой и жидкой фаз зеотропной смеси в условиях термодинамического равновесия различаются, а изотерма в $lgp-h$ координатах имеет наклон, т.е. кипение при постоянном давлении происходит при увеличении температуры хладагента от t_{o1} до t_{o2} , а конденсация – при падении температуры от $t_{к1}$ до $t_{к2}$.

Это необходимо учитывать при определении степени перегрева хладагента на входе в компрессор, а также при определении энергетических характеристик холодильной установки.

Таким образом, температуру кипения вычисляют как среднюю температуру $t_{o\text{cp}}$ между температурой точки росы t_{o2} при постоянном давлении всасывания $t_{вс}$ и температурой, при которой хладагент поступает в испаритель t_{o1} .

Температуру конденсации определяют как среднюю температуру $t_{к\text{cp}}$ между температурой точки росы $t_{к1}$ при постоянном давлении нагнетания p_n и температурой $t_{к2}$ жидкости на выходе из конденсатора.

Разность температур фазового перехода при постоянном давлении (при кипении или конденсации) получила название температурного глайда (*glide* – скольжение). Значение Δt_{gl} зависит от состава рабочего тела и является важным технологически параметром.

Перегрев всасываемого пара вычисляют как разность температуры $t_{вс}$ на входе в компрессор и температуры точки росы t_{o2} хладагента при давлении всасывания $p_{вс}$.

Таблица 2.

Рабочее вещество	Состав и процентное содержание	Средняя температура $T_0^{\text{ср}}$ (°C) при $p_0=1$ бар	Температурный глайд при $p_0=1$ бар	Фактор GWP
R-401A	R22/R152a/R124 (53/13/34)	-33,8	4,9	0,037
R-401B	R22/R152a/R124 61/11/28	-35,5	4,8	0,040
R-401C	R22/R152a/R124 33/15/52	-28,3	6,3	0,030
R-402A	R22/R290/R125 38/2/60	-49,2	1,5	0,021
R-402B	R22/R290/R125 60/2/38	-47,1	2,3	0,033
R-403B	R22/R218/R290 56/39/5	-50,2	1,2	0,03
R-404A	R125/R134a/R143a 44/4/52	-46,5	0,5	0
R-407A	R32/R125/R134a 20/40/40	-45,8	6,6	0
R-407B	R32/R125/R134a 10/70/20	-47,6	4,4	0
R-407C	R32/R125/R134a 23/25/52	-44,3	7,2	0
R-408A	R22/R125/R143a 47/7/46	-44,4	0,5	0,03
R-409A	R22/R124/R142b 60/25/15	-34,2	0,1	0,05
R-409B	R22/R124/R142b 65/25/10	-35,6	7,7	0,05
R-410A	R32/R125 50/50	-52,7	3	0
R-413A	R218/R134a/R600a 9/88/3	-35,0	6,9	0

Переохлаждение жидкости вычисляют как разность между действительной температурой жидкости и температурой точки росы конденсации $t_{к2}$ при давлении нагнетания p_n . Температурный глайд очень важно учитывать при регулировании холодопроизводительности холодильных установок, особенно при использовании хладагентов с большим температурным глайдом, например R407C и др. (см. табл. 2).

Приведенные выше определения основываются на рекомендациях университета ARI (США, штат Аризона) и в настоящее время используются основными изготовителями холодильной техники.

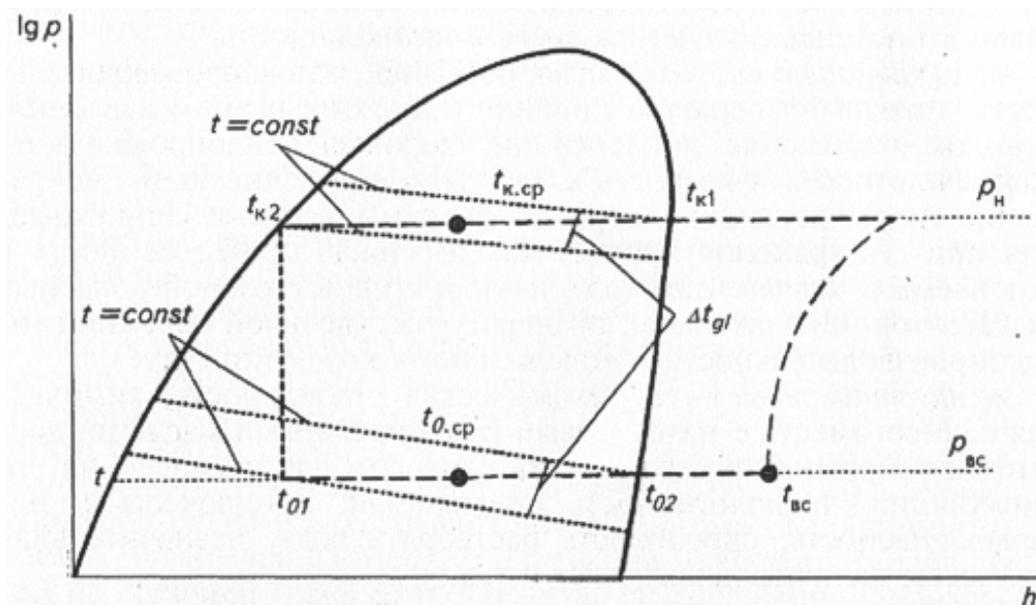


Рис. 1. Температурный глайд зеотропных холодильных смесей в диаграмме $lg p-h$.

Выводы

1. В состоянии чистой жидкости или чистого пара все смеси, независимо от типа, являются равномерно перемешанными, и их характеристики единообразны на любом участке.

2. В азеотропной смеси процентное содержание жидкости и пара имеет теоретически одни и те же значения; даже при утечке никаких существенных изменений состава остающегося в контуре холодильного агента не происходит.

3. В зеотропных смесях (glide 5-10K) содержание пара и жидкости имеет неодинаковые показатели при одновременном присутствии этих двух состояний. При утечке из испарителя или конденсатора только парообразной составляющей может возникнуть изменение содержания компонентов в остающемся холодильном агенте, что влечет за собой опасность изменения рабочих характеристик установки, в ряде случаев существенных, с изменением холодильной мощности и потребляемой электроэнергии.

4. Квази-азеотропные смеси (glide 0,5-1K) имеют особенности, схожие с зеотропными, однако подобные изменения менее значительны и вызываемые ими последствия могут быть существенно меньшими и почти не сказываться на рабочих характеристиках установки.

5. В установках, в которых используются зеотропные и квази-зеотропные смеси, состав газа может отличаться от состава жидкости, поэтому необходимо производить заправку установки холодильным агентом в жидком состоянии. Если заправка производится в газообразном состоянии холодильного агента, его состав в жидком состоянии в контуре будет отличаться от состава в баллоне, что является следствием расслоения холодильного агента в баллоне при использовании только парообразной фракции.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Загоруйко В.О., Голіков О.А. Суднова холодильна техніка. –К.: Наукова думка, 2002. -576 с.
2. Морозюк Т.В. Теория холодильных машин и тепловых насосов. –Одесса: студия «Негоциант», 2006. -712 с.
3. Хмельнюк М.Г., Лавренченко Г.К., Корба Е.Н. Исследование перспектив применения смесей диоксида углерода с углеводородами

МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ФЛОТ: ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ

УДК 62-341:621.512.3

Букарос В.Н., Онищенко О.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Анализ работы механизма однопоршневого холодильного компрессора судовой холодильной установки

1. Введение

Однопоршневые компрессоры находят широкое применение в судовых холодильных установках малой и средней холодопроизводительности. При их эксплуатации большое внимание уделяется диагностике и своевременному выявлению неисправностей [1]. Наибольший эффект диагностирования достигается использованием подхода поиска неисправностей и диагностики (*FDD – fault detection and diagnostics*) с применением специализированных микропроцессорных устройств [2, 3, 4]. Данный подход предполагает использование математических моделей диагностируемых узлов судовых холодильных установок, позволяющих производить предварительную оценку основных параметров функционирования механизма или установки.

Основным и наиболее ответственным элементом судовой холодильной установки является компрессор, поскольку с ним связывают около 70 % всех отказов холодильной установки [5, 6]. Одним из важнейших параметров компрессора, влияющим на износ его механической части является момент сопротивления, действующий на валу приводного электродвигателя. Момент сопротивления крайне сложно поддается измерению. Актуальной задачей становится разработка математической модели, позволяющей проводить в реальном времени достоверную оценку значения момента сопротивления.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Создание математических моделей, описывающих момент сопротивления и динамику механической части компрессора в целом, рассматривается во многих работах [7-11]. В [7, 8] приводятся уравнения сил и моментов, действующих на основные элементы кривошипно-шатунного механизма (КШМ). При этом авторы рассматривают абсолютные значения сил и моментов без приведения их к валу приводного электродвигателя.

В [9] приводятся матричные уравнения основных сил и моментов, при этом авторы не учитывают силы, действующие на поршень компрессора со стороны механизма.

В [10] приводятся лишь общие рекомендации по расчету газовых сил, действующих на поршень, что усложняет создание достоверной модели.

Простое математическое выражение [11], не дает достоверных результатов и позволяет лишь оценить среднее значение момента сопротивления.

3. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследований являются динамические процессы перемещения КШМ однопоршневого компрессора судовой холодильной установки.

Целью данной работы является разработка математической модели КШМ, позволяющей идентифицировать момент сопротивления на валу приводного электродвигателя в зависимости от конструктивных особенностей компрессора и условий его функционирования.

4. Материалы и методика построения и верификации математической модели кривошипного механизма компрессора судовой холодильной установки

4.1 Последовательность расчета момента сопротивления на валу приводного электродвигателя компрессора

Рассмотрим КШМ компрессора (см. рис. 1). Разновидности КШМ компрессора с шатуном (рис. 1, а) и кулисой (рис. 1, б) встречаются примерно одинаково в компрессорах судовых холодильных установок [6] и близки по принципу действия. На начальных этапах анализа часто принимают, что длина шатуна $l_{ш} \approx \infty$.

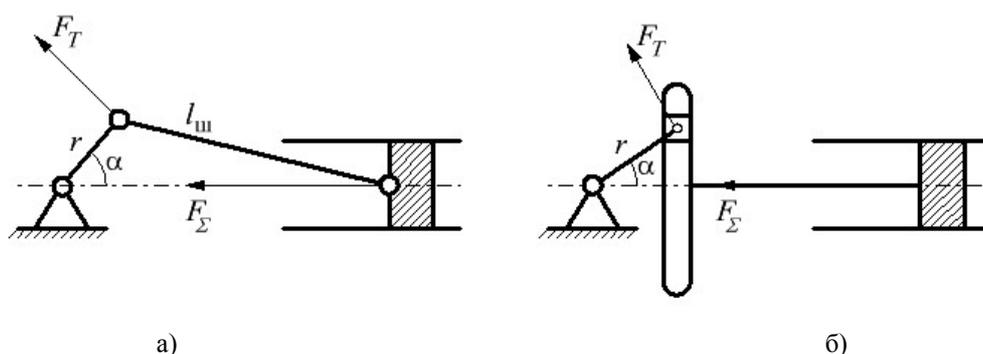


Рис. 1. Кинематическая схема кривошипного механизма компрессора: а) кривошипно-шатунный механизм; б) кривошипно-кулисный механизм

Известно [10], что на поршень компрессора в общем случае действует суммарная сила F_{Σ} , равная:

$$F_{\Sigma} = F_{\text{а}}' - F_{\text{а}}'' + F_j + F_{\text{тр}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{а}}'$ и $F_{\text{а}}''$ – газовые силы, действующие на поршень со стороны цилиндра и КШМ соответственно; F_j – суммарная сила инерции поступательно движущихся частей, в данном случае поршня; $F_{\text{тр}}$ – силы трения, действующие на поршень. Силе $F_{\text{а}}''$ обычно приписывают знак минус, учитывая ее противоположную направленность силе F_{Σ} . Все силы, входящие в выражение (1), зависят от угла поворота α вала двигателя компрессора, поэтому задача моделирования момента сопротивления компрессора сводится к определению зависимостей $F_{\text{а}}'(\alpha)$, $F_{\text{а}}''(\alpha)$, $F_j(\alpha)$ и $F_{\text{тр}}(\alpha)$.

В общем случае газовая сила, действующая на поршень определяется давлением паров холодильного агента P_r и площадью поверхности поршня $S_{\text{п}}$:

$$F_r(\alpha) = P_r(\alpha) \cdot S_{\text{п}}. \quad (2)$$

Давление паров холодильного агента $P_{\text{а}}''$ со стороны КШМ зависит от конструкции компрессора (открытый, герметичный) и протечек холодильного

агента из цилиндра. Обычно значение давления P_a'' и связанное с ним значение силы F_a'' принимают неизменным. Таким образом,

$$F_a'' = P_a'' \cdot S_i \cdot (3)$$

Зависимость $P_a'(\alpha)$ можно описать аналитически, используя индикаторную диаграмму [10] (рис. 2).

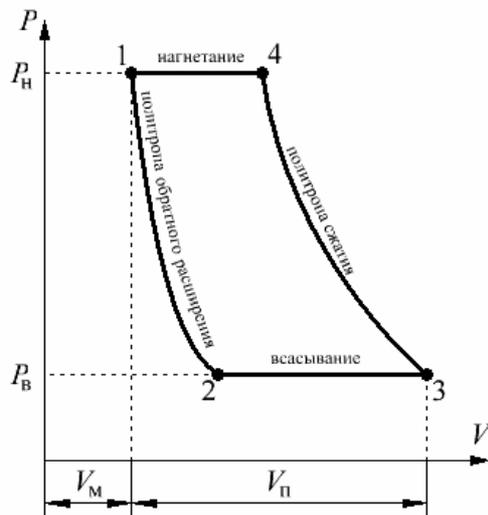


Рис. 2. Упрощенная индикаторная диаграмма компрессора

Если известны давления нагнетания P_H и всасывания P_B компрессора, мертвый объем V_M и объем цилиндра $V_П$, описываемый поршнем, а также показатели политроп сжатия n_c и обратного расширения n_p , то зависимость давления паров холодильного агента P_a' от описываемого объема V определяется так [10]:

$$P_r'(V) = P_H \cdot \left(\frac{V_M}{V} \right)^{n_p}, \text{ политропа 1-2;}$$

$$P_r'(V) = P_B \cdot \left(\frac{V_M + V_П}{V} \right)^{n_c}, \text{ политропа 3-4; (4)}$$

$$P_B \leq P_r'(V) \leq P_H.$$

Объем цилиндра, описываемый поршнем, пропорционален ходу поршня h , который, исходя из кинематической схемы на рис. 1, можно приблизительно описать следующим выражением:

$$h(\alpha) = r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right], \quad (5)$$

где r – радиус кривошипа, $\lambda_r = r/l_{ш}$ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна. Таким образом, объем, описываемый поршнем, при условии начала движения от нижней мертвой точки [10]:

$$V(\alpha) = V_M + S_П \cdot h(\alpha) = V_M + S_П \cdot r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right] \quad (6)$$

Подставив выражение (6) в (4) и с учетом (2), получим окончательно:

$$F_{\bar{a}}'(\alpha) = P_{\bar{i}} \cdot S_{\bar{i}} \cdot \left(\frac{V_{\bar{i}}}{V_{\bar{i}} + S_{\bar{i}} \cdot r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right]} \right)^{n_{\bar{a}}}, \quad 0 \leq \alpha < \pi;$$

$$F_{\bar{a}}'(\alpha) = P_{\bar{a}} \cdot S_{\bar{i}} \cdot \left(\frac{V_{\bar{i}} + V_{\bar{i}}}{V_{\bar{i}} + S_{\bar{i}} \cdot r \cdot \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda_r}{4} \cdot (1 - \cos 2\alpha) \right]} \right)^{n_{\bar{a}}}, \quad \pi \leq \alpha < 2\pi; \quad (7)$$

$$P_{\bar{a}} \cdot S_{\bar{i}} \leq F_{\bar{a}}'(\alpha) \leq P_{\bar{i}} \cdot S_{\bar{i}}.$$

Для кривошипно-кулисного механизма в выражении (7) необходимо положить $\lambda_r = 0$. Суммарная сила инерции поступательно движущихся частей КШМ компрессора можно определить, зная ускорение поршня $j_{\bar{i}}$ и сосредоточенную массу $m_{\bar{a}}$ элементов (поршня, штока, шатуна/крейцкопфа, кулисы):

$$F_j(\alpha) = -m_{\bar{a}} \cdot j_{\bar{i}}(\alpha). \quad (8)$$

Ускорение поршня может быть получено двойным дифференцированием выражения хода поршня (5) по времени:

$$j_{\bar{i}}(\alpha) = \frac{d^2 l_{\bar{i}}}{dt^2} = \frac{d^2 l_{\bar{i}}}{d\alpha^2} \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = r \cdot \omega_2^2 \cdot (\cos \alpha + \lambda_r \cdot \cos 2\alpha), \quad (9)$$

где ω_2 – угловая частота вращения ротора двигателя компрессора. Таким образом, силы инерции КШМ:

$$F_j(\alpha) = m_{\bar{a}} \cdot r \cdot \omega_2^2 \cdot (\cos \alpha + \lambda_r \cdot \cos 2\alpha). \quad (10)$$

Силы трения, действующие на поршень, можно выразить через индикаторную мощность $N_{\text{инд}}$ и механический КПД компрессора $\eta_{\text{мех}}$ [10]:

$$F_{\text{от}}(\alpha) = (0,6 \dots 0,7) \frac{N_{\text{эи\bar{a}}}(\alpha)}{2 \cdot h \cdot n_2} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{и\bar{a}}}} - 1 \right), \quad (11)$$

где n_2 – частота вращения ротора двигателя компрессора (с-1), $\eta_{\text{мех}} = 0,8 \dots 0,95$, индикаторную мощность (пренебрегая потерями в нагнетательной и всасывающей линиях):

$$N_{\text{инд}}(\alpha) = P_{\text{в}} \cdot V_{\text{п}} \cdot \left(1 - \frac{V_{\text{м}}}{V_{\text{п}}} \cdot \left[\left(\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{в}}} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \right] \right) \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \left[\left(\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{в}}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right], \quad (12)$$

где $k \approx n_{\text{с}} \approx n_{\text{р}}$ – показатель адиабаты [10]. Подставляя выражение (12) в (11), получим:

$$F_{\text{тр}}(\alpha) = (0,6 \dots 0,7) \frac{P_{\text{в}} \cdot S_{\text{п}}}{2 \cdot n_2} \cdot \left(1 - \frac{V_{\text{м}}}{V_{\text{п}}} \cdot \left[\left(\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{в}}} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \right] \right) \cdot \frac{k}{k-1} \cdot \left[\left(\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{в}}} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{мех}}} - 1 \right). \quad (13)$$

Можно заключить, что силы трения при возвратно-поступательных движениях поршня не зависят от угла поворота вала компрессора, а лишь меняют свое направление при прохождении поршнем мертвых точек.

Момент сопротивления, с которым одноцилиндровый компрессор противодействует вращению вала встроенного электродвигателя, определяется как:

$$M_{\bar{n}}(\alpha) = F_T(\alpha) \cdot r, \quad (14)$$

где $F_T(\alpha)$ – тангенциальная сила, действующая на кривошип (рис. 1). Зависимость $F_T(\alpha)$ может быть описана следующим образом [10]:

$$F_T(\alpha) = F_{\Sigma}(\alpha) \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\lambda_r}{2} \sin 2\alpha \right), \quad (15)$$

Одновременно необходимо учитывать момент сопротивления $M_{\text{тр.вр}}$, возникающий в результате действия сил трения на вращающийся кривошип с шатуном или кулисой со стороны паров холодильного агента. Данный момент сопротивления всегда положительный и определяется по аналогии с $F_{\text{тр}}$, как:

$$M_{\text{дд.дд}}(\alpha) = (0,3 \dots 0,4) \frac{N_{\text{дд.дд}}}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n_2} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{дд.дд}}} - 1 \right) \cdot r. \quad (16)$$

Окончательно момент сопротивления компрессора:

$$M_{\bar{n}}(\alpha) = F_{\Sigma}(\alpha) \cdot \left(\sin \alpha + \frac{\lambda_r}{2} \sin 2\alpha \right) \cdot r + M_{\text{дд.дд}}. \quad (17)$$

2 Построение модели кривошипного механизма однопоршневого компрессора средствами Matlab/Simulink

Полученные зависимости (1-17) были использованы для построения модели КШМ компрессора в среде моделирования *Matlab/Simulink*, которая приведена на рис. 3.

Входными параметрами модели являются давления нагнетания $P_{\text{н}}$, всасывания $P_{\text{в}}$ и угловая частота вращения ротора двигателя компрессора ω_2 , реализованные блоками *Pn*, *Pv* и *w2* соответственно. Данные параметры зависят от условий окружающей среды, состояния электрической сети и ряда других причин.

Вычисление угла поворота вала приводного электродвигателя производится блоком *Integrator* со сбросом при достижении значения угла $\alpha = 2\pi$. Блок *h* рассчитывает мгновенное значение хода поршня по (5); блоки *S*, *Vm* и сумматор – объем цилиндра $V_{\text{п}}$, описываемый поршнем, по (6).

Блоки *Fcn*, *Fr2*, *Fcn1*, *Fr2*, *Switch* и *Fr* рассчитывают значение газовой силы, действующей на поршень со стороны цилиндра, по (7). На выходе блоков *Fcn2* и *Fj* формируется мгновенное значение силы инерции в соответствии с (10). Блоки *n2*, *Derivate*, *Ftp'*, *Ftr* и *Ftr* вычисляют значение силы трения по (11). В свою очередь на выходе блока *Nind* вычисляется значение индикаторной мощности компрессора по (12).

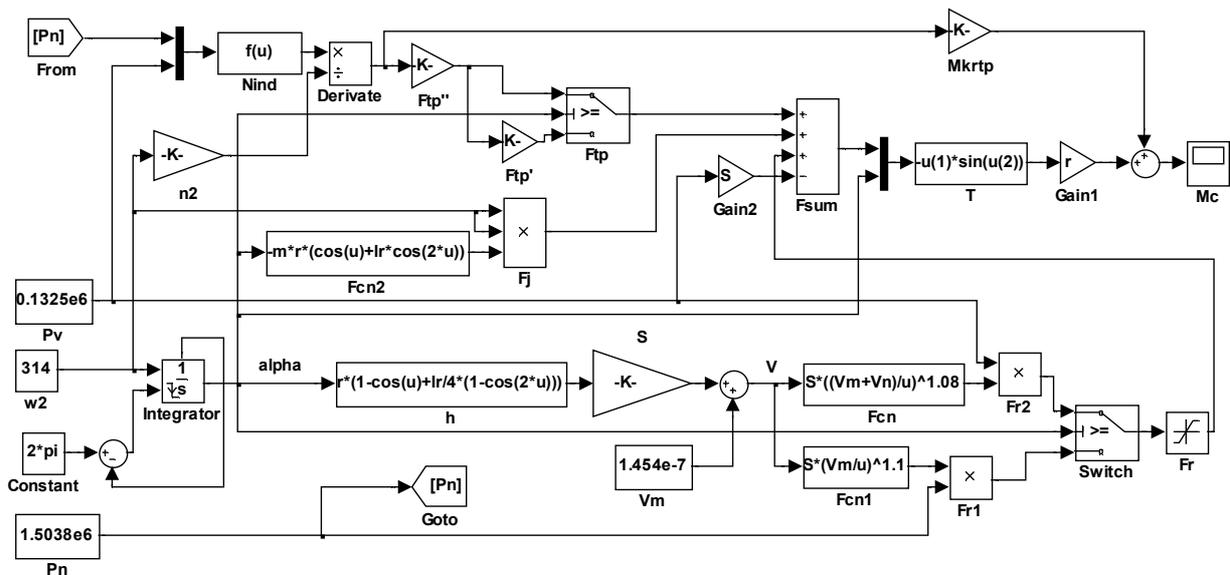


Рис. 3. Модель КШМ однопоршневого компрессора

Сигналы с блоков Ftr , Fj , Fr и $Gain2$ суммируются в блоке $Fsum$ в соответствии с (1). Блок $Gain2$ вычисляет газовую силу, действующую на поршень со стороны КШМ, по (3). Блок T вычисляет тангенциальную силу по (15), а блок $Mkrtp$ – момент сопротивления $M_{тр.вр}$ по (16). На выходе сумматора формируется значение результирующего момента сопротивления компрессора по (17).

3. Оборудование и условия проведения верификации модели

Верификация полученной модели проводилась на примере компрессора ХКВ-6 малой холодильной установки в двух режимах работы: номинальном при работе компрессора на фреоне $R600a$ в составе холодильной установки с использованием паспортных данных компрессора и при работе компрессора на воздухе с проведением эксперимента.

Паспортные данные исследуемого компрессора: тип КШМ – кривошипно-кулисный; радиус кривошипа, $r = 7$ мм; диаметр цилиндра (поршня), $D_{п} = 23$ мм; относительное мертвое пространство, $V_{м}/V_{п} = 0,025$; давление всасывания (давление кипения), $P_{в} = 0,1325$ МПа; давление нагнетания (давление конденсации), $P_{н} = 1,5038$ МПа; масса деталей КШМ, $m = 0,2$ кг; тип приводного электродвигателя – ДХМ-2/90 [12].

Перед проведением эксперимента компрессор был отсоединен от холодильной установки и продут атмосферным воздухом. В процессе снятия опытных данных всасывающий патрубок компрессора оставался свободным. В нагнетательной линии устанавливался клапан для создания необходимого давления нагнетания. Таким образом, компрессор работал при давлении всасывания, равному атмосферному давлению $P_{в} = 0,101$ МПа и нагнетания $P_{н} = 0,6$ МПа. Подача компрессора в ходе эксперимента не менялась и составила $0,0028$ м³/с. Момент сопротивления компрессора ХКВ-6 на основании полученных экспериментальных данных вычислялся по методике, предложенной в [13] для поршневых компрессоров.

4. Результаты моделирования момента сопротивления однопоршневого компрессора и их обсуждение

В результате моделирования момента сопротивления компрессора ХКВ-6 в номинальном режиме работы с параметрами, соответствующими паспортным данным, была получена зависимость момента сопротивления от угла поворота вала приводного электродвигателя, показанная на рис. 4.

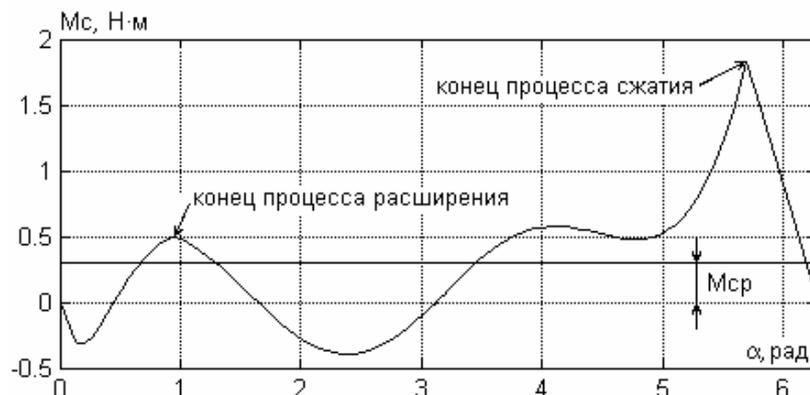


Рис. 4. Момент сопротивления компрессора ХКВ-6 в номинальном режиме

Форма приведенной кривой момента сопротивления на валу компрессора хорошо согласуется с аналогичными результатами в работах [9-11]. Угол конца процесса расширения холодильного агента (рис. 2, т. 2) составил 0,92 рад или 53°, угол конца процесса сжатия (рис. 2, т. 4) составил 5,7 рад или 326°. Среднее за один оборот вала значение момента сопротивления $M_{ср}$, полученное путем интегрирования, приведенной на рис. 4, кривой составляет 0,31 Н·м. В свою очередь согласно паспортным данным приводного электродвигателя ДХМ-2/90 [12] его номинальный момент составляет 0,3 Н·м.

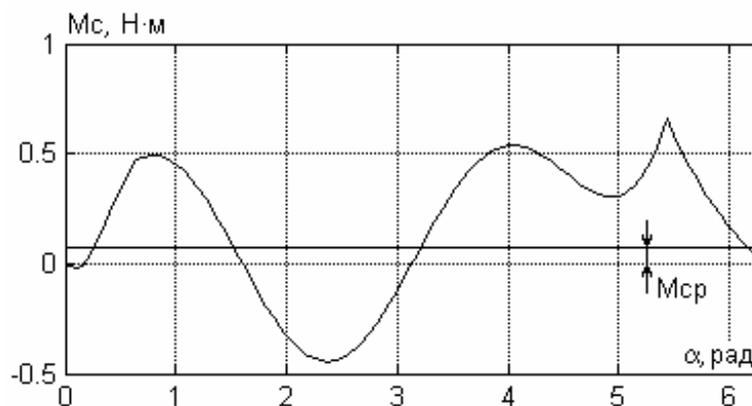


Рис. 5. Момент сопротивления компрессора ХКВ-6 при работе на воздухе

Как видно, наблюдается соответствие результатов моделирования и паспортных данных. В результате моделирования момента сопротивления компрессора ХКВ-6 при работе на воздухе получена графическая зависимость момента сопротивления от угла поворота вала приводного электродвигателя, показанная на рис. 5.

Интегрирование кривой момента сопротивления, приведенной на рис. 5, дало среднее значение $M_{ср} = 0,18$ Н·м. Используя методику, описанную в [13], было рассчитано экспериментальное значение среднего момента сопротивления, которое составило $M_{ср.эксп.} = 0,17$ Н·м при номинальной подаче компрессора 0,0028

м³/с. Как видим, расхождение экспериментальных данных и результатов моделирования составляет 5,5%, что вполне допустимо.

5. Выводы

Анализируя результаты проведенных исследований, можно утверждать об адекватности рассмотренной методики расчета и моделирования момента сопротивления на валу приводного электродвигателя однопоршневого компрессора судовой холодильной установки реальному физическому аналогу.

Разработанная математическая модель КШМ однопоршневого компрессора достаточно просто реализуется в среде моделирования *Matlab/Simulink* и может быть включена в модели компрессионных холодильных установок различного назначения.

Используя разработанную модель, можно в реальном времени проводить оценку основных параметров функционирования компрессора для диагностирования технического состояния и своевременного обнаружения возможных неполадок компрессора в соответствии с подходом *FDD*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Очеретяный, Ю. А. Концепция системы компьютерного мониторинга и технической диагностики рефрижераторной холодильной установки судна [Текст] / Ю. А. Очеретяный, В. И. Живица, В. Н. Белый, О. А. Онищенко, Э. И. Вайнфельд // Судовые энергетические установки. – 2011. – №28. – С.5–11.
2. Mahendra, Kumar. I.N. Kar. Fault Detection and Diagnosis of Air-Conditioning Systems using Residuals [Text] / In Proc. 10th IFAC International Symposium on Dynamics and Control of Process Systems. Mumbai, India, 2013
3. Tassou, S. A. Fault diagnosis and refrigerant leak detection in vapour compression refrigerant systems [Text] / I. N. Grace // International Journal of Refrigeration. – 2005. – V.28.- N. 5. - P.680-688.
4. Сниховский, Е.Л. К вопросу формирования алгоритма диагностирования технического состояния пароконденсационных холодильных машин [Текст] / Е.Л.Сниховский, А.С.Клепанда, И.И.Петухов, А.В.Шерстюк // Вестник НТУ «ХПИ». - 2014. - №11.- С.154-159
5. Воропай, П.И. Повышение надежности и экономичности поршневых компрессоров [Текст] / П.И. Воропай, А.А. Шленов. – М.: Недра, 1980. – 359 с.
6. Фока, А.А. Судовой механик: Справочник. Том 2. [Текст] / М.: Феникс, 2010. - 1032 с. .
7. Cho, J.R. A numerical analysis of the interaction between the piston oil film and the component deformation in a reciprocating compressor. [Text] / S.J. Moon // Tribology International. – 2005. - №38. – P.459-468.
8. Estupiñan, E.A. Dynamic Modeling of Hermetic Reciprocating Compressors, Combining Multibody Dynamics, Finite Elements Method and Fluid Film Lubrication [Text] / Ilmar F. Santos // International journal of mechanics.- 2007.- V.1. – N. 4. - P. 36-43.

9. Kurka, R. G. Dynamic Modeling of Reciprocating Compressors with Vertical Axis. [Text]/ Karen L. G. P., Jaime H. I. // Presented at ISMA2010-USD2010 Conference, Leuven, Belgium, 2010.
10. Пластинин, П.И. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет. [Текст] / П.И. Пластинин // М.: Колос, 2006. – 456 с.
11. Карпович, О.Я. Вентильно-індукторний електропривод компресорів малих холодильних установок [Текст] / автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.09.03 / О.Я. Карпович. – М., 2012. – 23 с.
12. Лопухина, Е.М. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности [Текст] / Г.А. Семенчуков. – М.: Высш. шк., 2002. – 512 с.
13. Онищенко, Г.Б. Автоматизированный электропривод промышленных установок. Учебное пособие [Текст] / Г.Б. Онищенко, М.И. Аксенов, В.П. Грехов, М.Н. Зарицкий, А.В. Куприков, А.И. Нитиевская. Под общей редакцией Г.Б.Онищенко. – М.: РАСХН, 2001. – 520 с.

УДК 628.16.04/.09:629.5.063.4

Логішев І.В., Саричев Д.В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Підвищення ефективності експлуатації суднових опріснювальних установок зворотного осмосу

Ключові слова: зворотний осмос, мембранна дистиляція, автоматичний опріснювальний модуль, пермеат, концентрат.

Опріснення морської води - одне з найсерйозніших завдань, вирішення якого дозволить уникнути багатьох проблем у майбутньому. На даний момент, зважаючи на глобальне і постійне скорочення запасів прісної води у світі, завдання опріснення морської води, очищення, водоочищення стає якщо не найважливішим, то, у всякому разі, одним з найзначніших. Існує дана проблема і в суднових умовах, це висока вартість бутильованої та нестача санітарної води особливо при далекому плаванні.

Опріснювач - це апарат для видалення з води розчинених солей.

Існуючі різноманітні способи опріснення заборотної морської води можливо розподілити на дві основні групи:

- дистиляційне опріснення;
- фільтраційне опріснення- про яке і піде мова в моїй роботі.

Так, як останнім часом збільшилося споживання високоякісної води, отриманої в опріснювальних установках мембранного типу з ефектом «зворотного осмосу».

При опрісненні води методом зворотного осмосу прісну воду відокремлюють від розчинених в ній солей за допомогою мембрани, проникною для води, але непроникною для солей.

На рис.1 представлена розглянута установка, розташована на судні типу DP-2 ROV Support vessel і її спрощена схема роботи. Дана опріснювальна

установка має продуктивність 30 м³/добу, робочий тиск 66 бар, якість води на виході 140 ppm з 36000, витрату енергії 5,3 кВт·год/м³ що повністю задовольняє вимогам стандартів. Тем-ра живильної води 25 град. Максимальна. 42 град., вихід пермеату 40%, 4 модуля, 8 мембран.

Справа зображена загальна схема роботи установки (рис. 1).

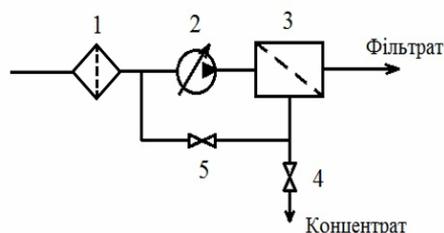


Рис.1. Штатна установка та її спрощена схема роботи

1 - картриджний мікро фільтр; 2 - насос високого тиску; 3 - мембранний модуль; 4 і 5 - регулювальні вентилі.

Поживна вода перекачується насосом через фільтр для видалення твердих, масляних часток 1. Далі насос високого тиску 2 подає воду на мембранні елементи 3, де живильна вода проштовхується за допомогою тиску через мембрани, після пермеат йде на споживачі, а концентрат зливається за борт, або йде на рециркуляцію.

На рис. 2 зображені мембрани, які в основному застосовуються в суднових опріснювачах зворотного осмосу. Тут показані плоскі мембрани рулонного типу. В даний час рулонні елементи є найбільш ефективними за критерієм ефективність / вартість. Причому під ефективністю мається на увазі питома або об'ємна продуктивність при заданому тиску і ступеню поділу[2].

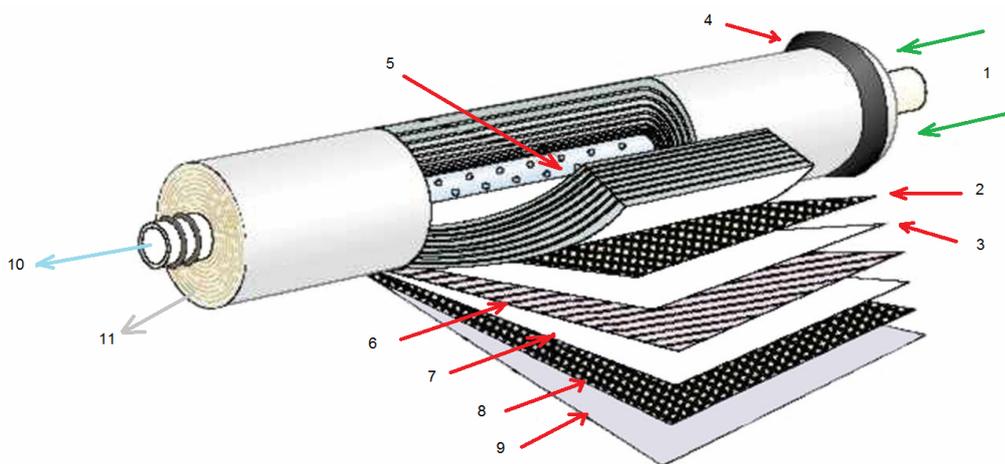


Рис. 2. Мембрани застосовані в суднових опріснювачах зворотного осмосу

1. Живильна вода 2. Сітка-сепаратор 3. Мембрана 4. Прокладка 5. Центральна труба 6. Дренажна прокладка 7. Мембрана 8. Сітка-сепаратор 9. Шар зовнішньої обмотки 10. Пермеат 11. Концентрат.

При роботі вхідний розчин подається в торець корпусу рулону і рухається уздовж поверхні мембрани паралельно центральній трубці через сітку-сепаратор, яка необхідна для підтримання оптимальної відстані між мембранами і турбулізації руху розчину. Концентрат виводиться з протилежного кінця. Вихідний розчин фільтрується всередину склеєних мембранних пакетів. Пермеат по дренажній прокладці, розташованій усередині пакета між мембранами, рухається до центру елемента і через отвори проникає в центральну трубу для збору фільтрату і виводиться з апарату.

Далі в розглянувши основні недоліки установок зворотного осмосу, а саме:

- висока вартість мембран;
- великі габарити установки- це обумовлюється тим, що з підвищенням продуктивності, незрівнянно зростає кількість трубопроводів, що неприпустимо в суднових умовах;
- мала енергетична економічність у мало та середньо продуктивних установках.

Тому було запропоновано декілька конструктивних змін для спрощення процесу технічного обслуговування (ТО) і ремонту установки, компенсації витрат на установку, збільшення продуктивності, забезпечення більш глибокого очищення, обмеження впливу розсолу на навколишнє середовище.

Була сформульована основна задача: створення компактного опріснювального модуля [3], в якому проводяться всі операції опріснення з одним мембранним елементом. Модулі повинні бути виконані так, щоб була можливість зупинити один або декілька модулів, а інша частина опріснювальної установки змогла б продовжувати працювати. Але при звичайному копіюванні існуючого процесу опріснення, система повинна виявитися переускладненою та малоефективною. Для вирішення поставленої задачі були виконані основні технічні рішення. Створено гідравлічний привід з приводом від одного електродвигуна. Гідропривід, який виконує одночасно функції:

- а. насосу високого тиску б. рекуператора в. бустерного насосу

Блок розподілу потоків виконаний у вигляді монолітного корпусу з системою каналів для розподілу потоків і кріплення до нього гідроприводу з одного боку, і труби високого тиску з мембранним елементом, з іншого боку (рис. 3).

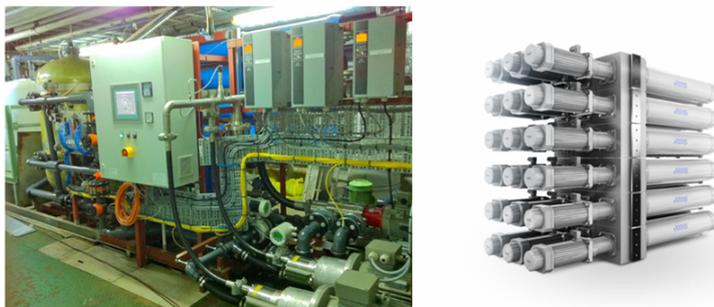


Рис. 3. Зрівняння штатної та запропонованої опріснювальної установки зворотного осмосу

На рис. 4 показано розподіл каналів і з'єднання двох модулів між собою. По горизонталі модулі з'єднуються між собою за допомогою з'єднання ластів-

чин хвіст, по вертикалі болтовим з'єднанням з прокладками для збереження герметичності.

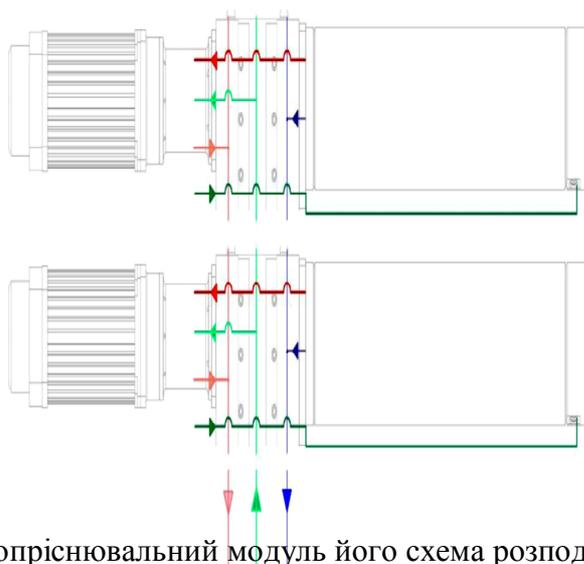


Рис. 4. Автономний опріснювальний модуль його схема розподілу, та з'єднання

Розподіл потоків по горизонталі здійснюється через розподільний підставу, яке служить опорою для касети з модулів та розподільником.

Конструкція модуля дозволяє здійснювати ремонт опріснювальної установки і її обслуговування без відключення. Конструкція гідроприводу дозволяє протягом 10 - 15 хвилин проводити його заміну на резервний без скидання тиску в гідросистемі.

Таблиця 1. Технічні характеристики автономного опріснювального модуля

Продуктивність	30 м ³ / добу
Потужність електроприводу	4 кВт
Робочий тиск	55 бар
Вихід пермеату	40 %
Витрата енергії	2,3 кВт·год/ м ³
Розміри	2171x320x341 мм

Для зрівняння штатний модуль має розміри: 3482x350x372 мм.

На рис. 5 представлено друге поліпшення установки завдяки якому ми зможемо компенсувати витрати на ТО і ремонт установки, забезпечити більш глибоку утилізацію тепла, знизити вплив на навколишнє середовище. Запропонована схема оснащена установкою зворотного осмосу і класичною дистильційною установкою. Це дозволяє використовувати кожну установку переслідуючи різні цілі, при цьому досягаючи максимального результату. Також система має паровий кристалізатор розсолу [4].

Відпрацьований розсол з модуля зворотного осмосу і паро-вакуумної установки дренається в розсолний танк.

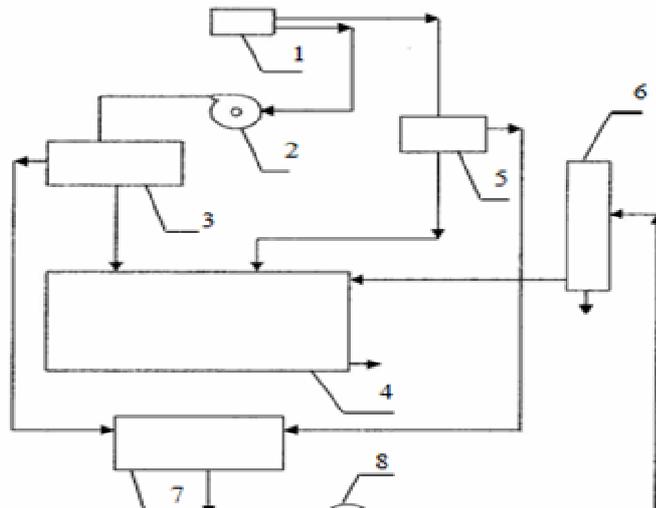


Рис. 5. Компондана установка з утилізацією розсолу

1 - фільтр грубої очистки морської води; 2 - відцентровий насос; 3-опріснювальний модуль; 4 - танк дистильованої води; 5 – паро-вакуумний опріснювач; 6 - кристалізатор утилізованого розсолу; 7 - танк розсолу; 8 - розсольний відцентровий насос.

Звідки розсольним насосом, розсол подається в паровий кристалізатор (рис. 6) для отримання кристалічної солі, яка пакується і відвантажується на берег. Конденсат з кристалізатора подається в танк дистильованої води.

Пара з суднового утиль котла з тиском 0,5-1,0 МПа надходить до термоежектору, де прискорюється до 250 м/с, створюючи розрядження, при якому йде інтенсивне випаровування розсолу, частина пара вакуумується і підсмоктується ежектором. В інтегральному сепараторі відбувається відділення кристалічної солі. Випар з розсолу конденсується і видаляється у вигляді дистилляту.

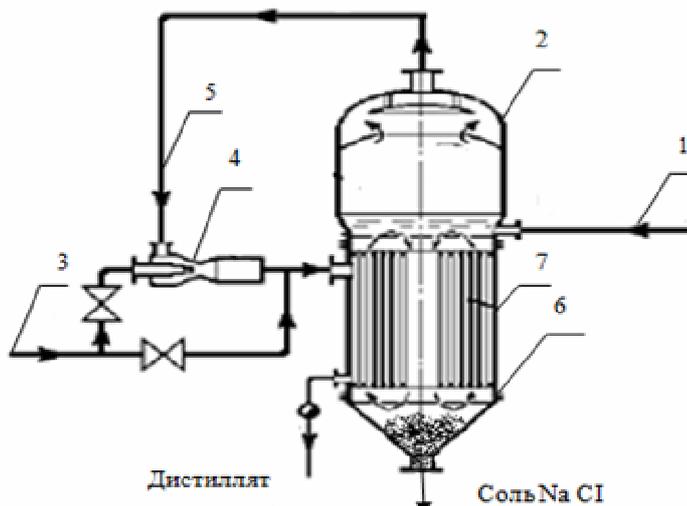


Рис. 6. Кристалізатор для утилізації розсолу

1-вхідний розсол; 2-сепараційна камера; 3 - вхідний пар; 4 - термоежектор; 5 - вакуумний трубопровід; 6 - інтегральний сепаратор; 7 - грюча камера.

В останні роки великий розвиток отримали мембранні процеси з фазовим переходом. Промислове застосування подібних процесів дозволяє істотно підвищити ефективність багатьох енергоємних і тривалих технологій, а також

знизити собівартість різних продуктів, регенерувати різні речовини, забезпечити більш глибоке очищення і розділення сумішей.

Мембранна дистиляція (МД) - процес розділення рідких сумішей, заснований на проникності пористої гідрофобної мембрани для пара і одночасно непроникністю цієї мембрани для не змочуючих рідин (рис. 7)

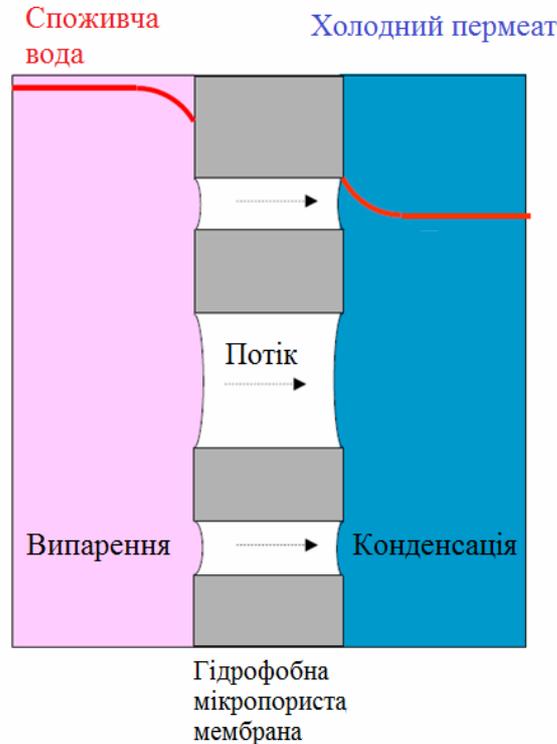


Рис. 7. Суть мембранної дистиляції

В процесі мембранної дистиляції нагріта суміш, що розділяється (водний розчин) приходить в контакт з однією стороною гідрофобної мікропористої мембрани. Гідрофобна природа мембрани перешкоджає проникненню води в пори, що призводить до утворення паро-рідинної поверхні розділу на кожному виході з пори.

На рис. 8 представлено порівняння процесів зворотного осмосу і мембранної дистиляції.

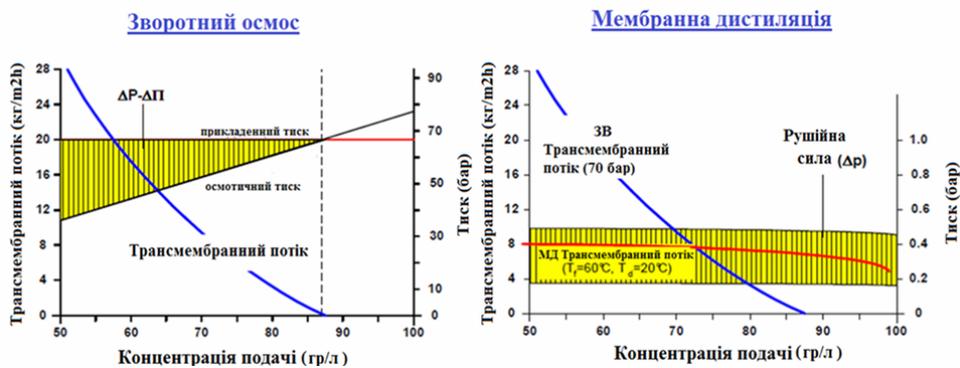


Рис. 8. Порівняння процесів різних варіантів мембранного опріснення

Основне що можна помітити з даних графіків це те, що рушійною силою процесу МД є температура, а не тиск. Таким чином з підвищенням температури

ри збільшується парціальний тиск парів, що приводить до збільшення рушійної сили процесу мембранної дистиляції, а значить і до продуктивності [6].

При відсутності високого тиску в процесі МД можна знизити вимоги до матеріалів конструкції, що цілком дозволить виготовити тонкостінний апарат з пластмас або подібних полімерів як це було зроблено у Швеції [7].

На рис. 9 представлена принципова схема установки вакуумної мембранної дистиляції, встановленої на в Китаї в 2006 році [9]. Схема роботи установки аналогічна роботі зворотно осмотичній установці, за винятком включення в схему підігрівача, холодильника, а також мішалки для зниження ефекту концентраційної і температурної поляризації.

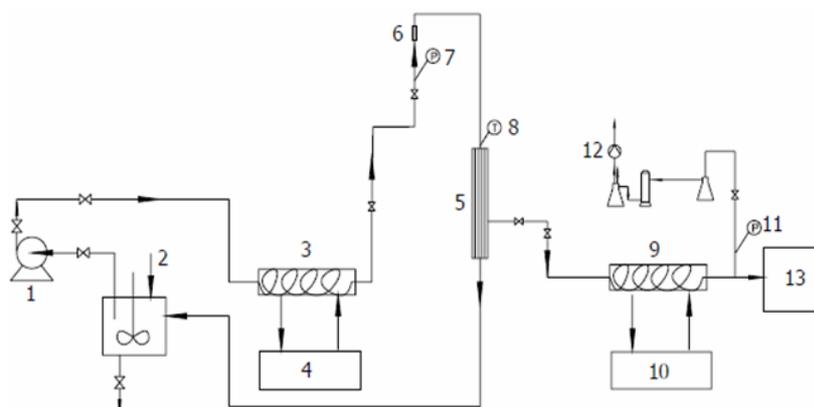


Рис. 9. Принципова схема установки вакуумної мембранної дистиляції на судах
1. Насос 2. Резервуар для зберігання 3. Теплообмінник 4. Датчик температури 5. Мембранний модуль 6. Витратомір 7. Манометр 8. Вимірювач температури 9. Холодильник 10. Холодильний термостат 11. Вакуумметр 12. Вакуумний насос 13. Пермеат

Таким чином переваги МД це:

- Невелика швидкість випаровування.
- Невеликий обсяг камери з газовою фазою. Значні обсяги, заповнені газовою фазою, необхідні для роботи конвекційної дистиляційної колони, у випадку мембранної дистиляції замінюються на обсяг пор у пористій мембрані, товщина якої в загальному випадку не перевищує 100-150 мкм.
- Компактність і простота апаратурного оформлення.
- Низькі робочі температури. Робочі температури в процесі мембранної дистиляції істотно нижче, ніж при проведенні інших процесів, так як немає необхідності нагрівати суміш до температури кипіння. Зазвичай, температура суміші, що знаходиться в інтервалі від 60 до 90 С, однак, при необхідності процес мембранної дистиляції можливо проводити при 30 С. Даний факт дозволяє використовувати альтернативні джерела енергії, що робить процес мембранної дистиляції більш економічно вигідним.
- Низькі теплові втрати.
- Низький робочий тиск.
- Високий ступінь очищення. Селективність процесу мембранної дистиляції становить майже 100%, при цьому природа розчинених речовин практично не грає значення. Цим процес мембранної дистиляції вигідно відрізняється від

таких мембранних процесів, як зворотний осмос, ультрафільтрація, мікрофільтрація та ін.

Висока продуктивність. При 100% селективності і за інших перевагах процесу питома продуктивність мембранної дистиляції близько $75 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{год}$, що можна порівняти з продуктивністю зворотного осмосу.

Хімічна стабільність мембран. Істотною перевагою процесу мембранної дистиляції перед такими мембранними процесами як зворотний осмос, є мінімальна роль мембрани в активному поділі. В процесі мембранної дистиляції мембрана виступає як підтримуюча поверхня для кордону розділу пар-рідина, і практично не контактує з розділеними компонентами, що істотно збільшує термін її працездатності. До того ж мембрани для мембранної дистиляції виконуються з хімічно стійких полімерів. Тривалий термін роботи мембран істотно знижує витрати в процесі експлуатації установок мембранної дистиляції.

Для оцінки витрат на опріснення морської води, нам необхідно порівняти наявні технології опріснення морської води в суднових установках, таких як:

- Паро-вакуумні установки;
- опріснювальні установки зворотного осмосу;
- опріснювальні установки мембранної дистиляції.

Витрата енергія на опріснення морської води, має безпосередній вплив на формування ціни продукту. Витрати енергії можуть бути досліджені за допомогою оборотних термодинамічних процесів. У термодинамічних принципах ми знаходимо, що будь-який метод опріснення води буде найбільш ефективним, якщо він включає в себе термодинамічний оборотний процес. Розрахунок енергії для визначення оборотної системи, служить в якості використовуваного нижньої межі енергії для будь-якого іншого процесу.

Робота W вироблена в процесі відділення солі Na Cl та інших частинок буде дорівнює силі F прикладеної для цього процесу помноженої на відстань X яку проходить розчином через мембрани. Цей процес є оборотним, оскільки в разі зрівнювання тиску до і після мембрани, рух змінить свій напрямок на протилежне, згідно закону осмотичного тиску. Осмотичний тиск визначиться за формулою Vant Hoffa [10].

$$\dot{I} = cRT \tag{1}$$

де: C - молярна концентрація іонів солі, R - газова постійна и T° - температура навколишнього повітря.

Спростимо розрахунок, припускаючи, що вся сіль в морській воді це хлорид натрію (Na Cl), а всі отримані дані внесемо в табл.2:

Таблиця 2. Характеристика морської солі

Атомна вага.	Кількість молей [моль/л].	Газова постійна R атм.л.	Кількість солі [г/л].	Іони солі NaCl	Молярна концентрація [моль/л].	Температура повітря [Т°].
Na 23, Cl 35,5	0,564	0,082	33	Na ⁺ , Cl ⁻	1,128	300°K

Якщо підставити отримані значення до формули (1)

$$P = 1,28 \cdot 0,082 \cdot 300 = 27,8 \text{ бар}$$

Припустимо, що площа поділу в мембранах один квадратний сантиметр через яку повинен пройти один літр розчину на відстань в 10 метрів, для того щоб продавити 1 літр розчину через мембрани, необхідно виконати певну роботу:

$$W = F \cdot S \cdot X, \tag{2}$$

де F - сила тиску, S – площа розділу, X – відстань подолана водою.

Тоді:

$$W = 27,8 \cdot 1 \cdot 10 = 278 \text{ м} \cdot \text{кг/л}$$

Знаючи, що 10 джоулів = 1 кг·метр, отримаємо 2780/3600 = 0,77 кВт·год/м³.

1 ккал ≈ 4200 джоулів, тоді P = (2780/4200) = 0,66 ккал/л. Таким чином, мінімальна енергія необхідна на опріснення одного літра морської води складає 0,66 ккал/л (Рис.10).

Порівнюючи енергію тепла необхідну для виробництва пари з 1 літра води, звернемося до загальновідомих теплотехнічних величин: 1 літр води вимагає 70 ккал. тепла для початку кипіння, і 544 ккал. тепла потрібно щоб зробити остаточне випарювання води. Це досить приблизний розрахунок, але переконливо доводить переваги зворотного осмосу перед тепловим методом опріснення.

Для зрівняння обрана витрата енергії на опріснення сучасної паро-вакуумної установки: Alfa Laval VSP-36-C125 продуктивністю 36м³/ добу, потужністю 52 кВт·год/ м³. (см. Рис. 10. Пряма-1.)

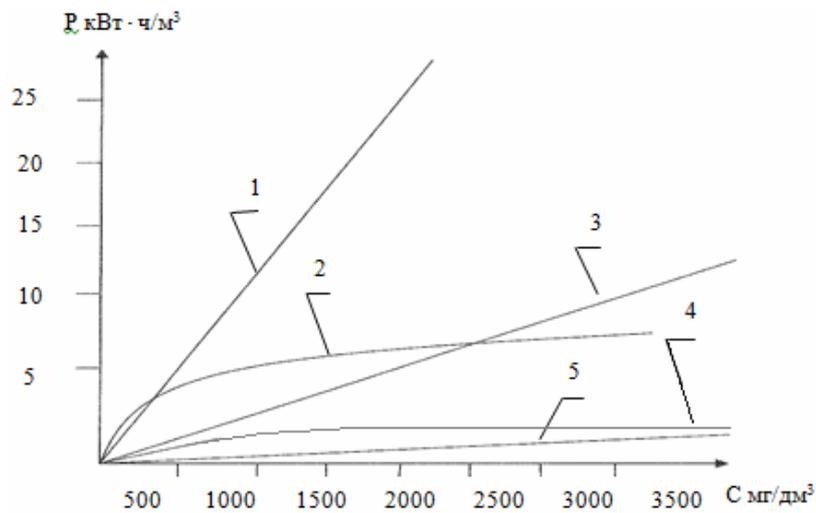


Рис. 10. Порівняльні характеристики енерговитрат

1- сучасна паро-вакуумна установка; 2 - установка зі зворотним осмосом; 3 - кристалізатор залишкового розсолу після опріснення; 4 - модуль мембранної дистиляції; 5 - оборотний процес зворотного осмосу.

Висновки:

- Зворотний осмос сьогодні є домінуючою технологією в опріснення морської води на березі, і широко впроваджується на морських судах пасажирського і ремонтного флотів. Завдяки запропонованим інноваціям в конструкції установки, а саме, використанню автономного опріснювального модуля: зменшуються габарити установок. Також конструкційне виконання модуля дозволяє робити ремонт установки і її обслуговування без відключення.
- Завдяки використанню кристалізатора розсолу обмежується вплив на навколишнє середовище, кристалізовану сіль ми можемо здавати в портах, що значно знижує економічної витрати.
- Нові технології, як мембранна дистиляція дозволяють використовувати альтернативні джерела енергії, таким чином істотно знизити витрати на процес, підвищити продуктивність установки і забезпечити більш глибоке очищення.
- Усі запропоновані покращення можуть комбінуватися між собою з метою отримання максимального ефекту: економічності, глибини очистки, продуктивності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Дитнерский Ю.И., Кочаров Р. Г., До Ван Дай. Дослідження процесу розділення водних розчинів неорганічних солей зворотним осмосом. МХТІ ім. Д. І. Менделеева, 1973р. – 24 с.
2. Yekaterina Moran, Elizabeth Schreiber, Justin Skelly, Danielle Volpe. Green Reverse Osmosis Pretreatment for Shipboard Desalination. 2010. 80 p.
3. Б.Е. Рябчиков «Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования», М. ДеЛи принт, 2004р. –328 с.

4. Данілян. А. Г. Опріснення морської води методом зворотного осмосу (swaro) з утилізацією розсолу на основі передових технологій. ІФ ОНМА. 2011р. –10 с.

5. Кафедра Мембранних Технологій РХТУ імені Д.І. Менделєєва. Режим електронного доступу: <http://www.membrane.msk.ru/>

6. Efrem Curcio, Gianluca Di Profio, Francesca Macedonio, Enrico Drioli. Operazioni a Membrana per la Dissalazione di Acque Marine: stato dell'arte e prospettive.

7. Anderson S.I., Kjellander N., Rodesjo. Desalination. 1985. V. 56. P.345-354.

8. Hanbury W.T., Hodgkless T. Desalination. 1985. V. 56. P. 287-297.

9. Ying Xu, Bao-ku Zhu, You-yi Xu. Pilot Test Of Vacuum Membrane Distillation For Seawater Desalination On A Ship Desalination, 186 (2006), p. 165-169..

10. Osmos Revers Osmosis and Osmotic Pressure whatthey are.Uri Lachish,guma science. 2005.PP.1-7.

УДК050:656.6

Стеценко М. С., Логішев І. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Інтеграція наукової періодики морської галузі України у світовий науково-інформаційний простір: проблеми та рішення

Ключові слова: наукова періодика, рейтинг установ, наукометрія, морська галузь.

Вступ. Україна є морською державою з розвиненими інфраструктурою морського транспорту та системою підготовки фахівців як за учбовими, так і науковими спеціальностями. Рівень розвитку науки будь-якої країни визначається трьома основними показниками – якісна фундаментальна наука, розвинені прикладні дослідження і високоефективна система розробок. Вчені відзначають, що на сьогоднішній день прикладні науки (у зв'язку з відступом фундаментальних) починають поступово займати домінуючу позицію, і цим обумовлена реальність придбання економікою інноваційного характеру в більшості країн світу [1, 2]. При цьому одним з вирішальних чинників для забезпечення успіху в інноваційній діяльності, оперативного впровадження у виробництво перспективних винаходів і новітніх технологій є реалізація альтернативної моделі наукової комунікації, яка передбачає інформаційне забезпечення, аналітичний супровід наукових досліджень і поширення їх результатів в просторі віртуальних комунікацій.

Для позиціонування країн у сучасному світі все ширше використовуються такі показники як Global Innovation Index чи Global Competitiveness Index – глобальні індекси інноваційності та конкурентоспроможності, що впливають, зокрема, на обсяги інвестицій в їхню економіку, а отже, на рівень життя суспільства[1]. Важливо те, що в обох випадках серед інших параметрів, які визначають ці індекси, є показники рівня розвитку фундаментальної та

прикладної науки, що кількісно визначаються, зокрема, часткою публікацій вітчизняних учених у авторитетних наукових виданнях (як іноземних, так і власних!).

Нині лише незначна кількість українських наукових періодичних видань відповідає світовому рівню. Більшість із них потребує суттєвої реорганізації, необхідність якої стає очевидною. Проте можлива вона лише за певних умов, що передбачають сильну вмотивованість до змін, розуміння їх змісту та підтримку відповідних відомств[1]. Наше завдання у цій роботі полягає у тому, щоб спробувати проаналізувати ситуацію в морській галузі загалом і визначити ключові вимоги на усіх рівнях системи, з урахуванням інтересів видавців, авторів, установ і держави.

Мотиваційні вектори в науці. У 2009 р до нормативних показників оцінювання ефективності наукової діяльності вищих навчальних закладів України був доданий індекс наукового цитування, що дозволяє оцінити рівень активності публікацій і наукової метрики вчених. У 2012 р Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України видано наказ (№ 1111 «Про опублікування результатів дисертацій на здобуття наукових ступенів доктора и кандидата наук» і № 1112 «Про затвердження Порядку формування Переліку наукових фахових видань України»), стимулюючи творчу активність науковців не тільки в створенні якісних публікацій, а й в розширенні географії їх опублікування. Дані документи стали також імпульсом, що підштовхнули наукові видавництва і наукові бібліотеки до активних дій по включенню видань в міжнародні наукометричні бази даних. Це, в свою чергу, передбачає нову редакційну політику щодо структури та якості статей, їх ліцензування та етики публікацій, перегляду складу редакційної колегії, презентації видання в Інтернет-просторі (створення веб-сайту з обов'язковою наявністю англomов-ної сторінки, реклама, форуми, соціальні мережі і т.п.) і інші аспекти.

Публікація статей в престижних зарубіжних журналах надає цілу низку переваг і корисних моментів[3]. Спробуємо перелічити головні з них.

- Підвищення наукової кваліфікації як ученого.
- Підвищення наукового статусу в науковому співтоваристві, спочатку – у своїй країні, потім (у разі успіху) – за кордоном; як результат – кар'єрне зростання;
- Поліпшення «видимості» (visibility) і «доступності» (availability) наукових розробок шляхом потрапляння публікацій в міжнародні індекси цитування – Web of Science та (або) Scopus;
- Розширення поля наукової діяльності завдяки знайомству з зарубіжними колегами, встановлення неформального взаємодії, як результат – міжнародні проекти, гранти, спільні публікації і т.д.
- Підвищення оцінок результативності наукової діяльності вченого за показниками публікаційної активності – кількості публікацій і їх цитованості, як результат – матеріальне заохочення від організації і кар'єрне зростання.

- Підвищення рейтингу організації – університету, НДІ, компанії за цими показниками.

- Розширення присутності країни в міжнародному науковому співтоваристві, зміцнення позицій країни.

Звернувши увагу на рейтинг вищих навчальних закладів [4], можна відмітити, що морська галузь України представлена у світовому науковому просторі трьома вузами (табл. 1): Національним університетом кораблебудування ім. адмірала Макарова, Одеським національним морським університетом та Одеською національною морською академією (зараз Національний університет «Одеська морська академія»). Порівняльний аналіз з лідерами рейтингу вказує на те, що кількість публікацій в авторитетних журналах ученими освітніх установ морської галузі (як згаданих вище, так і інших) відрізняється в 100 та навіть 1000 разів! На нашу думку, такі цифри безумовно потребують невідкладних дій на всіх рівнях – від авторів до керівництва установ і країни в цілому.

Для рейтингування проектів в останні роки все ширше використовуються показники, що враховують вагу попередніх результатів і досвід відповідних колективів. Чи не найважливішим фактором стає те, де були опубліковані попередні результати і який вплив вони мали на подальші дослідження у відповідному напрямі. Таким чином, необхідною умовою успішної наукової діяльності є опублікування результатів у престижних наукових виданнях, що забезпечує широке коло читачів та відкриває кращі перспективи щодо цитувань, а отже – підвищення формальних показників. Опублікування матеріалу в авторитетному виданні забезпечує надійну верифікацію результатів із підтвердженням її якісного рівня шляхом процедури незалежного рецензування та можливості критичного реагування колег і використання цих результатів для подальшого прогресу науки.

Окрім забезпечення престижу країни на світовій науковій арені, наукометричний інструментарій нині став необхідним для виконання багатьох управлінських завдань у такій складній та специфічній сфері як наука. Саме публікації у виданнях, «видимих» для світу, можуть стати основою для сучасного кількісного аналізу ефективності наукової роботи в країні, результати якого можуть бути використані для рейтингування наукових установ, цільового розподілу коштів, реалізації кадрової політики та низки інших завдань. Отже, чим більша частка усіх наукових публікацій є «видимою» та доступною для аналізу (тобто представлена у відповідних виданнях) – тим точнішими і вірогіднішими стають результати.

Таблиця 1. Витяг з рейтингу вищих навчальних закладів України за рівнем цитування у Scopus станом на 16 липня 2015 року

№ п/п	Установа	Кількість публікацій у Scopus	Кількість цитувань у Scopus	Індекс Гірша (h-індекс)
1	Київський національний університет імені Тараса Шевченка	12416	49991	70
2	Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна	7117	31308	54
3	Львівський національний університет імені Івана Франка	4976	21899	44
4	Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова	2508	10490	44
5	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	2186	7336	42
...
68	Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова	97	133	7
...
96	Одеський національний морський університет	61	56	4
...
105	Чорноморський державний університет ім. П. Могили	32	30	3
106	Міжрегіональна академія управління персоналом (МАУП)	22	25	3
107	Одеська національна морська академія	13	22	3

Інтеграційні рішення. Можна виділити основні вектори діяльності з інформаційного цифрового супроводу наукових досліджень і просуванню їх результатів у світовий інформаційний простір, а саме[2]:

- Розширення номенклатури вітчизняних і зарубіжних наукових інформаційних ресурсів за рахунок придбання бібліотеками доступів до ліцензованих електронних повнотекстових і наукометричних баз даних.

- Організація нових напрямків в роботі університетів, пов'язаних із просуванням наукових публікацій в міжнародне науково-інформаційний простір: а) створення інституційних репозитаріїв (цифрових архівів наукової творчості); б) організація системи сайтів наукової періодики вузів морської галузії їх інтеграція в національну систему (в Україні – на платформі OpenJournalSystem); в) створення навігаційної системи орієнтації в галузевих і універсальних повнотекстових, реферативних і наукометричних базах даних (через сайт бібліотеки як «єдине вікно»); г) проведення науково-практичних семінарів для вчених; д) розширення рекламної діяльності в реальному і віртуальному просторах.

▪ Розвиток інформаційно-аналітичної діяльності, пов'язаної з моніторингом світового наукового інформаційного потоку, аналізом рівня цитування вчених і індексів впливу періодичних видань вузів, просуванням наукових праць (періодики, матеріалів конференцій, монографій) у світових бібліо- і наукометричних базах даних. Необхідно враховувати той факт, що, крім статей і оглядів з наукових журналів, які є основними джерелами інформації, індекси цитування наукометричних баз даних також охоплюють дисертації, патенти, реферати.

Реалізація даних дій запобіжить «розпорошення» науково-інформаційних ресурсів кожної наукової установи, дозволить консолідувати їх на рівнях внутрішнього і зовнішнього (національного, міжнародного) інформаційних комунікаційних просторів, підвищить значимість українських наукових видань та авторитет української науки в цілому. При цьому, як відзначають вчені, провідну роль з інформаційного забезпечення, аналітичного супроводу наукових досліджень і поширення їх результатів в просторі віртуальних комунікацій займають університетські бібліотеки [2].

Висновки

1) Сьогодні редакції наукових журналів України, долаючи сформовану тенденцію їх слабкого представництва в світових науково-інформаційних системах, активізували дії по он-лайн інтеграції періодики в світові каталоги, наукометричних системи.

2) Наукова періодика морської галузі України на сьогоднішній день потребує невідкладної реалізації запропонованих рішень щодо підвищення показників якості, конкурентоспроможності та інвестиційної привабливості у міжнародному науковому просторі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мриглюд, І.М. Вітчизняна наукова періодика: загальний аналіз, тенденції та проблеми [Текст] / І.М. Мриглюд, О.І. Мриглюд // Наука України у світовому інформаційному просторі. – Вип. 8. – К.: Академперіодика, 2013. – С. 37-53.

2. Колесникова, Т. А. Интеграция украинской отраслевой научной периодики в мировое научно-информационное пространство: проблемы и решения [Текст] / Т. А. Колесникова // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – 2013. – № 6 (48). – С. 7-22.

3. Свицерская, И.В. Как написать и опубликовать статью в международном научном журнале [Текст]: метод. рекомендации / сост. И. В. Свицерская, В.А. Кратасюк. – Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2011. – 52 с.

4. Рейтинг вищих навчальних закладів України – за показниками наукометричної бази даних Scopus станом на 16.07.2015 [Електронний ресурс]: Євро освіта. – 3 березня 2015 р.

URL: <http://www.euroosvita.net/index.php/?category=1&id=4262>

Калугін В.М., Корчак О.В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Аналіз роботоздатності газотурбокомпресорів суднових дизелів

Підвищення якості суднових технічних засобів (СТЗ), а також вдосконалення методів їх технічної експлуатації, значною мірою, пов'язані з аналізом інформації про результати їх експлуатації яка є важливим каналом зворотного зв'язку, що впливає на технічний стан на всіх стадіях життєвого циклу СТЗ. На підставі отриманої інформації формується база даних про якісні і кількісні показники надійності СТЗ, трудомісткості технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р), рухах змінно-запасних деталей.

Якісний аналіз дозволяє: встановлювати ступінь впливу відмов і пошкоджень СТЗ на роботоздатність окремих агрегатів, систем або судна в цілому; виявляти найменш надійні компоненти суднової техніки; визначати комплекс заходів, вирішення яких дозволить забезпечити належний рівень роботоздатності СТЗ.

Кількісний аналіз інформації про надійність дає можливість визначити фактичний рівень надійності суднової техніки, шляхом використання певних аналітичних залежностей. При оцінці кількісних характеристик, основними величинами, які використовуються в розрахунках, є: кількість відмов, напрацювання на відмову або напрацювання до відмови.

Дослідження та аналіз показників надійності СТЗ і газотурбокомпресорів (ГТК) були виконані класифікаційним товариством «Lloyd's Register» (LR) [2] і Шведським страховим товариством «Swedish Club» (SC) [3] що дозволяє встановити значення основних показників їхньої надійності та визначити основні причини їх відмов.

У табл. 1 наведено, найбільш поширенні види пошкоджень конструктивних вузлів суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ), які, за даними LR, призвели до відмов мало обертових дизелів (МОД).

Таблиця 1. Основні причини відмов МОД, за даними LR

Відмови вузлів і деталей	Відносна кількість відмов, %
Газотурбокомпресори	18,0
Поршні	10,0
Втулки циліндрів	9,0
Колінчасті вали	8,0
Шатуни	7,0
Штоки поршнів	4,0
Відмови інших конструктивних вузлів	44,0

У табл.2 наведено компоненти, пошкодження яких, за даними SC, найбільш часто викликали пред'явлення позовних вимог по категорії «Головний двигун».

Таблиця 2. Причини відмов СДВЗ всіх типів, за даними SC

Вузли і деталі СДВЗ	Кількість відмов	Відносна кількість відмов, %
Газотурбокомпресори	145	39,1
Взаємозалежні компоненти	65	17,6
Втулки циліндрів	35	10,3
Підшипники, шийки валів	17	4,6
Колінчасті вали, шатуни	16	4,3
Поршні, штоки поршнів	11	3,0
Остов і блоки циліндрів, анкерні кріплення	8	2,2
Крейцкопфи, повзуни	7	1,9

Пошкодження ГТК є найчастішими і на які були витрачені найбільші виплати на відшкодування позовних вимог викликаних відмовами ГД. Зареєстровано 145 позовних вимог, причиною яких стали відмови ГТК при загальній їх кількості 370 по категорії «Головний двигун» (табл. 1).

Загальні витрати по відшкодуванню позовних вимог викликаних відмовами ГД, за період з 2005 року по 2011 рік, причиною яких стали пошкодження ГТК склали 50.000.000 USD (табл.3), при загальних витратах 201.500.000 USD по категорії «Головний двигун».

За даними LR встановлена залежність зміни надійності СДВЗ, що викликана відмовами ГТК, у залежності від типу двигуна. Кількість несправностей ГТК, що призвели до відмов двигуна, стосовно загальної кількості відмов по двигуну, склало: 3% для високо обертових двигунів (ВОД), 9% для середньо обертових двигунів (СОД) і 18% для МОД. За даними аналогічних досліджень SC: 29,8% для СОД, 42,9% для МОД. Це свідчить про те, що більшість серійно виготовлених ГТК, спеціально призначених для ВОД, більш надійні в експлуатації, у порівнянні з встановленими на СОД і МОД. Імовірність виникнення відмов у ГТК, стосовно загального числа відмов по двигуну, встановлених на МОД, у 2 рази вище, ніж у СОД, і в 6 разів вище, ніж у ВОД. Причиною цьому є більш тяжчі умови роботи ГТК двотактових дизелів, у процесі експлуатації, що залежать від ряду визначальних експлуатаційних факторів.

Найчастіше відмови ГТК були викликані пошкодженнями ротора – до 25,0% від загальної кількості відмов, соплових лопаток турбіни – до 20,0% і робочих лопаток турбіни - до 18,0%.

Крім аварійних випадків, що викликають відмови ГТК, для усіх них характерне зниження рівня працездатності, обумовлене експлуатаційними факторами. Звичайно це не приведе до заміни або ремонту деталей і вузлів, однак впливає на основні показники і параметри роботи дизельної установки, а в деяких випадках може стати причиною виникнення нестійких режимів роботи і як наслідок відмови самого ГТК [1].

Таблиця 3 – Витрати на відшкодування позовних вимог які спричинені найбільш поширеними відмовами компонентів СДВЗ всіх типів, за даними SC

Вузли і деталі СДВЗ	Загальні витрати, USD	Середні витрати, USD	Відносні витрати, %
Газотурбокомпресори	49,821,354	343.596	24,7
Взаємозалежні компоненти	44.517.518	684.885	22,1
Втулки циліндрів	19.389.949	553.998	9.6
Підшипники, шийки валів	13.508.476	794.616	6.7
Колінчасті вали, шатуни	23.154.607	1.447.163	11,5
Поршні, штоки поршнів	4.823.366	438.488	2,4
Остов і блоки циліндрів, анкерні кріплення	7.242.901	905.363	3,6
Крейцкопфи, повзуни	5.931.974	847.425	2,9

Головними причинами відмов ГТК є низькочастотна і високочастотна вібрація ротора. Якщо низькочастотні коливання генеруються неурівноваженими силами і їх моментами, ударними навантаженнями, які викликані спалахами палива в циліндрах двигуна і власними низькочастотними амплітудами коливань корпусу ГТК, то амплітуди високочастотних коливань залежать від урівноваженості ротора, яка змінюється в процесі експлуатації. В основному ці зміни пов'язані з відкладеннями на робочих лопатках і диску турбіни, погибами ротора внаслідок місцевих перегрівань. Крім того причиною збільшення амплітуд високочастотних коливань може стати порушення співвісних шийок валу ротора і підшипників. Ще однією важливою причиною виникнення значних вібраційних навантажень і наступних ушкоджень ГТК є їх робота в зоні нестійких режимів - помпаж компресору.

Турбіни ГТК головних МОД у найбільшій мірі схильні до відкладень, що пов'язано з використанням ними залишкових важких сортів палив, які характеризуються великим розкидом якісних характеристик. Чим вище шар відкладень на робочих лопатках, тим більше неурівноваженість ротора і вище рівень високочастотної вібрації.

В цілях своєчасної і оперативної ідентифікації неурівноваженості роторів ГТК необхідно здійснювати періодичний або постійний контроль рівня вібрації ГТК в процесі експлуатації, запобігаючи тим самим виникнення можливих відмов ГТК.

В цілях забезпечення високого рівня технічного стану ГТК в процесі експлуатації СДВЗ необхідно регулярно усувати виникаючі відкладення в турбіні шляхом очищення проточної частини турбіни, застосовуючи сухі очисники або воду. Це дозволяє підтримувати високу ефективність роботи ГТК. Якщо не застосовувати очищення проточної частини турбіни або виконувати її епізодично, то це призводить до погіршення процесу згоряння палива і додаткової стимуляції росту шару відкладень і, як наслідок, розбалансуванню ротора ГТК.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Калугин В.Н. Анализ опыта эксплуатации газотурбокомпрессоров судовых дизелей. – ООП ОУС, 1989 – 36 с.

2. Banisoleiman K., Rattenbury N. Reliability trends, operating issues and acceptance criteria related to exhaust gas turbochargers used in the marine industry// A classification society view by Lloyd's Register, marine services.- London, 2008.- September. 21-39 p.p.

3. Main Engine Damage Study 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.swedishclub.com>.

УДК 662.6 :629.5

Демідова Н.П.

Національний університет «Одеська морська академія»

Проблеми стабільності та сумісності важких палив

В останні роки визначилася стійка тенденція погіршення якості суднових палив, пов'язана із зростанням використання залишкових продуктів крекінг-процесів. При цьому значно збільшилася частка асфальтосмолистих продуктів у складі важких палив, що викликає ряд експлуатаційних проблем при паливопідготовці та у процесі зберігання палива. Ці ускладнення проявляються в утворенні відкладів у паливних танках, фільтрах, паливопідігрівачах, сепараторах, а також призводять до відмов паливної апаратури.

У високоароматизованому середовищі навіть при невеликій концентрації асфальтенів утворюються розчини або стабільні (стійкі) тонкодисперсні системи. Збільшення молекулярної маси, зниження температури і ароматичність дисперсійного середовища призводить до укрупнення окремих частинок, появи асоціатів та нестійкої системи, в результаті чого можливе утворення осадів.

Нестабільним є паливо, яке в процесі його зберігання утворює осади асфальтенів. Два палива несумісні, якщо їх суміш виходить нестабільною, тобто якщо в суміші відбувається випадання осадів.

Така ситуація може виникнути з прийнятим на судно бункером, який виготовлений в берегових змішувальних установках з несумісних компонентів або неправильної їх пропорції, а також при змішуванні наявних на судні несумісних різних палив.

Таким чином, вкрай важливо старшому судновому механіку розуміти особливості та нюанси фізико-хімічних відмінностей різних сортів, марок і типів палива. Саме тому цей матеріал є актуальним, так як дозволяє при замовленні бункера приймати економічно і технологічно обгрунтовані рішення.

Для оцінки розчинної здатності палива по відношенню до вмісту в ньому асфальту використовується критерій ароматичності, запропонований Гірничо-рудним бюро США, кореляційний індекс бюро шахт, який характеризує наявну розчинну здатність неасфальтенів (BUREAN of mines correlation index).

У стабільному паливі (або суміші палив) усі асфальтени знаходяться в розчиненому стані і здатні залишатися в такому стані тривалий час. У цьому випадку вважається, що «розчинна здатність палива по відношенню до його асфальтенів достатня».

Мінімальна «розчинна здатність, що забезпечує утримання асфальтенів в розчині, оцінюється «точкою еквівалентності толуолу» (ТЕ). ТЕ визначається шляхом розчинення випробуваного палива в різних сумішах толуолу і нормального гептану (н-гептану) і визначення моменту початку осадження асфальтенів за методом плями. Ця методика вимагає спеціального обладнання і може бути виконана тільки в лабораторії.

Проведені фірмою «Exxon Mobil Corporation» дослідження дозволили сформулювати наступний критерій стабільності сумішей: паливо, одержане змішуванням компонентів, є стабільним, а вихідні палива сумісними, якщо наявна «розчинна здатність» (ароматичність) суміші більше мінімальної «розчинної здібності», необхідної для утримання асфальтенів у розчині.

У результаті зіставлення значень ВМСІ і ТЕ для великої кількості сумішей залишкових палив як сумісних, так і несумісних, було встановлено, що для всіх сумішей критерій сумісності можна виразити в наступній формі:

$$\text{ВМСІ} - \text{ТЕ} > K,$$

де: ВМСІ – кореляційний індекс гірничорудного бюро, який характеризує наявну розчинну здатність палива;

ТЕ – точка еквівалентності толуолу, яка характеризує необхідну розчинну здатність палива; К – стала, що залежить від конкретних складових суміші.

Для більшості сумішей крекінгових залишкових нафтопродуктів і звичайних розріджувачів стала К знаходиться в межах від 7 до 14.

Основне питання, що відноситься до «проблеми сумісності»: чи будуть два палива різних джерел після змішування в паливному танку уявляти собою стабільну суміш без виділення осаду, може бути вирішене шляхом попереднього розрахунку показників ВМСІ і ТЕ для суміші проб цих палив в різних пропорціях.

При цьому можна передбачити припустиме змішування цих палив і які пропорції забезпечать мінімальне випадіння асфальтенів.

Показником сумісності є кількість відстою (після змішування палив), вимірюваного при гарячій фільтрації. Цей показник у світовій практиці позначений SHF – Sediment by Hot Filtration (осад при гарячій фільтрації), він виражається у відсотках від загальної маси змішаного палива.

Величини ВМСІ прямолінійно залежить від складу суміші. Величина ТЕ при невеликому додаванні некрекінгованого малов'язкого компоненту змінюється незначно, однак, при збільшенні частки некрекінгованого компоненту ТЕ зменшується і досягає ТЕ некрекінгованого палива. При складі сумішей, що містять від 30 до 60 % крекінгованого компоненту, різниця між ВМСІ і ТЕ падає нижче 7 і спостерігається випадання значних кількостей осадів.

Для допоміжних двигунів при відсутності газотурбінного палива часто використовується суміш мазуту з дизельним паливом, яка дешевше, ніж дизельне паливо і має в'язкість меншу, ніж у мазуту.

Необхідне співвідношення компонентів з відомими в'язкостями, що змішуються, можна визначити з діаграми змішування нафтопродуктів за допомогою з'єднання двох точок прямою лінією.

Необхідно враховувати, що важкопаливний компонент вже є сумішшю ма-зуту з легким паливом в пропорції, що забезпечує ринкову в'язкість.

Так як час і температура посилюють процес осадження в суміші, яка часто буває нестабільною, то змішане паливо має бути спрямоване безпосередньо в двигун, а не зберігатися в цистерні.

Якщо необхідна в'язкість на впорскуванні може бути отримана не тільки розведенням важкого палива легким, але і за допомогою нагрівання, то, як правило, більш доцільно нагрівати паливо, щоб уникнути ризику, пов'язаного зі змішуванням.

Для підвищення асфальтенової стабільності важких палив, якщо є небезпека утворення осадів, може бути рекомендовано застосування спеціальних присадок, які забезпечують утримання асфальтенів в диспергованому стані (присадка «Бункерол Д» фірми «Ameroid», присадка 10804X фірми «Exxon Mobil Corporation» та інш.). При застосуванні таких присадок слід мати на увазі, що у разі накопичення значних відкладень асфальтосмолистих продуктів в паливних танках первісне дозування присадки повинно бути мінімальним, оскільки інтенсивне видалення осадів з танків і паливної системи призводить до надмірного зносу паливних фільтрів, ускладнює роботу сепараторів та ін. Крім того, при наявності в паливі води можливе утворення стійких емульсій, тому відстій води в танках необхідно видаляти. При вмісті води більше 1 % застосування присадки не рекомендується.

Викладена вище методика визначення сумісності палив через свою складність не придатна для використання в суднових умовах. Для суднових умов розроблена краплинна проба, що уявляє собою спрощений тест на сумісність за методом ASTN D2781. Цей метод використаний фірмою «MAR-TEC» (Німеччина, Гамбург), яка розробила судову експрес-лабораторію для аналізу палив і мастил (Fuel Lube Test Cabinet), з допомогою якої проводиться випробування палив на сумісність.

При приготуванні замовленого судном палива слід керуватися загальними міркуваннями:

1. Не змішувати важке крекингване паливо з легким некрекингваним.
2. Не змішувати крекингване і некрекингване важкі палива, але у разі необхідності змішування таких палив слід уникати рівних або близьких пропорцій.
3. Враховувати, що збільшення вмісту дистилатів у суміші з залишковими паливами призводить до втрати стабільності (не рекомендується утримання дистилату більше 40 %, якщо його походження збігається з походженням залишкового компонента, і не більше 20 %, якщо однаковість походження обох компонентів не гарантована).
4. Якщо відома тільки густина палива, то слід уникати змішування палив з різною густиною або змішувати їх так, щоб вміст одного з компонентів суміші був мінімальним.
5. Суміш двох палив з однаковою в'язкістю і густиною зазвичай стійка.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Занько О.Н., Калугин В.Н., Логишев И.В. Технологии использования рабочих веществ в судовых энергетических установках: учебник. – Одесса: Феникс, 2015. - 506 с.
2. ГОСТ Р 50837.7-95 Топлива остаточные. Определение прямогонности.
3. Калугин В.Н., Логишев И.В. Использование морских топлив на судах: учебное пособие. – Одесса: ОНМА, 2010. – 191с.

УДК 629.5.035+621.431.74

Царев Л.Н.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Поддержание высоких пропульсивных качеств судна путем шлифования гребных винтов

Цель шлифования гребных винтов

Периодическое шлифование лопастей гребных винтов морских судов осуществляется с целью уменьшения шероховатости поверхности лопастей. Оно позволяет поддерживать высокие пропульсивные качества судна в процессе эксплуатации, в том числе скорости хода судна при заданной мощности и сокращение расхода топлива.

Шлифование лопастей гребных винтов является одним из методов технического обслуживания гребных винтов в эксплуатации и заключительным этапом их ремонта.

Решение о необходимости проведения шлифования винта в междоковый период принимается судовладельцем, для чего сначала необходимо произвести его подводное освидетельствование. В некоторых случаях для этого нужно произвести предварительную очистку винта от обрастателей, анодного осадка. После получения акта обследования, в каждом конкретном случае, решается вопрос о целесообразности подводной полировки винта в зависимости от его технического состояния.

При каждом доковании обязательно необходимо производить очистку, ремонт винта, а в случае его нормального технического состояния и полировку.

Определение шероховатости поверхности гребных винтов.

Эффективность винтов снижается с течением времени за счёт эрозии, а также обрастания винта морскими организмами или наличия анодного осадка. В процессе эксплуатации гребные винты должны периодически обследоваться, весь налёт и обрастание должны удаляться. После очистки состояние поверхности лопастей должно быть определено с использованием компаратора, данные о шероховатости должны быть зафиксированы в формуляре гребного винта и указаны в акте обследования. В случае если значения шероховатости поверхности лопастей превышают максимально допустимые, винт должен быть отполирован.

Определение шероховатости поверхности лопастей гребных винтов до и после шлифования осуществляется путем сопоставления состояния поверхности лопастей со специальными шаблонами-эталоном (компараторами Рубер-

та) (табл. 1). Шкала компаратора состоит из 6 образцов: **A, B, C, D, E**, и **F**, являющихся эталонами для определения шероховатости лопастей.

Образцы **A** и **B** отображают шероховатость новых или отремонтированных лопастей. Образцы **C, D, E**, и **F**, используются для оценки и составления отчёта о состоянии лопастей в период эксплуатации.

Таблица 1. Компараторы фирмы «Руберт и КО»

N	Шаблоны	, мкм по ГОСТ 2789-93
1	A	0,65
2	B	1,9
3	C	4,7
4	D	8,25
5	E	16,6
6	F	30,0

Обследование и ремонт винта.

Для выполнения работ по шлифованию поверхность лопастей разделяется на зоны шлифования (рис.1.).

Зона I представляет собой нагнетающую и засасывающую поверхности лопасти, начиная от 0,6 радиуса винта до внешнего края лопасти и поверхность всей входящей кромки.

Зона II представляет собой нагнетающую и засасывающую поверхности лопасти от ступицы до 0,6 радиуса гребного винта, ограниченную линией, лежащей на расстоянии 0,15 ширины сечения (β) от входящей кромки.

Оценка шероховатости лопастей до шлифования осуществляется: на двух сторонах одной лопасти в 2 точках засасывающей и в 2 точках нагнетающей стороны (ориентировочно точки 1, 2, 3, 4, см. рис. 2.1). При неравномерной по радиусу и ширине лопасти шероховатости также в 4-х точках, наиболее развитой шероховатости зон I и II.

Оценка шероховатости лопастей до шлифования осуществляется :на двух сторонах одной лопасти в 2 точках засасывающей и в 2 точках нагнетающей стороны (ориентировочно точки 1, 2, 3, 4, см. рис.2). При неравномерной по радиусу и ширине лопасти шероховатости также в 4-х точках, наиболее развитой шероховатости зон I и II.

Шероховатость лопастей после шлифования не должна превышать по высотному параметру в любой точке лопасти соответственно в зонах I и II значений, приведенных в табл. 2

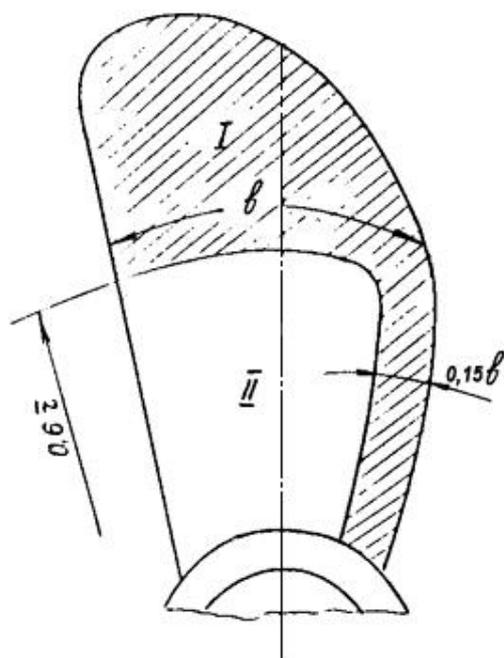


Рис. 1. Зоны шлифования

Засасывающая сторона

Нагнетающая сторона

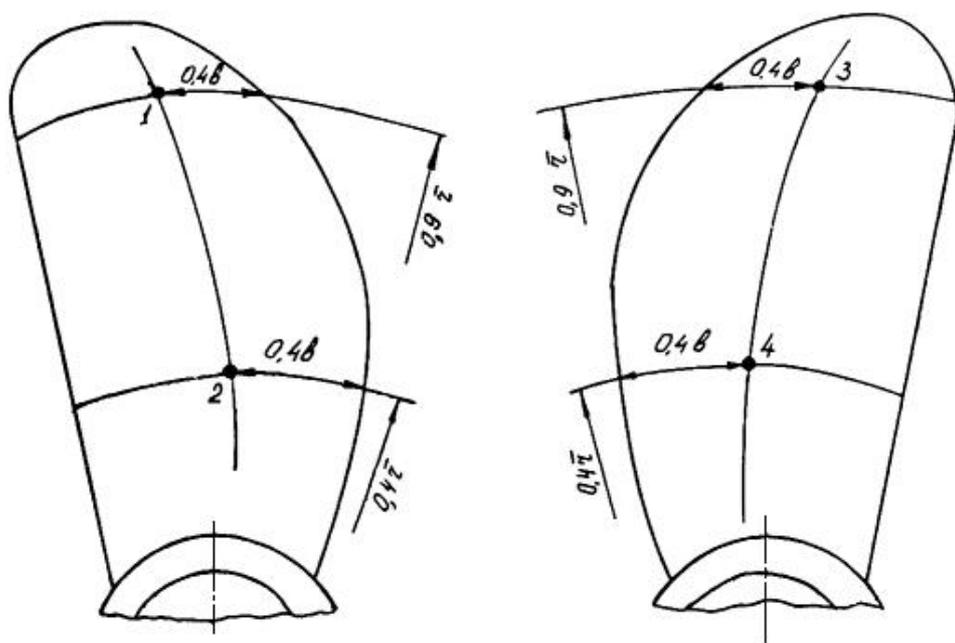


Рис.2. Схема расположения точек для измерения шероховатости

Таблица 2. Требования к шероховатости поверхности лопастей гребных винтов после проведения шлифования (Δ , мкм)

Материал винта	Скорость хода судна, узл.					
	15 и более		менее 15 до 12		менее 12	
	зона I	зона II	зона I	зона II	зона I	зона II
цветные сплавы нержавеющая сталь	I. Для винтов, шлифуемых при снятии их с вала					
	2	5	3	5	3	7
цветные сплавы нержавеющая сталь	II. Для винтов, шлифуемых на валу судна					
	3	5	5	7	7	9
	5	9	7	12	8	17

Внешняя половина радиуса лопасти винта должна поддерживаться в состоянии ориентировочно соответствующем образцу **В**. Поверхности, дошедшие до состояний **Д,Е** или **Ф**, могут быть восстановлены до состояния **В** при помощи абразивного диска зернистостью 36 с последующей доводкой диском зернистостью 80.

Заключение

Были проведены специальные теплотехнические испытания балкера девейтом 34000 т до и после шлифования гребного винта. Они показали, что подводная полировка гребных винтов даёт экономию топлива около 4%, либо прирост скорости приблизительно 0,3 узла. Оптимальный срок между подводными полировками находится в пределах 4 – 6 месяцев. Средняя экономия топлива за этот период составляет около 2%. Эти цифры могут меняться в зависимости от типа судна, района плавания, продолжительности стоянок и пр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 31.26.03-86 Инструкция по шлифованию гребных винтов в эксплуатации и при ремонте судов
2. Завьялов А.А. и др. Режимы работы дизельных установок в составе пропульсивных комплексов. –Одесса: ОНМА, 2008 г.

УДК 621.822-242.3.001.573:004.43

Кардашев Д.Л., Аболешкин С.Е.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Численные методы Расчета частот свободных крутильных колебаний

При расчете частот свободных крутильных колебаний валопровода реальная система с распределенными параметрами заменяется дискретной системой, состоящей из сосредоточенных приведенных масс, соединенных упругими участками с соответствующими жесткостями (податливостями). Динамика колебательной системы описывается системой зацепляющихся однородных дифференциальных уравнений второго порядка

$$J_i \cdot \ddot{\phi}_i + c_{i,i-1}(\phi_i - \phi_{i-1}) - c_{i+1,i}(\phi_{i+1} - \phi_i) = 0 \quad i=1...N \quad (1)$$

или

$$J_i \cdot \ddot{\phi}_i + \frac{1}{e_{i,i-1}}(\phi_i - \phi_{i-1}) - \frac{1}{e_{i+1,i}}(\phi_{i+1} - \phi_i) = 0 \quad i=1...N \quad (2)$$

где: N – число сосредоточенных масс системы, J_i – моменты инерции сосредоточенных масс, φ_i- углы скручивания вала на i-ом участке, c_{i,i-1}- жесткости упругих участков (e_{i,i-1}- податливости). Системой уравнений (2) удобно

пользоваться, если в колебательной системе имеются участки с «бесконечной» жесткостью.

Формальным решением системы уравнений (1) является

$$\phi_i = a_i \sin(\omega \cdot t + \alpha_i)$$

где ω – циклическая частота, a_i – амплитуды колебаний, α_i – фазы.

Для расчета частот таких колебаний используют несколько методов. Наиболее распространенные из них – методы Толле, Терских, Хольцера и матричный метод. Первые три способа нахождения частот и форм собственных колебаний крутильных многомассовых систем основаны на решении рекуррентной системы уравнений путем последовательных подстановок пробных значений собственной частоты. В матричном методе используется задача нахождения собственных значений и собственных функций трехдиагональной прямоугольной матрицы размерность, которой равна числу масс системы.

Метод Толле основан на равенстве нулю суммы моментов сил упругости и сил инерции масс системы при собственных колебаниях.

Обозначая моменты сил упругости участков вала через $M_{i-1,i}$, а относительные амплитуды угловых колебаний масс через a_i , систему дифференциальных уравнений (1) приводят к системе алгебраических уравнений

$$M_{i-1,i} = M_{i-2,i-1} - J_{i-1} a_{i-1} \omega^2; \quad a_i = a_{i-1} + \frac{M_{i-1,i}}{C_{i-1,i}} \quad i = 1 \dots N \quad (3)$$

При совпадении ω с искомой частотой собственных колебаний системы участки $N, N+1$ и $0, 1$ не будут деформированы, т.е. $M_{N,N+1} = M_{0,1} = 0$. При неудачном выборе значения на участок $N, N+1$ действует некоторый остаточный момент. Подставляя пробную величину ω в систему (3) добиваются равенства нулю остаточного момента.

В основе табличного метода расчета по Хольцеру лежит равенство кинетической энергии на массах системы от инерционного момента и потенциальной энергии на ее участках от эластического момента, которое наступает при совершении системой свободных колебаний. Исходя из этого принципа в таблицах Хольцера при переходе от одной массы к другой для каждого пробного значения круговой частоты, подсчитывается суммарный (накопленный) инерционный момент

$$a_i = a_{i-1} - \Delta \cdot e_{i-1,i} \sum_{j=1}^{N-1} \theta_{i-1} a_{i-1}; \quad i = 1 \dots N,$$

где Δ – квадрат приведенной циклической частоты, a_i – приведенная амплитуда колебаний, θ_i – приведенный момент инерции, $e_{i,i-1}$ – податливости участков вала. При достижении искомой частоты суммарный инерционный момент на последней массе системы должен стать равным нулю. На рис. 1 показаны корни функции Хольцера.

$$\text{Значения частот } \omega_i \text{ находится по формуле } \omega_i = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{\Delta_i}{J_1 e_{1,2}}}$$

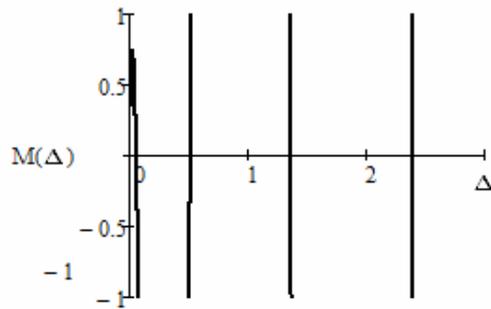


Рис. 1. Корни функции Хольцера

В методике В. П. Терских [1] были введены понятия о стойкости массы $H_i = -\Delta_j \cdot \theta_i$ и стойкости всей системы $H_1^{(p)}$ от 1 до p -й массы, которая при частоте равной частоте свободных колебаний обращается в ноль. Стойкость всей системы представляет цепную дробь

$$H_1^{(p)} = H_1 + \frac{1}{e_{1,2} + \frac{1}{H_2 + \frac{1}{e_{2,3} + \frac{1}{H_3 + \dots}}}}$$

В нашей работе итерационные методы Хольцера и Терских для неразветвленной колебательной системы дизель-генератора 5L23/30H [2] были реализованы на базе встроенного программного компонента поиска корней функции- root (M(Δ), Δ) системы MathCad.

Матричный метод [3] основан на вычислении собственных значений и собственных векторов трех-диагональной ленточной матрицы, размерностью $N \times N$ (N – число масс системы)

$$\begin{pmatrix} \frac{c_1 + c_2}{\theta_1} & c_1 & \dots & 0 \\ c_1 & \frac{c_2 + c_3}{\theta_2} & c_2 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & c_n \\ 0 & 0 & c_{n-1} & \frac{c_n + c_{n+1}}{\theta_n} \end{pmatrix}$$

В нашей работе матричный метод реализован на базе встроенной функции $\text{eigenvals}(M)$ и $\text{eigenvec}(M, h)$ системы MathCad. Результаты расчетов первых четырех собственных частот представлены в табл.1. Согласие наших результатов с фирменными расчетами (Doosan Engine) удовлетворительное.

Главным недостатком итерационных методов (Хольцера, Толле и Терских) является необходимость дополнительных усилий в «ручном режиме» по поиску пропущенных корней. В матричном методе пропуск собственных частот исключен.

Таблица 1. Сравнение результатов расчета собственных частот первых четырех форм крутильных колебаний колебательной системы дизель-генератора 5L23/30H.

№	Фирм. расч. Doosan Engine, мин ⁻¹	Хольцер, мин ⁻¹	Терских, мин ⁻¹	Матр. мет., мин ⁻¹
1	5185	5185	5080	5320
2	6906	6905	6905	6191
3	11290	14870	12670	10940
4	16440	24170	14540	20670

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терских В.П. Расчеты крутильных колебаний силовых установок. Справочное пособие/В.П. Терских М. : Машгиз, 1953, т.1, 253 с.
2. Maintenance Manual L23/30H/ Doosan Engine, vol. 2., p. 4/24.
3. Лашко В.А., Лейбович М.В. Матричные методы в расчетах крутильных колебаний силовых установок с ДВС: Учебное пособие.-Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2003.- 211 с.

УДК 621.12.004.58

Веретенник А.М., Аболешкин С.Е.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Использование метода анализа риска для совершенствования технического обслуживания судовых дизельных установок

Безаварийная и безопасная работа флота реализовывалась на основе требований Правил технической эксплуатации методами непрерывного технического обслуживания и ремонта (ТО) судовых технических средств.

На весь расчётный период эксплуатации судна, состоящий из нескольких эксплуатационно-ремонтных этапов, разработаны нормативные графики ТО. ТО или ремонт производились по одному из признаков – этапу периодичности, техническому состоянию, объёму работ и др.

Метод ТО по плану определял периодичное обслуживание, основанное на план-графиках «Превентивное техническое обслуживание» (Preventive maintenance).

Наиболее рационален переход на систему эксплуатации по техническому состоянию оборудования, в основу которой положена концепция «Управление техническим состоянием судового оборудования исключительно по фактическому состоянию» (Predictive maintenance).

Необходима оценка и совершенствование показателей эксплуатационной надежности, разработка нормативной базы диагностических параметров и моделей прогнозирования вероятности безотказности, что предопределяет направление научно-практических разработок с применением современных систем диагностики технического состояния оборудования.

Наиболее часто случаются аварии, вызванные поломками механизмов и систем, обслуживающих главные и вспомогательные механизмы.

Обеспечить безаварийную эксплуатацию судна за пределами назначенного ресурса возможно только при проведении обязательных периодических дефектаций.

На базе обработки статистических данных был произведен расчёт параметров потока отказов. По результатам построены номограммы распределения параметра потока отказа $\omega_i(t)$ за различные периоды эксплуатации СЭУ (рис. 1). Отметим, что значения $\omega_i(t)$ за разные эксплуатационные циклы дают хорошую сходимость с величиной общего параметра потока отказов за весь эксплуатационный цикл $\omega_\Sigma(t)$, которое может быть определено по выражению

$$\omega_\Sigma(t) = \sum_1^i \left(\omega_i(t) \frac{\sqrt[i]{i}}{i^i} \right),$$

где i – цикл проведения измерений.

Тогда, для рассмотренного периода эксплуатации и трех циклов определения $\omega_\Sigma(t)$ (за 1÷5, 6÷10, 11÷15 годы), получим выражение

$$\omega_\Sigma(t) = \omega_1(t) + \omega_2(t) \frac{\sqrt[3]{2}}{2^2} + \omega_3(t) \frac{\sqrt[4]{3}}{3^3}.$$

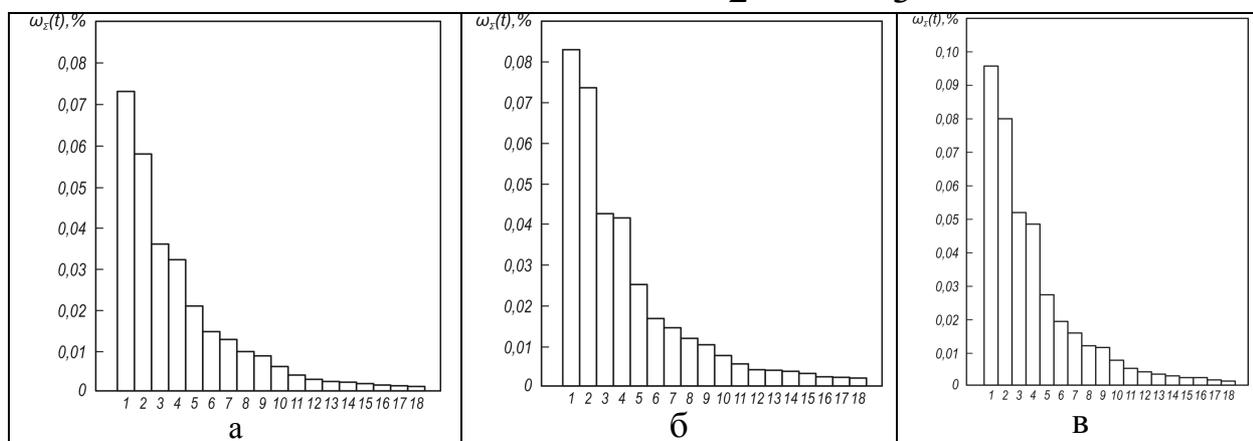


Рис. 1. Параметры потоков отказов $\omega_i(t)$ за различный эксплуатационный период работы СЭУ: а) 1÷5 годы; б) 6÷10 годы; в) 11÷15 годы

- 1- форсунки; 2 - соединения и уплотнения; 3 - топливные насосы высокого давления; 4 - регулятор; 5 - распределительный вал; 6 - мотылевые подшипники; 7 - клапаны газораспределения; 8 - трубопроводы высокого давления; 9 - цилиндрические крышки; 10 - газотурбонагнетатель; 11 - цилиндрические втулки; 12 - воздухоохладитель; 13 - система топливоподготовки; 14- поршни и поршневые кольца; 15 - рамовые подшипники; 16 - редуктор; 17 - упорный подшипник; 18 - маслоохладитель

С целью исключения субъективного подхода к изменению (ужесточению) существующей системы ТО или перехода к системе «по состоянию» для СЭУ с остаточным ресурсом следует применить процедуру «Руководства формализованной оценки безопасности (FSA – Formal Safety Assessment), направленной

ную на повышение безопасности морского судоходства. FSA – это инструмент (предписание) для разработки Правил ИМО на основе оценки риска, связанного с судоходством, утвержденный в 2002 г. Комитетом по безопасности на море (MSC) и комитетом по защите окружающей среды (MERC).

Формальная оценка безопасности (ФОБ) – системный подход к оценке риска, который возникает в морской практике, а также к оценке связанных затрат и выгод от альтернативных решений, которые могут рассматриваться для понижения уровня риска. ФОБ предполагает следующие этапы:

- идентификация опасностей;
- анализ риска;
- способы управления риском;
- оценка стоимости и экономии при принятии способов управления риском.

Инструмент ФОБ (FSA) основан на заблаговременных действиях и представляет собой структурированный метод, позволяющий определить потенциально опасные ситуации заранее, до возникновения аварии с тем, чтобы после этого оценить величину риска, провести оценку затрат и выгод, связанных с применением возможных вариантов управления рисками и, на основании систематизированного анализа, принять обоснованные решения по снижению величины риска.

Количественную оценку риска возникновения аварийной ситуации предлагается определять как связь между элементом СЭУ и экономическими показателями по его недопущению, т.е. необходимо оценить «стоимость безопасности» отказа для судна по формуле

$$R = \sum P_i \cdot \left(\sum a_{ik} \cdot C_k \right),$$

где P_i – вероятность наступления рискованного события;

C_k – стоимость k -го последствия аварии (величина потерь);

i – категория опасности;

k – категория ущерба (потерь);

a_{ik} – весовой коэффициент k -го последствия при воздействии i -ой опасности.

Вероятность наступления рискованного события P_i обычно оценивается статистическими данными об отказах СЭУ за определенный период времени с последующим распространением этих данных на будущий срок эксплуатации.

Для главного двигателя и систем охлаждения, топливной и масляной возможно установить следующие категории ущерба:

- критический ущерб – авария судна или как минимум вывод его из эксплуатации на аварийный ремонт, что является недопустимым риском;
- опасный ущерб – выполнение непланового ТО или ремонта главного двигателя в объеме, превышающем резерв бюджета обслуживания СЭУ, что понимается как высокий риск;
- существенный ущерб – выполнение непланового ТО или ремонта

других систем СЭУ в объеме, превышающем резерв бюджета обслуживания энергетической установки, что является умеренным риском;

- значительный ущерб – ущерб, не превышающий резерв бюджета обслуживания энергетической установки, что является низким риском.

Соответственно, план работы по ТО вводимой системы должен учитывать не только требования инструкций заводов-изготовителей, но и включать работы, имеющие максимальные риски – недопустимый и высокий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин А.М. Определение параметров матрицы рисков для формирования и совершенствования системы технического обслуживания судовой энергетической установки. // Эксплуатация морского транспорта.-научтехн. сб. 2010. Вып. № 1 (59).

2. Голиков А.А., Дмитриев М.Н. Совершенствование технической эксплуатации судовой энергетической установки посредством метода управления риском // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2005. – Вып. 12. – Одесса: ОНМА. – С. 94 – 102.

3. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – С. 19.

УДК 629.123.62-93

Козьминых Н.А., Василец Д.И.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Применение магнитных муфт в поршневых хладоновых компрессорах

Одной из важных проблем, возникающих в процессе эксплуатации судового оборудования, является проблема обеспечения надежной работы судовой системы комфортного кондиционирования воздуха.

Элементом, неисправность которого, чаще всего вызывает нарушение режима эксплуатации судовой системы кондиционирования, являются хладоновые компрессоры. Типичной неисправностью для хладонового компрессора является утечка холодильного агента в результате нарушения герметичности сальника компрессора, при чем данная неисправность может возникнуть даже у неработающего компрессора, т.е. у компрессора используемого в качестве элемента не нагруженного резерва, что может быть объяснено определенной спецификой эксплуатации судовых холодильных установок. Замена и ревизия такого сальника достаточно трудоемкий процесс, связанный с разгерметизацией компрессора, последующей дегазацией и, часто, с дозаправкой системы холодильным агентом.

В системах кондиционирования воздуха, в которых используются холодильные бессальниковые компрессора, проблема потери хладагента через сальник коленчатого вала отсутствует в принципе. Но наряду с таким преимуществом мы сталкиваемся и с рядом недостатков, а именно, простая замена подшипников электродвигателя влечет за собой операции замены опреде-

ленного количества прокладок и других элементов, помимо замены подшипников, с последующей дегазацией корпуса, тщательной проверкой всех соединений, и заполнением всей системы хладагентом. А это, тоже достаточно трудоёмкий процесс, требующий больших затрат времени и привлечения квалифицированного персонала.

Если исходить из того, что важнейшей задачей при эксплуатации является повышение надежности всей системы, с уменьшением затрат на техническое обслуживание (ТО), а также, потерей времени на ТО. Одним из решений, которое может помочь решению проблемы «с сальником», является использование бессальникового компрессора с магнитной муфтой для соединения компрессора с электродвигателем.

Изначально герметичные бессальниковые соединения с приводом на магнитную муфту нашли свое применение в насосах для химической и нефтехимической промышленности. Один из типов герметичных соединений - это насосы с приводом через магнитную муфту, которые используют постоянную магнитную муфту для передачи крутящего момента на рабочее колесо без необходимости в механическом уплотнении. Насосы с магнитным приводом, доказали, что являются исключительно надежными в сравнении с обычными герметичными насосами, что послужило предпосылкой для их широкого использованию в промышленности.

Проанализируем возможность использования магнитных муфт в хладоновых поршневых компрессорах.

В компрессорах с приводом через магнитную муфту возможно использование стандартного электродвигателя для управления комплектом постоянного магнита, который располагается на оправке или на узле привода, находящемся за пределами защитной оболочки. Магнитный привод крепится на втором валу, который приводится в движение стандартным двигателем. Внутреннее вращающееся магнитное поле приводит в движение внутренний ротор. Соосный синхронный крутящий момент состоит из двух колец постоянных магнитов как показано на рисунке 1.

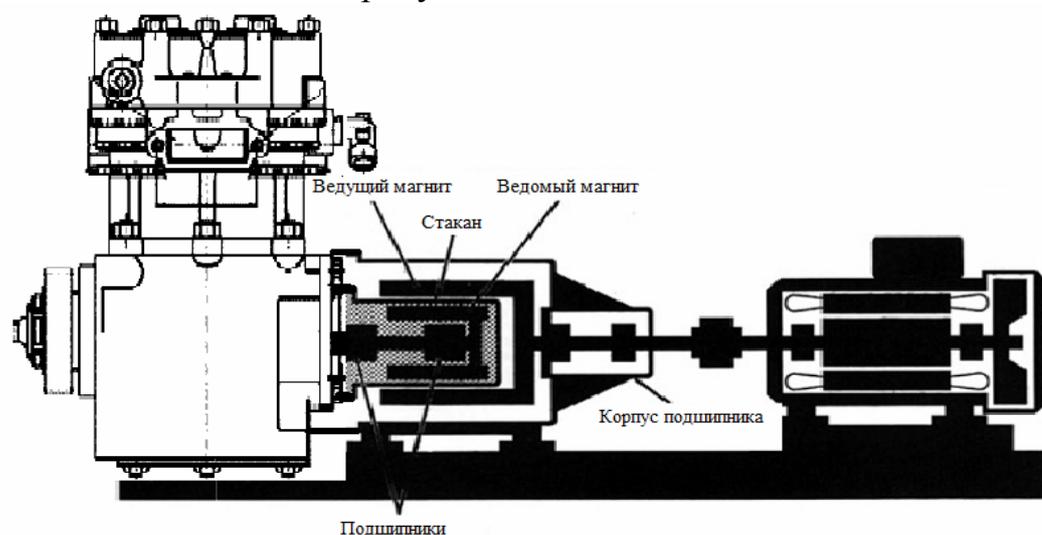


Рис.1. Принцип работы герметичных компрессоров с магнитной муфтой.

Компрессор с магнитным приводом не имеет непосредственной связи между приводным валом компрессора и двигателем. Место, обычно занимаемое

механическим уплотнением или сальником, занимается магнитной муфтой. Прикрепленный к корпусу компрессора, стакан является задним корпусом или цилиндрической изоляционной оболочкой, которая уплотняется плоской прокладкой для предотвращения утечек хладагента в окружающую среду. Коленчатый вал устанавливается на подшипниках скольжения внутри изоляционной оболочки, которая также содержит внутренний ротор или приемное кольцо потока. За пределами изолирующей оболочки внешнее магнитное кольцо вращается соответствующим первичным двигателем. Магнитный поток проходит через воздушный зазор и изолирующую оболочку к внутреннему ротору, который следует за внешним ротором без какого-либо физического контакта. Изолирующая или защитная оболочка предотвращает утечку из внутренней системы, имеет толщину 1,5 мм и изготавливается из высоко коррозионно-стойкого материала.

Таким образом, в случае использования холодильного компрессора с соединением приводящимся в движение с помощью электромагнитной муфты от электродвигателя, мы сможем решить сразу несколько проблем, напрямую влияющих на надежность системы. Первая из которых, предотвращение утечки хладагента через сальник, вторая - отсутствие необходимости в разгерметизации системы, при необходимости ремонта и обслуживания электродвигателя в герметичных корпусах компрессоров. Такие типы соединений значительно сократят время на техническое обслуживание, при этом требования к квалификации и уровню подготовки персонала, выполняющего техническое обслуживание значительно снижаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постоянные магниты: Справочник /Альтман А.Б., Герберг А.Н., Гладышев П.А. и др.; Под ред.Ю.М. Пятина. 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Энергия, 1980.
2. Кононенко К.Е., Писаревский А.Ю. Магнитные муфты для герметичных машин//Электротехнические комплексы и системы управления.- 2010.- Вып. 4. - С. 24-27.
3. Писаревский А.Ю. Исследование и разработка магнитных муфт для герметичных машин.- Воронеж: ВГТУ, 2009. - 174с.
4. Фурсов В.Б., Писаревский Ю.Б., Кузнецов Н.И. Синхронная магнитная муфта с асинхронным пуском// Электротехнические комплексы и системы управления.- 2015.-Вып. 1. - С. 3-7.

Козьминых Н.А., Чепалис И. В., Тетенко В.Ю.
Национальный университет «Одесская морская академия»

Эксплуатация грузовой системы газовоза при перевозке сжиженного аммиака

Около 12 млн. тонн аммиака транспортируется ежегодно морем на наливных газовозах и он является третьим по грузообороту газом после сжиженного природного газа (СПГ) и сжиженного углеводородного газа (СУГ) [2].

Крупнейшим импортером аммиака является США (6,2 млн. тонн в год). Наиболее подходящим для этого региона экспортером является Тринидад и Тобаго (4,5 млн. тонн), заводы расположены в Поинт Лисасе. По причине географической отдаленности (2290 морских миль) экспортера от импортера поставки аммиака возможны только морем. Ввиду потенциальной опасности груза для окружающей среды, к эксплуатации газовозов предъявляются жесткие требования. Прежде всего, безопасная транспортировка аммиака морем зависит от стабилизации давления в грузовых танках. Комплекс экономических, физических, а также человеческого факторов может привести к аварийной ситуации. Выявление и анализ причин дестабилизации давления, знание рычагов управления ими являются основой безопасности перевозки сжиженных газов, что представляет крайне актуальную проблему на сегодняшний день

Благодаря термодинамическим свойствам аммиака (относительно низкое давление конденсации) его можно перевозить на всех типах газовозов:

- на нагнетаемых газовозах - под давлением при температуре окружающей среды;
- на частично нагнетаемых - под избыточным давлением с охлаждением;
- на наливных газовозах - при атмосферном давлении с охлаждением до температуры кипения.

Следует отметить, что максимальная грузоподъемность газовозов нагнетаемого типа составляет 6000 м^3 , частично нагнетаемого – 15000 м^3 и наливного – 100000 м^3 [3].

Необходимость в увеличении грузоподъемности привела к развитию наливных газовозов, которые перевозят груз при температуре кипения близкой к нормальной. Грузовой танк наливного газовоза имеет призматическую форму, что обеспечивает более рациональное использование пространства, ограниченного корпусом судна. Ввиду того, что перепад давлений между грузовым танком и атмосферой снижен до минимума более нет необходимости производить их в виде сфер или цилиндров.

Практика показывает, что условиями и задачами транспортировки сжиженного аммиака являются:

погрузка 98% объема грузовых танков;

груз при температуре $-32 \text{ }^\circ\text{C}$;

максимальное манометрическое давление в танке – не более 250 мБар в море, 450 мБар в порту;

конечная температура груза не выше - – 33,00 °С;
 минимальное время простоя;
 погрузка без возврата паров на берег;
 высокая температура окружающей среды;
 сохранение чистоты груза, исключить попадание посторонних примесей (воды, этанола, метанола).

Температура погрузки аммиака составляет -32°С, а нормальная температура кипения - -33,35°С. Т.е. аммиак после погрузки будет находиться под некоторым давлением насыщения. Следует также отметить, что районом плавания судна являлся Карибский бассейн – Мексиканский залив, где температура забортной воды порой достигала 35°С, что приводило к значительным теплопритокам в танки, подогреву груза и, как следствие, дополнительному повышению давления.

Давление срабатывания предохранительных клапанов в порту устанавливается на 450 мБар, тогда как в море уставка – 250 мБар. Предпринимаемые меры необходимы для предотвращения утечки газа в порту в результате скачков давления при начале грузовых операций. Однако, ввиду особенности конструкции грузовых танков давление в танке не рекомендуется превышать чем 250 мБар.

Проанализируем грузовую систему на примере газовева объемом грузовых танков 38702 м³. Общие характеристики судна приведены в таблице 1.

Таблица 1. Общие характеристики судна

Объем грузовых танков	38702 м ³
Давление срабатывания предохранительных клапанов (в море)	0,25 Бар
Давление срабатывания предохранительных клапанов (в порту)	0,45 Бар
Минимальное давление в танке	-0,05 Бар
Максимальный к.з.	98%

На наливных газовевах основным методом стабилизации давления в грузовых танках является повторное сжижение паров груза. Ввиду того что температура груза ниже температуры окружающей среды, неизбежны теплопритоки через теплоизоляцию [5]. Температура сжиженного газа в танке равна температуре кипения при фактическом давлении. Теплоприток аккумулируется в паровой фазе, за счет кипения груза. Стабилизация давления в танке происходит путем отбора «горячих» паров из купола танка и возврата конденсата в дно танка установкой повторного сжижения газов (УПСГ) [6].

Судно оборудовано тремя УПСГ прямого действия с возможностью регулирования числа ступеней сжатия и байпасирования промежуточного охлаждения. Выбор режима эксплуатации исходит из:

1. термодинамических свойства груза;
2. необходимой холодопроизводительности;
3. температуры забортной воды.

УПСГ состоит из влагоотделителя, трехступенчатого поршневого компрессора, промежуточного теплообменника, конденсатора, охлаждаемого забортной водой, ресивера и соединительных труб с клапанами и фильтрами (рис. 2).

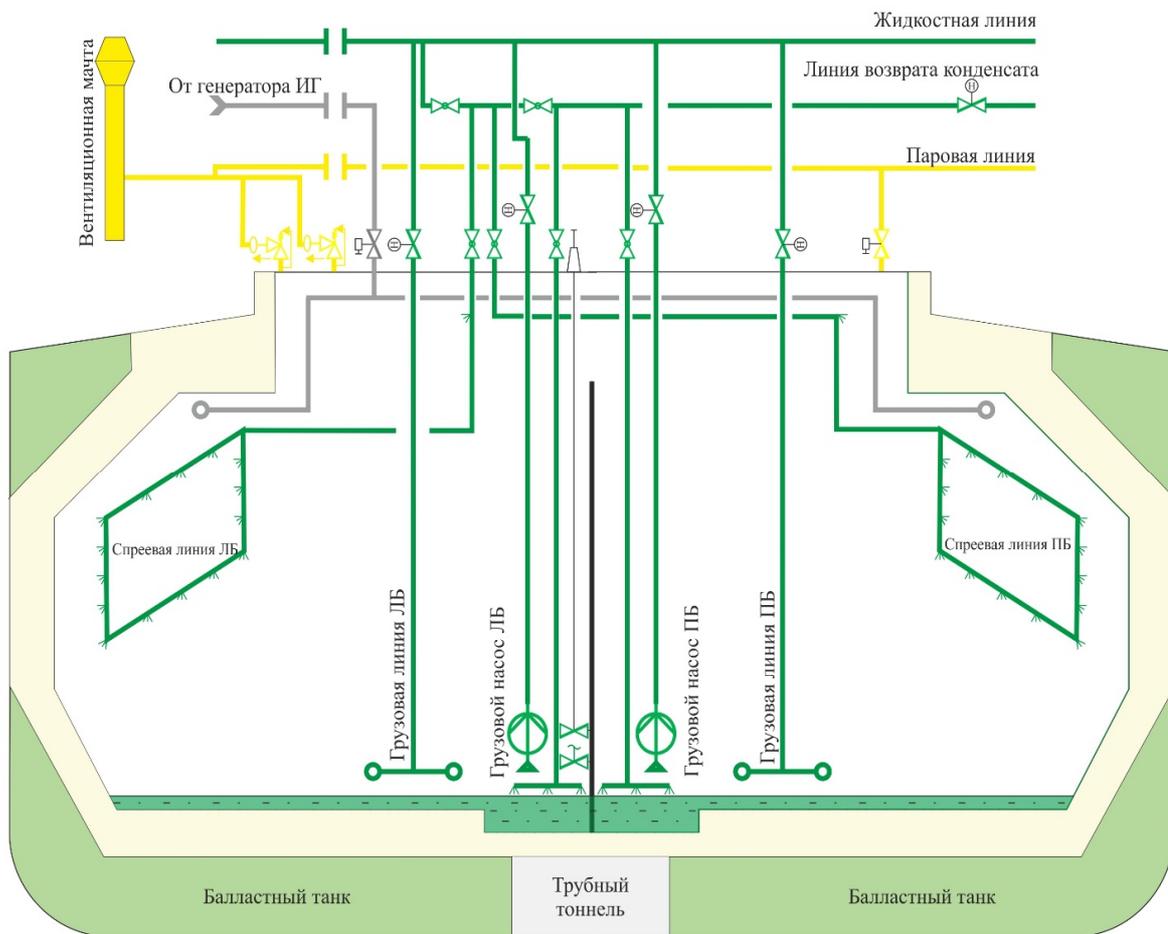


Рис.1 Поперечный разрез грузового танка

Как уже было отмечено, погрузка происходит без возврата паров на берег и при повышенной температуре груза - -32°C . При таких условиях парожидкостное равновесие наступит при давлении 70 мБар. Однако, теплоприток в береговой и судовой трубопроводы подогреет груз и, как следствие, давление в танке повысится. Поэтому при погрузке все три УПСГ в работе.

Тепловой баланс в танке распределится следующим образом:

- на охлаждение материала танка;
- на охлаждение изоляции танка;
- на охлаждение груза и атмосферы танка;
- приток тепла из окружающей среды [7].

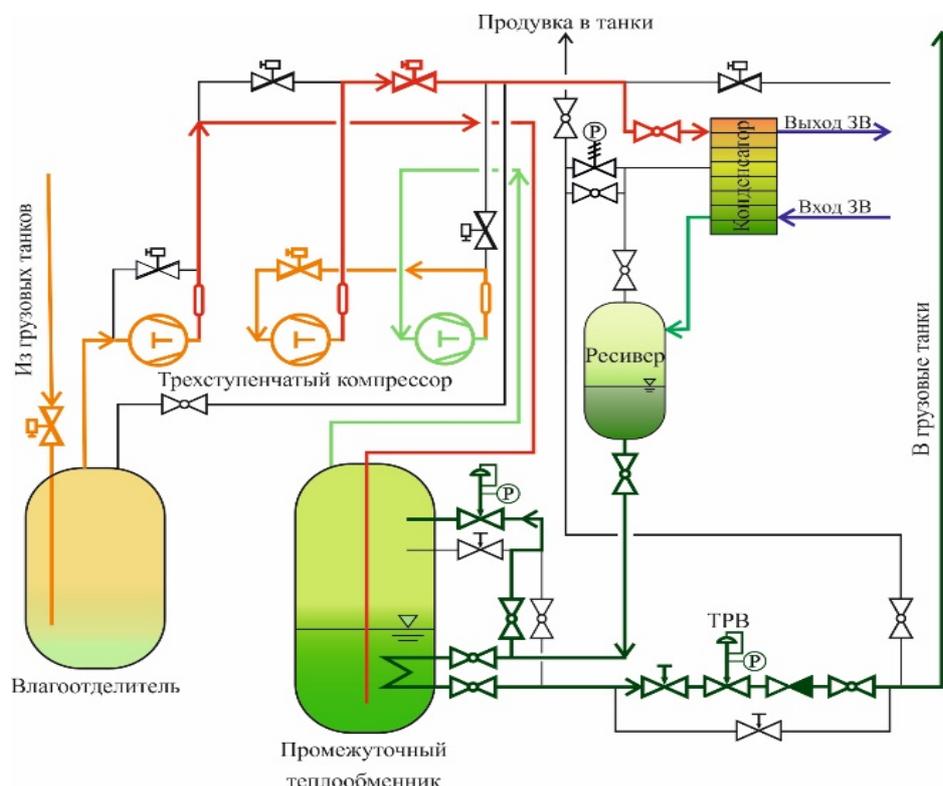


Рис. 2 Принципиальная схема УПСГ

Охлаждение груза судовыми УПСГ начнется при погрузке и будет продолжаться практически до порта выгрузки. Время, которое потребуется на охлаждение груза T , можно рассчитать:

$$T = \frac{Q_{\tau} + Q_{и} + Q_{г} + Q_{\text{ТР}}}{N_{\text{УПСГ}} - N_{\text{ТР}}} \quad (3)$$

где Q_{τ} – количество теплоты, которое необходимо удалить из материала танка; $Q_{и}$ – количество теплоты, которое необходимо удалить из изоляции танка; $Q_{г}$ – количество теплоты, которое необходимо удалить из груза; $Q_{\text{ТР}}$ – суммарное количество теплоты, проникающей в береговой и судовой трубопроводы; $N_{\text{ТР}}$ – количество теплоты, проникающей в танк извне в единицу времени; $N_{\text{УПСГ}}$ – суммарная холодопроизводительность УПСГ [4].

Исходя из того, что грузовые танки перед погрузкой уже захлажены:

$$Q_{\tau} = Q_{и} = 0. \quad (4)$$

Количество теплоты, которое необходимо удалить из груза $Q_{г}$ определим как произведение массы груза в танке на разность энтальпий при температуре погрузки и при требуемой температуре выгрузки:

$$Q_{г} = m_{г} \cdot \Delta h_{г}, \quad (5)$$

После преобразований получим:

$$T = \frac{m_{г} \cdot (h_{-22^{\circ}\text{C}} - h_{-23^{\circ}\text{C}}) + Q_{\text{ТР}}}{N_{\text{УПСГ}} - N_{\text{ТР}}} \quad (6)$$

Для анализа реальных проблем транспортировки аммиака морем авторами было проведено наблюдение за изменением термодинамического состояния в

грузовом танке №3. Судно работало на линии Поинт Лисас (Тринидад) – Хьюстон (США), перевозило один и тот же груз, следовательно, на дне танков всегда оставалась небольшая часть груза для захолаживания танков.

Перед погрузкой танк был захолажен, в результате чего давления понизилось до 0,053 Бар. Начальные условия погрузки представлены в таблице 2.

Таблица 2. Начальные условия погрузки

Абсолютное давление в танке, кПа		106,6
Температура в куполе, °С		-10,14
Уровень, м		0,070
Температура забортной воды, °С		32
УПСГ в работе		3
Трубопровод	Давление, кгс/см ²	0
	Температура, °С	32,1

Согласно процедуре, начало погрузки сопровождается минимальной подачей груза с терминала (200 м³/ч). Как можно заметить на рис. 3 начало погрузки (т. А) сопровождалось очень резким ростом давления в танке. При том, что давление на манифольде составляло лишь 0,2 кгс/см², однако, как видно из таблицы 2 температура манифольда достигала 32,1 °С. Очевидно, резкий рост давления можно объяснить тем, что жидкий аммиак доходя до грузовых танков судна испарялся в береговом трубопроводе в виду некоторого запаса тепла в нем. Протяженность трубопровода составляет, примерно, 3 км. Участок трубопровода от берегового танка до причала теплоизолирован. Часть трубопровода, которая соединяет газозов и терминал - «грузовой рукав» является подвижной и не изолирована, как и не изолированы трубопроводы на судне. Давление продолжало возрастать до т. В. Температура на манифольде на участке АВ снизилась с -25°С до -30°С. В т. В, давление в танке понизилось ввиду того, что температура груза с терминала составляла -32°С. В т. С подача аммиака с берега по запросу газозова была увеличена до 400 м³/ч, однако температура груза на манифольде также возросла. Повышение подачи и температуры груза сопровождалось внезапным ростом давления в танке. Температура на манифольде возросла до - 21°С, возможно, что терминал сменил береговые танки. После того как температура снизилась до -27°С подачу повысили до 600 м³/ч, однако давление все еще продолжало расти. Далее температура снизилась до -29°С, но давление возрастало, подачу груза увеличили до 800 м³/ч. Рост давления немного замедлился, когда температура упала до -31°С, в тот момент перешли на полную подачу груза 1000 м³/ч. Через короткое время давление в танке установилось в экстремальной т. D (120,3 кПа), после чего начало снижаться. Температура на манифольде стабилизировалась в отметке - 32°С, давление на манифольде - 0,68 – 0,7 кгс/см², подача - 1000 м³/ч, уровень в танке возрастает, погрузка начата.

Погрузка и выгрузка являются наиболее сложными и опасными операциями на газозовах, ввиду того что именно в процессе этих операций давление в танке может возрасти до предельных значений. Опасность же заключается в

том, что грузовые операции зачастую происходят в портах и последствия могут привести к экологической катастрофе.

В случае данной погрузки абсолютное давление в т. Д достигло довольно высокой отметки 120 кПа. Как отмечалось выше, превышать давление в 126 кПа крайне не рекомендуется. Подводя итог вышесказанного описания процесса погрузки, очевидно, что основной причиной внезапных бросков давления в танках является нестабильная температура груза на манифольде. Причиной этого можно считать запас тепла непосредственно в самих трубопроводах.

На практике газовоз является не только транспортировочным звеном производственно-сбытовой цепочки аммиака. Газовоз также частично является производственным звеном, ввиду того, что сжиженный аммиак грузят при температуре на 1,35 °С выше чем его нормальная температура кипения. За время перехода газовоз не только должен сохранить груз, но и охладить его до температуры -33,00 °С, что является главным условием грузополучателя. Это сказывается на энергозатратах, временных рамках перехода, а также на требованиях к высокой профессиональной подготовке судового экипажа.

В процессе грузовых операций на газовозе оператору необходимо контролировать давление, температуру и уровень груза в танках, а также следовать грузовому плану, утвержденным капитаном судна, что является основой безопасной перевозки груза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Max Appl Ammonia: Principles and Industrial Practice// Wiley-VCH. – 1999. - 312 p.
2. Joey Joe McGuire, Barry White, SIGGTO Liquefied Gas Handling Principles on Ships and in Terminals// Witherby. – 1999. – 276 p.
3. Harris Syd Fully Refrigerated LPG Carriers// Witherby.- 2004. – 314p.
4. Л. Д. Яловой, И. П. Горяинов Технические условия морской перевозки аммиака наливом. – М.: Мортехинформреклама, - 1985. -25с.
5. Чепалис И.В., Козьминых Н.А. Анализ последствий и критичности отказов установок повторного сжижения газов судов-метановозов// Технические газы. – 2014. - № 3. С. 38 – 42.
6. Чепалис И.В., Козьминых Н.А. Повторное сжижение газов, как метод стабилизации давления в грузовых танках метановозов. // Судовые энергетические установки. – 2014. - № 33. С. 41 – 48.
7. Баскаков С.П. Перевозка сжиженных газов морем. – Спб.: Судостроение. – 2001. – 272 с.
8. Ishikawa K. Guide to Quality Control// Quality Resources. – 1986. – 226 p.

Козицький С. В.

Національний університет «Одеська морська академія»

Отримання нано-, мезо- та мікророзмірних кристалів ZnS методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється

На основі поширення хвилі безкисневого горіння був розроблений новий метод отримання тугоплавких, термостійких та надтвердих матеріалів з порошків їх компонент [7-9], який дістав назву “високотемпературного синтезу, що самопоширюється” (СВС). Цей метод дозволяє досягти високих температур в конденсованій фазі, які трудно отримати іншими способами. Малі часи синтезу $10^{-1} - 10^2$ с і високі темпи $10^3 - 10^6$ К / с нагрівання речовини у хвилі горіння та значні темпи охолодження після проходження хвилі зумовлюють суттєву нерівноважність процесів та особливі властивості ряду матеріалів, отриманих цим методом. Продукти горіння можуть бути отримані у вигляді злитка, спікання або порошку.

Кінетика процесів СВС визначається гомогенізації гетерогенної системи, тому використовуються компонент синтезу у вигляді порошків які ретельно змішуються для максимальної гомогенізації суміші перед синтезом. Для покращення контакту між частинками суміші, активації процесів дифузії та теплопровідності і усунення газу між реагентами шихту пресували.



Мал. 1. Монолітний зразок (x1200).

При збільшенні тиску у реакторі ($P > 5$ МПа) зона реагування та конденсації наближається, в результаті чого утворюється монолітний матеріал з високою повнотою реагування $\approx 99\% - 99.5\%$. Центральна зона отриманого монолітного злитку (Мал.1) складається з рівнобічних хаотично орієнтованих кристалів з характерним розміром $20 \div 30$ мкм.

Якщо в початкову шихту вводити речовини, які приводять до інтенсивної газифікації в процесі синтезу, то механізм реагування змінюється, що впливає на розмір отриманих кристалів. Найкращим диспергатором виявився хлористий амоній, який в області хімічного реагування розкладається та утворює дуже активні іони хлору. При введенні 5 мас. % NH_4Cl монолітний зразок являє собою полікристалічний ZnS з характерним розміром зерна ≈ 40 мкм, в основному гексагональної модифікації (Мал.2).

При введенні 7 мас. % NH_4Cl матеріал ставав рихлим, ступінь перетворення практично не змінювалась, а розмір зерна зменшувався до 20 мкм. При подальшому збільшенні концентрації NH_4Cl до 10 мас. % синтезований матеріал

ставав крихким та рихлим, ступінь перетворення практично не змінювалась, але характерний розмір зерна зменшувався до 5-10 мкм (Мал.3). При концентрації більшій ніж 10 мас. % формувався порошкоподібний ZnS.

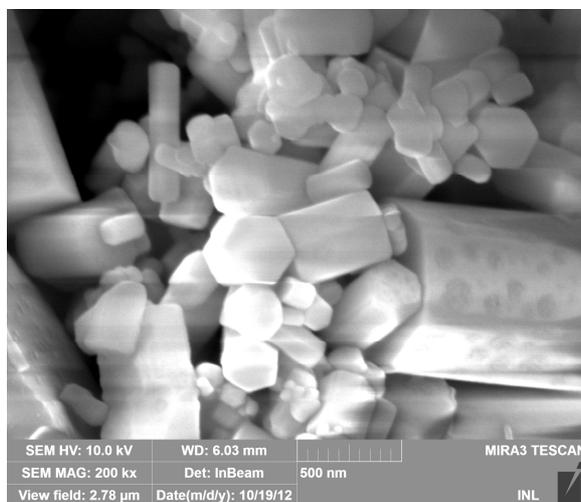
Методом СВС дозволяє отримувати дрібнозернистий ZnS з розміром зерна порядку 10÷100 нм (мезорозмірний) та 1÷10 нм (нанорозмірний) (Мал.4) двома способами. Перший - полягає у виході частини реагентів у вигляді пари з ампули в об'єм реактора та наступної конденсації пари речовини в розрідженій інертній атмосфері в області між ампулою і стінками реактора. Другий - з використанням інертного розріджувача, що запобігає росту виникаючих частинок. Частинки пара при зіткненні з атомами інертного газу швидко втрачають кінетичну енергію і утворюють наночастинки.



Мал. 2. Полікристали **ZnS**, отримані з додатком 5 мас.% NH_4Cl в початкову шихту (x 800)



Мал. 3. Полікристали **ZnS**, отримані з додатком 10 мас.% NH_4Cl в початкову шихту (x2000)



Мал. 4. Знімки, зроблені на СЕМ, низькодисперсного **ZnS:Mn** – СВС

Дрозд Е.В., Гриднев К.В.

Национальный университет „Одесская морская академия”

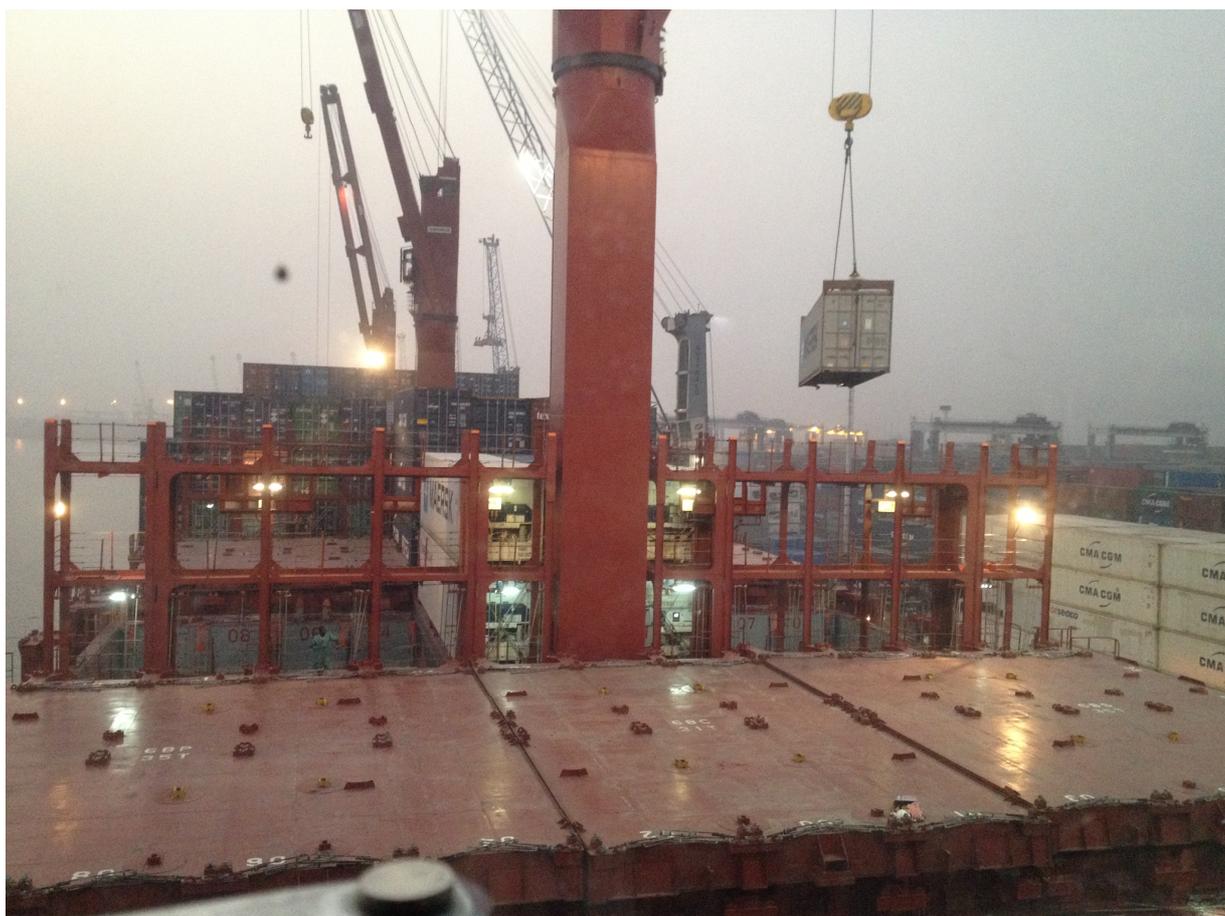
Использование грузового оборудования т/х „Nordic Beijing” в штатном режиме

Судно „Nordic Beijing”- контейнеровоз класса автоматизации А1 постройки 2013г., водоизмещением 62293 тонны, рассчитан на перевозку 3421 контейнера.

Контейнеровоз оснащен четырьмя грузовыми кранами фирмы Macgregor: три из них грузоподъемностью 45MTSWL и один грузоподъемностью 40 MTSWL.

При постройке судна были учтены будущий основной район плавания и работы, - западное побережье Африканского материка.

Из этого расчета судно оснащено судовыми кранами фирмы Macgregor, которые дают возможность проводить грузовые операции собственными грузовыми средствами без учета береговых установок или их отсутствия, учитывая инфраструктуру района.



За 6 месяцев работы судна на линии, судовые краны участвовали в грузовых операциях только в 3 портах. В портах с достаточным уровнем механизации, краны в грузовых операциях не были задействованы, и их разворачивали

на 90°, чтоб дать возможность производить грузовые операции береговыми устройствами.

По сравнению с береговыми, судовые краны при перегрузке контейнеров работают медлительнее, так как ограничены в манёвренности при перемещении и опускания контейнера в трюм. И, тем не менее, случались неожиданные поломки, которые надолго затягивали грузовые операции.

В основном, неисправности были по электрической части из-за неумелого и небрежного обращения в управлении судовым краном береговыми рабочими. Системы защиты крана довольно часто выдавали ошибки разного рода, связанные с резкими рывками стрелы или дерганьем каната. Иногда, во избежание, приходилось мануально разворачивать стрелу с помощью аварийного гидравлического насоса для ее дальнейшего закрепления перед выходом в море.

В одном из портов небрежность портового персонала при перегрузочных работах береговым краном привела к удару контейнера об судовую кран, был выведен из строя датчик угла поворота стрелы, который находится снаружи обшивки судового крана. Понадобилось нескольких часов для замены поврежденного датчика на новый из комплекта запасных частей.

Наличие на борту необходимых по количеству и номенклатуре запасных частей ускоряло устранение неисправностей. Также, наличие рационально и удобно отредактированных инструкций по эксплуатации и ремонту грузового оборудования давало возможность быстро и эффективно решать проблемы разного рода.

Систематическое техническое обслуживание всех механизмов кранов уменьшало риск внезапного выхода из строя. Ежемесячные плановые осмотры, надзор по наработке часов, уборка в рабочих помещениях, проверки защит разного рода проводились в соответствии с инструкцией по обслуживанию и эксплуатации кранов.

Анализ отказов в работе кранов позволяет среди рассмотренных причин выделить следующие факторы:

- влияние окружающей среды, в том числе метеоусловия (перепады температуры);
- человеческий фактор в данных условиях;
- недостаточную практическую подготовку персонала.

Повышение уровня технической эксплуатации возможно за счет:

- осуществления технической учебы;
- использования практических наработок в форме передачи практических знаний;
- сокращения времени нецелевого использования механизмов;
- правильной организации рабочего времени при подготовке и выполнении работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы фирмы Macgregor.
2. Судовая документация т\х „Nordic Beijing”.

Макаренко Л.Н.
Национальный университет «Одесский морская академия»

Современные методы восстановления деталей судовых машин.

Большое количество деталей судового оборудования после достижения в эксплуатации предельного состояния можно восстановить и тем самым исключить надобность в замене их новыми. Стоимость восстановления, как правило значительно ниже стоимости изготовления новых деталей. Из этого следует, что необходимость в восстановлении деталей при ремонте судов обуславливается очевидными техническими и экономическими причинами, в связи с чем вопросы улучшения качества восстанавливаемых деталей, доведение его до исходного, присущего новым деталям, использования прогрессивных технологий восстановления и в целом повышения рентабельности судоремонта приобретают первостепенное значения.

Существует множество способов восстановления деталей, размеры отдельных участков которых в процессе эксплуатации перетерпели изменения. Выбор того или иного из них не всегда бывает обоснованным и диктуется конкретными условиями и технологи-

ческими возможностями. Между тем от выбора способа восстановления зависит конкурентоспособность восстанавливаемых деталей по отношению к новым, обеспеченность гарантированных сроков работы восстановленных деталей после ремонта. Однако и при выбранном способе восстановления не менее важным остается назначение режимов проведения процессов восстановления, заметные отклонения которых от оптимальных может свести на нет преимущества самого способа восстановления.

Восстановление деталей наплавкой.

Восстановление деталей наплавкой напыление поверхностей наиболее распространенный в судоремонте и в других отраслях промышленности. Каждый из этих способов имеет ряд разновидностей и технологических особенностей, позволяющих применительно к конкретным условиям добиться благоприятного сочетания свойств основного металла и металла нанесенного поверхностного слоя, исключить появление дефектов и заметных нарушений геометрической формы поверхности.

Затруднения, возникающие при назначении режимов наплавки, вынуждают обращаться к экспериментальному подтверждению принимаемых решений или их корректировке. Естественно, что в условиях сжатых сроков ремонтных работ эксперименты должны быть оперативными и тем не менее обеспечивать достоверность результатов. Это прежде всего относится к экспериментальному определению характеристик сопротивления усталости, которое в традиционной постановке является весьма длительным и трудоемким.

Для восстанавливаемых деталей применяют способ широкослойной наплавки электродной лентой. Основные преимущества способа: высокая производительность процесса, равномерное проплавление основного металла,

рассредоточенный ввод теплоты и благоприятное ее воздействие на основной металл, возможность за один проход наплавлять слой большой толщины при малом перемешивании наплавленного металла с основным.

Для наплавки используют холоднокатаную, порошковую и металлокерамическую электродные ленты. Ранее наплавку холоднокатаной электродной лентой под флюсом применяли лишь при ремонтных работах. В настоящее время этот способ широко используется при восстановлении, но при изготовлении новых изделий. Металлокерамическими и порошковыми лентами наплавляют износостойкие сплавы с высоким содержанием углерода, хрома и других легирующих элементов. Применяют высокопроизводительный способ механизированной наплавки электродной лентой при поперечном расположении ее относительно направления наплавки(2).

Распространенным техническим приемом использования электродной ленты является проведение процесса при поперечном расположении электрода (рис.1) по отношению к направлению наплавки.

При таком способе можно наплавлять валик большой ширины, равный ширине электродной ленты. Глубина проплавления основного металла при этом не превышает 1,5...2 мм.

Одним из недостатков этого способа является малая скорость наплавки, которая для лент шириной 40...60 мм не должна превышать 0,5 см/с, так как с увеличением скорости наплавки ухудшается качество, в наплавленном металле образуются пропуски и шлаковые включения, края валиков становятся неровными. С увеличением ширины ленты скорость наплавки уменьшается. Уменьшение скорости наплавки приводит к чрезмерному нагреву направляемого изделия, что способствует росту зерна в околошовной зоне и снижению ее пластичности.

Одним из способов увеличения скорости наплавки – использование расщепленных ленточных электродов.

При расщеплении ленточного электрода на узкие полосы удается повысить устойчивость ведения процесса и увеличить скорость наплавки. Для повышения производительности применяется способ наплавки по слою гранулированного металлического порошка с флюсом. Присадочный порошок в виде мелких гранул подается в зону дуги одновременно с подачей ленты.

Восстановление ответственных деталей судовых и транспортных машин, вышедших из строя вследствие износа отдельных их участков экономически целесообразно. Достаточно, например, восстановить до исходного размера шейки коленчатого вала дизеля, чтобы эта дорогостоящая деталь могла функционировать дальше. В условиях массового производства затраты на восстановление составляют лишь малую долю затрат на изготовление нового вала.

Проблемой остается обеспечение качества восстановленных при ремонте деталей: они не должны уступать новым. Поэтому выбор способа восстановления и технологии его реализации имеет первостепенное значение. Критерием для выбора служит сравнение несущей способности новых и восстановленных деталей. Поскольку детали, рассчитываемые на длительный срок службы, подвержены меняющимся во времени нагрузкам, то в качестве харак-

теристики их несущей способности принимается предел выносливости. Для определения предела выносливости приходится обращаться к натуральным испытаниям.

Испытания на усталость классическим методом весьма трудоемки и продолжительны. Сроки же для принятия решений всегда ограничены, от чего и возникает необходимость в экспрессных, ускоренных методах испытаний. Конечно, ускоренные методы должны обеспечивать приемлемую точность оценок, иначе они не могут найти промышленного применения.

Существует множество различных ускоренных методов испытаний на усталость. Анализ опубликованных данных о точности, производительности, стабильности, доступности, универсальности и других показателях ускоренных методов свидетельствует о том, что только некоторые из них могут применяться в производственных условиях. Первым в их числе оказался метод Локати (6). Метод пригоден для объектов, нагружаемых изгибом, растяжением-сжатием, кручением, пребывающих в плоском и сложном напряженных состояниях, что немаловажно.

Согласно методу Локати объект испытывают при возрастающей (обычно ступенчато) нагрузке до разрешения. Метод применим при наличии всего одного объекта, но рекомендуется испытывать несколько объектов с целью усреднения отдельных оценок. Однако, поскольку этот метод является графоаналитическим, то это создает определенные неудобства пользования им. Кроме того, при испытаниях деталей низкой прочности с пределом выносливости 25...50 МПа метод ступенчатого нагружения приводит к заметным ошибкам.

УДК 628.32.2

Удолатий В. Б.

Национальный университет «Одесский морская академия»

Разработка модели автоматического контроля содержания нефти при сливе балластных и промывочных вод

Очистка нефтесодержащих вод на морском транспорте относится к числу наиболее актуальных задач, решение которой непосредственно связано с надежностью технической эксплуатации судового теплоэнергетического оборудования, а также с охраной окружающей среды от загрязнений сточными нефтесодержащими водами. В настоящее время на флоте применяются преимущественно два способа решения проблемы судовых нефтесодержащих отходов:

1. Раздельное накопление всех видов отходов для сдачи на берег. Достоинством этого метода является высокая степень очистки и реутилизации отходов при переработке на береговых предприятиях. На судне необходим минимум специального оборудования. Недостатком является необходимость иметь ем-

кости, что требует дополнительных помещений и уменьшает провозную способность. Этот способ можно применять на малых судах с непродолжительными маршрутами и частыми остановками, но абсолютно неприемлем для крупных транспортных судов.

2. Переработка отходов на борту судна при помощи специальных систем для очистки сточных (СВ) и нефтесодержащих (НВ) вод. Достоинствами этого метода являются: большая автономность плавания, сокращение простоев, минимальные накопительные емкости и, как следствие, эффективность таких судов. К недостаткам относятся: сложность и дороговизна указанных систем, а также необходимость специального обслуживания. Этот способ применяется преимущественно на морских судах и судах «река-море». Хотя общее количество сбрасываемых с судов нефтесодержащих вод (сточных вод, имеющих в своем составе нефтеостатки) по абсолютному значению в сравнении с аварийными разливами танкеров невелико, их влияние на экологическое состояние морской среды весьма существенно, особенно при увеличении числа судов, их тоннажа и интенсивности судоходства [1].

В результате постоянной деятельности Международной морской организации (ИМО) и её Комитета по защите морской среды, Marine Environment Protection Committee (MEPC), на морских объектах (стационарных нефтедобывающих платформах, транспортных и рыбодобывающих судах) для предотвращения загрязнения моря, т. е. очистки судовых льяльных вод, применяется фильтрующее оборудование (ФО). Под термином «фильтрующее оборудование» с 1998 года, подразумевается использование различных комбинаций сепараторов и фильтров, обеспечивающих очистку воды от нефтепродуктов до значений не превышающих 15 млн-1 (ppm) [2]. На рис.1 приведен пример установки для очистки нефтесодержащих вод.



Рис.1. Установка очистки нефтесодержащих (ляльных) вод

Согласно требованиям МАРПОЛ 73/78 суда должны быть оснащены системами автоматического замера, регистрации и управления сбросом (САЗРИУС) нефтесодержащих вод [3]. Такие системы производят непрерывную регистрацию сброса в литрах на морскую милю и общего количества сброшенной нефти или вместо общего количества сброшенной нефти — содержания нефти в стоке и интенсивности сброса. Система должна включаться в действие при любом сбросе стока в море и автоматически прекращать его, когда мгновенная интенсивность сброса превышает допустимую норму. Запись, произведенная системой, должна содержать дату и время сброса и сохраняться на судне не менее трех лет. Система автоматического замера, реги-

страции и управления сбросом может выполнять функции управляющей, вычисляющей или рассчитывающей систем [4].

САЗРИУС должна включать в себя следующее оборудование:

1. Прибор для измерения нефтесодержания в стоке (млн-1);
2. Систему измерения расхода для определения интенсивности сброса;
3. Прибор регистрации скорости судна (в узлах);
4. Прибор регистрации координат судна (широта и долгота);
5. Систему пробоотбора для подачи пробной воды к прибору для измерения нефтесодержания;
6. Устройство для управления сбросом за борт, осуществляющее прекращение сброса за борт;
7. Блокировку включения, предотвращающую сброс за борт любого стока, если система контроля не находится полностью в действии;
8. Блок управления, включающий в себя:
 - 8.1. Расчетный блок, принимающий сигналы о нефтесодержании в стоке, расходе сбрасываемой воды и скорости судна и определяющий по этим сигналам величину сброса нефти в литрах на морскую милю и общее количество сброшенной нефти;
 - 8.2. Средства для подачи сигналов тревоги и командных сигналов на устройство управления сбросом за борт;
 - 8.3. Регистрирующее устройство для регистрации данных;
 - 8.4. Показывающее устройство для индикации текущих оперативных данных;
 - 8.5. Систему ручного управления для использования в случае неисправности системы контроля;
 - 8.6. Средства для подачи сигналов на блокировку включения для предотвращения сброса любого стока, пока система контроля не вступит полностью в действие (рис. 2).

Система автоматического замера, регистрации и управления сбросом нефти (САЗРИУС) должна приводиться в действие при любом сбросе нефтесодержащих вод, и выполняется таким образом, чтобы обеспечивалось автоматическое прекращение сброса, когда мгновенная интенсивность сброса нефти превышает 30 литров на морскую милю.

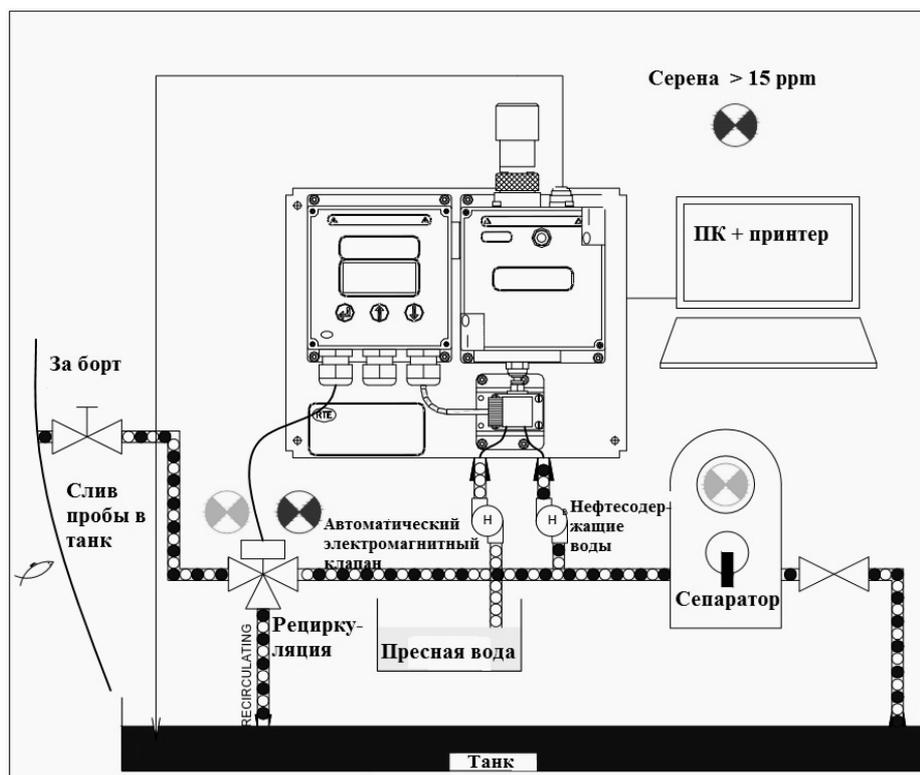


Рис. 2. Судовая система автоматического замера, регистрации и управления сбросами балластных и промывочных вод

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михрин Л.М. «Предотвращение загрязнения морской среды с судов и морских сооружений»: часть 1, 2: СПб.: 2005, 336 с.
2. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года и Протокол 1978 года. — СПб.: Изд-во ЗАО «ЦНИИМФ», 2008.—760 с.
3. “Ballast Water Management Summit” Long Beach, California February 4, 2015.
4. Истомин В.И. «Комплексная очистка судовых нефтесодержащих вод»: Учебник: Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2004, 202 с.

УДК 621.431.74-185.3+621.43.032.8:534.283

Стеценко М. С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Improving the reliability of high pressure pipelines of low speed diesel engine fuel system

Keywords: low speed diesel engine, high pressure fuel pipeline, wave field, frequency resonance, parametric resonance.

The relevance of the study is determined largely by the accident rate in the shipping industry, which remains high mainly due to the main low speed diesel engines damage. Among the five less reliable low speed engine components a particular at-

tention is drawn by the fuel equipment. This is due to the breakage of high pressure fuel pipelines, which, as rule, occurs in the transverse plane and accompanied by an extreme vibration.

The main task of the research was to develop new means and measures to ensure the reliability of the high pressure fuel pipes with an aim of their breakage prevention. The task was solved with the help of a number of scientific results obtained in the following research studies: determination of the elastic properties of a heavy fuel oil, spatial wave field in the fuel pipeline investigation, parametric bending vibrations of the same, and, with most importantly, determination the conditions of the both frequency and parametric resonance occurrence in the fuel pipeline. The research was conducted using the methods of physical and mathematical modelling, precise measurements in the laboratory and field experiments on a running diesel engine.

According to modern concepts, oil and high viscous oil products are colloidal dispersion systems, solid phase in which consists of saturated and unsaturated hydrocarbon crystals and associates of resinous-asphaltenic materials. Therefore, mechanical interactions of heavy fuel components should be elastic in nature.

In order to determine the elastic properties of a heavy fuel oil, a combined technique was developed, according to which new scientific knowledge about a complex matter can be obtained by examining its individual components. Thus, by analyzing the molecular composition of a complex compound and defining the main structural elements of it, properties of each of them can be estimated separately, in a first place, and then a general result can be derived for a substance as a whole. As a result, five values of independent elastic constants from the elasticity matrix of a heavy grade of fuel oil were obtained at the temperature of 130 °C. Two the most important values of the elasticity matrix were farther clarified using ultrasonic method of elastic constants measurement. These experiments were conducted in the laboratory with use of specially constructed measuring cells.

The numerical values from the elasticity matrix were used to perform computer modelling experiments on the mathematical model. The model describes propagation and interaction of longitudinal and transverse waves in a high pressure fuel pipelines filled with transversely isotropic medium, which is the characteristic of a heavy fuel oil. Another set of experiments was conducted in the laboratory, using specially developed and constructed physical model.

It has been revealed that elastic behavior of a heavy fuel oil creates a condition when dangerous frequency resonance of the transverse waves in the pipe wall, and the analogous one in a containing it fuel oil, can lead to a fatigue failure of a pipe.

Due to principle of diesel engine fuel equipment operation, besides frequency resonance, the parametric one can occur as well. In connection with this there were both modeling and field experiments conducted, in order to establish precisely conditions of such resonance.

Field research took place on the modern container vessel Ebba Maersk equipped with 80080 kWt power Sulzer 14RT-flex96C main low speed engine. Using vibration sensors and portable digital oscilloscope, bending parametric vibration waveforms were obtained at partial and rated speed of the main engine. It was established

that, at partial load, the high pressure fuel pipes are more vulnerable, as they oscillate with two times greater intensity. An assumption of the parametric resonance occurrence at partial load has been confirmed in followed modeling experiments with use of the Mathieu method. It was found that stability of high pressure fuel pipeline oscillatory motion is less, at partial load, due to the frequency characteristics of natural oscillations in a fuel.

On the basis of both theoretical and empirical results obtained through the research there was high pressure fuel pipelines reliability program developed. The program includes number of technical means and organizational activities to improve reliability of the mentioned pipelines. Practical recommendations presented in the program may be used, if implemented, to design initially a reliable high pressure fuel system.

The technical means introduced will improve reliability of the high pressure fuel pipes of a low speed diesel engine without its decommissioning. Those solutions utilize dependence natural frequency on the mass to prevent parametric resonance from occurring. Another organizational solution to the problem is the algorithm for the safe operation of a diesel engine. The algorithm introduced minimizes possibility of unstable vibrations appearance while diesel engine is operated at partial loads.

Evaluation of measures proposed in the dissertation has shown that they can reduce the number of high pressure fuel pipelines failures by four times, and the number of failures of fuel equipment by 8.3% in the long run.

LITERATURE

1. Стеценко, М. С. Исследование волнового поля топливопровода высокого давления малооборотных дизелей [Текст] / М. С. Стеценко // Проблемы техники: Науково-виробничий журнал. – Одеса: ОНМУ, 2012. – № 2. – С. 22 – 28.
2. Stetsenko, M. Determination of elastic constants of anisotropic heavy petroleum product using molecular dynamics simulation [Text] / M. Stetsenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2014. – Vol. 5. – №6 (71). – P. 37 – 44. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.26313.
3. Stetsenko, M. Vibrational aspect in low speed diesel engines high pressure fuel system reliability [Text] / M. Stetsenko // Journal of POLISH CIMAC. – 2014. – Vol. 9. – №2. – P. 185 – 195.
4. Стеценко, М. С. Анализ колебательного движения топлива в магистрали высокого давления дизеля [Текст] / М. С. Стеценко, И. В. Логишев // Проблемы техники: Науково-виробничий журнал. – Одеса: ОНМУ, 2014. – № 4. – С. 65-77.
5. Stetsenko, M. Determining the elastic constants of hydrocarbons of heavy oil products using molecular dynamics simulation approach [Text] / M. Stetsenko // Journal of Petroleum Science and Engineering. – 2015. – Vol. 126. – P. 124 – 130. DOI:10.1016/j.petrol.2014.12.021
6. Автоматизований пристрій запобігання розриву паливопроводів високого тиску малооборотних дизелів [Текст]: Пат. 79316 Україна: МПК F02M 63/00. / Стеценко М. С.; заявл. 27.06.2012; опубл. 25.04.2013. Бюл. №8

7. Стеценко, М. С. Колебательные процессы в топливных трубопроводах высокого давления дизелей [Текст] / М. С. Стеценко, С. А. Ханмамедов // Матеріали наук.-техн. конф. «Енергетика судна. Експлуатація та ремонт», 30 листопада – 1 грудня 2010 р. – Одеса: ОНМА. – С. 33.
8. Стеценко, М. С. Колебания трубопроводов системы высокого давления дизелей [Текст] / М. С. Стеценко // Матеріали IV всеукраїнської наук.-техн. конф. «Сучасні проблеми двигунобудування. Стан, ідеї, рішення», 18 – 19 травня 2011 р. – Первомайськ: ПП НУК ім. адм. Макарова. – С. 74.
9. Стеценко, М. С. Колебания трубопроводов высокого давления дизелей [Текст] / М. С. Стеценко // Матеріали наук.-техн. конф. «Енергетика судна. Експлуатація та ремонт», 5 – 7 квітня 2011 р. – Одеса: ОНМА. – С. 47 – 48
10. Стеценко, М. С. Колебания трубопроводов системы высокого давления дизеля [Текст] / М. С. Стеценко, С. А. Ханмамедов // Матеріали V міжнародної наук.-техн. конф. «Суднова енергетика: стан та проблеми», 10 – 11 листопада 2011 р. – Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова. – С. 142.
11. Стеценко, М. С. Развитие информационных и технических средств научного исследования фундаментальных свойств нефтепродуктов [Текст] / М. С. Стеценко // Матеріали наук.-техн. конф. «Енергетика судна. Експлуатація та ремонт», 26-28 березня 2014 р. – Одеса: ОНМА. – С. 21 – 23.
12. Стеценко, М. С. Повышение надежности топливной системы высокого давления малооборотных дизелей [Текст] / М. С. Стеценко, И. В. Логишев // Матеріали наук.-техн. конф. «Енергетика судна. Експлуатація та ремонт», 26 – 28 березня 2014 р. – Одеса: ОНМА. – С. 23 – 26.
13. Стеценко, М. С. Особенности технической эксплуатации топливной системы высокого давления малооборотных дизелей / М. С. Стеценко, И. В. Логишев // Матеріали міжнародної наук.-техн. конф. «Суднові енергетичні установки: експлуатація та ремонт» у двох частинах. Ч. 2, 24 – 25 березня 2015 р. – Одеса: ОНМА. – С. 20 – 25.

УДК 621.431.74.03-57

Богач В.М.

Национальный университет «Одесская морская академия»

**Научно – технические основы обеспечения надежности судовых
длинноходовых двигателей путем усовершенствования систем
смазывания цилиндров**

Оптимизация (усовершенствование) системы смазывания цилиндров судовых двигателей является одним из важнейших факторов обеспечения их надежности при эксплуатации. Поэтому, рассматривая двигатель как некоторый технический объект в виде системы, в качестве определяющей подсистемы заданы условия смазывания основных сопряжений главного двигателя.

Обеспечение надежности работы судовых ДВС неразрывно связано с проблемой смазывания пары трения «поршневое кольцо – втулка цилиндра». Одним из важных вопросов, играющих первостепенную роль в определении спо-

ка службы кольца и втулки, является организации смазывания их трущихся поверхностей в соответствии с заданным режимом работы, сортом применяемого топлива и режимом охлаждения двигателя.

Модернизация применяемых в эксплуатации и создание новых систем смазывания является эффективным направлением при условии концентрации заложенного в них потенциала и системного подхода к решению существующих проблем [1].

Расширение использования на судах длинноходовых двигателей, их форсирование, применение тяжелых сортов топлива с повышенным содержанием серы и сохранение при этом надежности и долговечности работы повышает актуальность вопросов организации смазывания деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) и требует оптимальных решений.

Такие решения должны предусматривать не только правильность выбора сорта цилиндрического масла применительно к сорту сжигаемого топлива, но и определение оптимального количества его, более полный подвод к трущимся поверхностям, равномерное распределение по высоте цилиндрической втулки (ЦВ) и организацию стабильной масляной пленки на рабочей поверхности цилиндра при минимальном расходе масла.

Наши исследования [2] показали, что имеется возможность дальнейшего улучшения процесса маслоподачи в цилиндры двигателей за счет совершенствования систем. Эксплуатационными испытаниями подтверждено, что совершенствование процессов и систем дозированной подачи масла является эффективным направлением повышения экономических показателей работы судовых дизелей.

В этой связи, развитие научных основ обеспечения надежности судовых ДВС путем усовершенствования систем и процессов смазывания цилиндров, является актуальной научно-технической проблемой.

Основной **научной идеей** исследования является тезис о том, что заданный уровень надежности судовых длинноходовых ДВС достигается заданием таких гидравлических характеристик системы смазывания цилиндров, которые обеспечивают ламинарный режим движения смазочной жидкости в системе, и формирование стабильной масляной пленки на поверхностях трения деталей ЦПГ.

Решение проблемы обеспечения необходимой надежности судовых систем возможно, на наш взгляд, путем разработки общих принципов и моделей их технического обслуживания и эксплуатации.

Методологической основой таких исследований, принят системный подход. Составляющими такой системы являются: методы технического обслуживания, эксплуатации и способов ремонта, инженерия рабочих поверхностей, а также эффективные режимы смазывания;

Для достижения цели и подтверждения научной идеи в диссертации решались следующие задачи:

Глобальная задача – разработка методологии научных исследований процессов смазывания цилиндров судовых длинноходовых дизелей.

Локальные главные задачи:

- Развить теоретические положения механизма истечения масла в цилиндры судовых длинноходовых ДВС и определить оптимальный уровень расхода масла без ущерба для износостойкости деталей ЦПГ.

- Разработать методы поиска оптимальных режимов работы системы цилиндровой смазки.

- Разработать модели процесса истечения масла в цилиндры судовых длинноходовых дизелей с проведением имитационного эксперимента на ЭВМ.

- Создать средства экспериментального моделирования условий работы систем смазывания цилиндров, которые позволили бы в совокупности с аналитическими работами выявить общие закономерности, характерные для судовых дизелей в целом.

- Исследовать эксплуатационные характеристики судовых лубрикаторных систем.

- Предложить конкретные практические рекомендации по оптимальному проектированию систем смазки цилиндров и оптимальному управлению процессами маслоподачи.

Методы исследования включали в себя: системный подход к разработке методологии исследования; методы планирования многофакторного эксперимента и статистической обработки экспериментальных данных; физическое и математическое моделирование процессов движения масла в лубрикаторных системах; расчетно-аналитические и численные методы математического моделирования; имитационное моделирование на ЭВМ; динамическое программирование при решении сложных многоступенчатых задач; многоуровневый вариантный метод комплексной оптимизации; методы теории вероятности и математической статистики при обработке экспериментальных данных и оценке адекватности физических, математических моделей и реальных процессов. Экспериментальные исследования выполнены на универсальном стенде, разработанном автором, защищенном авторским свидетельством на изобретение, моделирующим условия испытаний близкие к рабочим.

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что впервые разработана методология научных исследований по созданию эффективных систем смазывания цилиндров судовых длинноходовых ДВС, которая реализует процессы движения смазочной жидкости по каналам в ламинарном режиме, функционирующих на принципах управления формированием масляной пленки на поверхностях трения, путем изменения гидродинамических параметров смазочного слоя при возмущающем влиянии внешних факторов.

Практическое значение. Комплекс выполненных в работе исследований обеспечивает повышение эффективности проектирования дизелей, создает новые возможности улучшения их технико-экономических показателей, в первую очередь за счет использования созданного метода расчета процесса маслоподачи, включая его оптимизацию.

Для решения задач параметрической оптимизации и поиска оптимальных законов процесса маслоподачи разработаны таблицы и диаграммы, позво-

ляющие в процессе проектирования систем от самых ранних стадий до последних его этапов оценивать максимально возможную их эффективность, проводить сравнительный анализ по различным функциям цели и находить при этом наилучшие решения.

В результате выполненных исследований получено новое решение актуальной научной задачи по обеспечению надежности судовых ДВС путем повышения эффективности эксплуатации масляных систем цилиндров усовершенствованием геометрических характеристик масляных каналов, что создает условия равномерного распределения масла по поверхности трения. Проведено изучение закономерностей процесса подачи масла в цилиндры длинноходных судовых дизелей, построена его математическая модель, а также определено влияние характеристик этого процесса на техническое состояние деталей ЦПГ.

Разработанные методы расчета и оптимизации, а также рекомендации по оптимальному проектированию и оптимальному использованию систем смазывания предназначены для использования судоремонтными и судостроительными заводами, судоходными компаниями и судовыми экипажами, а также научно-исследовательскими и проектными организациями в процессе разработки перспективных судовых дизелей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богач В.М., Молодцов Н.С. Особенности технического обслуживания сопряжений деталей ЦПГ при восстановлении их работоспособности // Судовые энергетические установки: науч.-техн.сб. - 2009. - № 23. - Одесса: ОНМА.-С. 82-89.
2. Богач В.М., Бузовский В.А., Шебанов А.Н. Исследование работы лубрикаторной системы в эксплуатационных условиях // Судовые энергетические установки: науч.-техн.сб. – 2009. - № 24. - Одесса: ОНМА. - С. 52-59.

УДК 629.123.004

Слободянюк И.М., Молодцов Н.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Физико-технологические основы обеспечения надежности деталей ЦПГ судового дизеля путем усовершенствования способов модифицирования их рабочих поверхностей

Анализ результатов подконтрольной эксплуатации восстановленных по разным технологиям деталей ЦПГ показал, что проблема надежности и долговечности СДВС, связанная с уменьшением скорости изнашивания и разрушения деталей, еще до конца не решена [1,2].

За последние 20 лет судоремонтными заводами, проектно-конструкторскими организациями Украины и странами ЕС освоены более 25 технологий ремонта головок поршней (ГП) МАН, Б и W, «Зульцер» и др. с

диаметром рабочих цилиндров от 450 до 900 мм, что доказывает актуальность проблемы, которая возрастает в настоящее время для каждой отдельной судовой компании и национального государства.

Изнашивание сопряженных деталей ЦПГ обусловлено как внешними (давлением, температурой, скоростью трения, смазкой, коррозией и др.) так и внутренними факторами (структурой, физико-механическими свойствами сплава и др.) изменяя которые путем усовершенствования способов модифицирования их рабочих поверхностей можно регулировать скорость изнашивания деталей.

Внешние факторы зависят от условий эксплуатации и обслуживания, а внутренние создаются при изготовлении или ремонте деталей. Действие внешних факторов изнашивания деталей хорошо изучено, влияние же внутренних факторов, на надежность ЦПГ, является недостаточно изученным, что и является причиной малой долговечности после ремонта.

Цель работы – повышение надежности работы судовых дизелей.

Предмет исследования – физико-технологические процессы изнашивания и ремонта деталей цилиндропоршневой группы судовых дизелей.

Долговечность ЦПГ судовых дизелей после ремонта, по нашему мнению, обусловлена несколькими причинами, из которых главная – несоответствие комплекса эксплуатационных свойств деталей, приобретаемых при ремонте, условиям применения и технического обслуживания. Потому необходима разработка критериев дифференцированного подхода к назначению методов ремонта, исходя из более широких представлений о механизме их изнашивания и разрушения, в соответствии с физико-химическими процессами, определяющими природу изнашивания при эксплуатации.

Значительное влияние на природу изнашивания имеет степень форсирования двигателя, которая определяет тепловую и механическую напряженность, что необходимо учитывать при назначении технологии ремонта для максимизации внутренних факторов.

При малых степенях форсирования дизеля превалирует коррозионное изнашивание. Повышение степени форсирования двигателя приводит к изменению доминирующего фактора изнашивания и разрушения деталей, а именно коррозионное изнашивание заменяется адгезионным [1], которое при разработке технологии ремонта не учитывается.

Например, попытка увеличить только коррозионную стойкость торцов канавок ГП с помощью легирования сталей хромом при наплавке (стали 12Х13, 20Х13), не дали нужных результатов, так как при этом не обеспечивается все физико-механические свойства, а именно, твердость.

Определяющими для увеличения долговечности деталей, по нашему мнению, являются внутренние факторы, сформированные при ремонте, путем модифицирования рабочих поверхностей. К ним относятся:

- *глубина упрочненного слоя нижних торцов канавок;*
- *твердость;*
- *износная стойкость;*
- *коррозионная стойкость;*

- *шероховатость рабочей поверхности.*

Для обеспечения надежности деталей ЦПГ судового дизеля путем усовершенствования способов модифицирования их рабочих поверхностей

на кафедре технологии материалов НУ ОМА выполнены исследования по упрочнению нижних торцов канавок ГП следующими методами: комбинированным методом цементации и поверхностным трением быстровращающимся стальным диском, с созданием твердого, коррозионно-стойкого белого слоя (HRC57-58); электродуговой наплавки, с формированием твердого коррозионного слоя с помощью кристаллодержателя, без последующей механической лезвийной обработки (HRC 60-70), упрочнением торцов канавок плазменной наплавкой коррозионно-стойким порошком (HRC 54-56), а также упрочнение рабочей поверхности электроискровой обработкой, электронным лучом и лазером.

Исследованы причины поломки верхнего поршневого кольца при увеличенном износе втулки цилиндра [4].

Анализ физико-химических процессов, происходящих при эксплуатации МОД позволил сформулировать следующие **критерии** для разработки новых и выбора уже применяемых технологий ремонта головок поршней МОД:

- критерием потери работоспособности компрессионных колец ГП из-за их функционального отказа (поломки), является величина износа периферии торцов нижних перемычек ГП (конусности), появляющейся из-за недостаточной твердости нижних торцов канавок;
- для уменьшения скорости изнашивания рабочих поверхностей и вероятности поломок поршневых колец необходимо разработать технологии ремонта и упрочнения, обеспечивающая твердость поверхности HRC 56-57 (и более), исключающая увеличенный износ канавки в радиальном направлении.
- установлено, что шероховатость поверхности торца канавки ГП является параметром, позволяющим получить наилучшие тактико-технические характеристики дизелей, эксплуатирующихся на частичных нагрузках;

Выводы.

При ремонте ГП не учитываются все существенные факторы, влияющие на долговечность деталей, а именно: физико-химическая природа изнашивания, в зависимости от степени форсирования двигателей; форма износа торцов канавок и шероховатость торцов канавок ГП; причины поломки верхнего поршневого кольца; влияние износа втулок цилиндров на скорость изнашивания канавок и поломку колец и др.

На основе выполненных исследований:

1. Разработаны новые технологические процессы ремонта с усовершенствованием способов модифицирования их рабочих поверхностей и нормативно-техническая документация по технологиям ремонта и технического обслуживания, представляют собой комплекс взаимосвязанных мероприятий и средств, необходимых и достаточных для функционирования отремонтированных деталей и повышения их надежности.

2. Заданная долговечность восстановленных ГП дизеля, работающих как на частичных, номинальных так и форсированных нагрузках, достигается за счет максимизации физико–механических и коррозионных свойств: высокой твердости HRC 56-58, коррозионной и износостойкости, отсутствие градиента механических свойств по глубине упрочненного слоя; чистоты поверхности торцов канавок ГП Ra =0,8.

Разработанные математические модели, методики, технологии, дают возможность повысить долговечность узла ЦПГ, разработать рекомендации по эксплуатации судовых дизелей по фактическому состоянию, с учетом величины износа сопряженных деталей ЦПГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возницкий, И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Текст] : В 2 т. Т. 2 : учеб. / И.В. Возницкий. - М. : «МОРКНИГА», 2008. - 282с
2. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. Повышение эффективности эксплуатации судовых дизелей с восстановленными головками поршней // Судовые энергетические установки: сб. науч. тр. – 2004. – № 11. – Одесса: ОНМА. – С. 116-125.
3. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. Повышение надежности судовых малооборотных дизелей после заводского ремонта. Судовые энергетические установки : науч.-тех сборник – 2009, №24 Одесса, ОНМА С: 94-105.
4. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С., Голобородько В.Н. Влияние износа сопряженных деталей ЦПГ на долговечность судовых дизелей после ремонта - Судовые энергетические установки : науч.-тех сборник – 2011, №26, – Одесса: ОНМА. С.95-102.

УДК 629.123.004

Слободянюк И.М., Богач В.М., Молодцов Н.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Определение остаточного ресурса деталей ЦПГ судового дизеля в процессе эксплуатации

При ремонте узла ЦПГ в сопряжении, например «канавка - кольцо», в результате отказа по причине превышения предельно допустимого значения зазора [1-3] износ отдельных деталей может не достигать предельно допустимых значений. При этом возникает необходимость принятия научно обоснованного решения о целесообразности замены одной или нескольких деталей. Однако в настоящее время нет результатов исследований по влиянию износа одной детали в сопряжении на устанавливаемую при ремонте деталь или после ремонта. Отсутствие таких данных не дает возможности разработать методику расчета долговечности, и остаточного ресурса узла ЦПГ при разных вариантах ремонта. При этом важным является экономическая эффективность дизеля, которая зависит от стоимости ремонта головки поршня. Например, стоимость ГП восстановленной в лаборатории сварки УкрНИИМФ –1800 ам.

дол., в голландской фирме ДМИ – 3500 ам. дол., а новая деталь стоит – 12000 ам. дол. Какую деталь экономически целесообразно приобрести при имеющейся величине износа втулки цилиндра (менее предельно допустимой), как рассчитать остаточный ресурс узла ЦПГ?

Поэтому исследования направленные на разработку рекомендаций по использованию отремонтированных деталей и узлов являются актуальными.

Цель работы – исследование влияния износа втулки цилиндра на долговечность узла ЦПГ с отремонтированными головками поршня.

Исследования проводились на шести дизелях MAN на примере головок поршней отремонтированных с упрочнением торцов канавок методом цементации и поверхностного трения (ПУТ). Перед установкой ГП выполнялись замеры износа втулки, которые имели величину износа от 0,5 до 2,5мм.

Установлено, что долговечность восстановленных упрочнением трением цементированных ГП, в зависимости от величины износа втулок цилиндров имеет параболическую зависимость:

$$t = A + 0,4S - 0,9S^2$$

где S – величина износа втулки, A – постоянная, зависящая от технологии ремонта.

Показано, что при величине износа втулки 2,5 мм долговечность новых головок поршней равняется долговечности отремонтированных. Полученные нами данные подтверждаются результатами специальных исследований [4], которые проводились как на новых, так и изношенных втулках цилиндров.

Остаточный ресурс детали $R_{\text{дет. остат.}}$ рассчитывается с учетом значений назначенного заводом-изготовителем предельно допустимого износа $I_{\text{пред.}}$ и текущего износа $I_{\text{изн.тек.}}$, определяемого судовыми механиками времени наработки $T_{\text{нараб.}}$, с учетом уточняющего коэффициента.

$$R_{\text{остат.}} = K \times T_{\text{нараб.}} \left(\frac{I_{\text{пред.}}}{I_{\text{изн.тек.}}} - 1 \right)$$

где K – уточняющий коэффициент из таблицы .

На основании установленной зависимости долговечности узла ЦПГ от величины износа втулки цилиндра, определены уточняющие коэффициенты долговечности ГП, представленные в таблице.

Таблица. Значения уточняющего коэффициента долговечности восстановленных способом цементации и ПУТ головок поршней дизеля MAN в зависимости от износа втулки цилиндра.

№	Величина износа втулки цилиндра, S	Коэффициент долговечности поршня, K
1	$0 < S \leq 1,0$	1,0
2	$1,0 < S \leq 1,5$	0,88
3	$1,5 < S \leq 2,0$	0,75
4	$2,0 < S \leq 2,5$	0,63

Суммарный расчет долговечности восстановленной головки поршня R определяется по формуле:

$$R=K \times (R_{\text{восст}} + R_{2 \text{ восст}}).$$

$R_{\text{восст}}$ - долговечность ГП восстановленной на СРЗ;

$R_{2 \text{ восст}}$ - долговечность восстановленной ГП установкой колец ремонтного размера.

В качестве базового значения ресурса восстановленной ГП цементацией и ПУТ при замене, принимается значение, полученное в результате подконтрольной эксплуатации и равное $R_{\text{восст}} = 11,4$ тыс. часов.

Разработаны «Рекомендации по использованию и техническому обслуживанию восстановленных головок».

Полученные результаты могут быть применены для других типов дизелей.

Выводы

1. Установлена зависимость влияния износа втулки цилиндра на долговечность узла ЦПГ на примере отремонтированных головок поршня методом цементации и ПУТ, имеющая нелинейную зависимость.

2. Разработана методика определения долговечности и остаточного ресурса узла ЦПГ с изношенными втулками цилиндров.

3. Разработан план-график технического обслуживания рабочих цилиндров малооборотных дизелей в зависимости от величины износа втулок цилиндров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Возницкий, И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Текст] : В 2 т. Т. 2 : учеб. / И.В. Возницкий. - М. : «МОРКНИГА», 2008. - 282с
2. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. Повышение эффективности эксплуатации судовых дизелей с восстановленными головками поршней // Судовые энергетические установки: сб. науч. тр. – 2004. – № 11. – Одесса: ОНМА. – С. 116-125.
3. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. Повышение надежности судовых малооборотных дизелей после заводского ремонта. Судовые энергетические установки : науч.-тех сборник – 2009, №24 Одесса, ОНМА С: 94-105.
4. Харин В.А., Подушкин С.И., Николаев Б.Е., Дальман М.С., Флориантская М.В. „Повышение работоспособности головок поршней двигателей МАН K8Z70/120E” // Морской транспорт. „Судоремонт”. – 1988. – Вып. 15 (604). – С.1-16.

УДК 621.431.004

Журавлев Ю.И.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Обеспечение надежности сопряжений «вал-подшипник скольжения» путем совершенствования технического обслуживания и ремонта СТС

Главной целью выполнения работ является обеспечение надёжности сопряжений вала-подшипника скольжения путём совершенствования техниче-

ского обслуживания и ремонта средств транспорта на основе развития теории и методов восстановления работоспособности сопряжений деталей.

Главное направление - усовершенствовать методику оценивания показателей надёжности сопряжений «вал-штулка» и определить объективные уровни надёжности коленчатых валов судовых двигателей на основании оптимизации структуры ТП восстановления для заданных производственных условий.

Особый упор делается на формировании процесса и прогнозирования условий повышения надёжности деталей вала-подшипника скольжения.

Для этого разрабатывается имитационный эксперимент с использованием неформального описания исследуемого объекта. Также устанавливается функция готовности исследуемой системы, уровень надёжности которой снижается с увеличением наработки.

Одной из основных отличительных особенностей планируемых исследований является использование системного подхода, который позволяет рассматривать предметы исследования во взаимосвязи. В этом случае в качестве объекта исследования принято сопряжение деталей средств транспорта, каждое из которых рассматривается как система, а ее составляющие (рабочие поверхности деталей, условия работы и элементы системы ТО, среда и др.) - как подсистемы или параметры, оптимизация состояния которых, обеспечивает выполнение основных требований к этой системе.

Для современных судовых дизелей необходимо повышение их экономичности по расходу топлива наряду с повышением к. п. д. системы газотурбинного наддува и оптимизацией формы камеры сгорания.

Одновременно было введено охлаждение дизельного масла водой «горячего» контура системы охлаждения дизеля вместо воздушного охлаждения в радиаторах, что привело к повышению температуры дизельного масла, поступающего к подшипникам коленчатого вала. Условия нагружения подшипников коленчатого вала дизеля при новой динамике процесса сгорания и повышенной температуре масла не были исследованы изготовителями с должной полнотой. Изменения, увеличившие механическую и тепловую нагруженность подшипников коленчатого вала, не были компенсированы мерами, которые повышали бы несущую способность подшипников.

Поэтому на многих судовых дизелях выявилась повышенная дефектность вкладышей шатунных и коренных подшипников коленчатых валов. После нескольких месяцев работы наблюдалось нарастание содержания свинца в дизельном масле выше пределов, установленных действующими нормами. Зазоры в подшипниках возрастали сверх допустимых значений. Возникла необходимость неплановой замены комплекта вкладышей, приносящей весомый экономический ущерб. Дефекты рабочей поверхности вкладышей имели вид выдавливания или износа баббитового слоя с его фрикционными повреждениями и распространялись в равной мере как на коренные, так и на шатунные подшипники. В большинстве случаев требовалась единовременная замена полного комплекта коренных и шатунных вкладышей. Такой тип повреждений антифрикционного слоя вкладышей характерен для предельных давлений в подшипниках в условиях масляного голодания или пониженной вязкости

масла, когда уменьшается толщина несущего масляного слоя, возникают граничное трение, прогрессирующий перегрев, износ или выдавливание баббита.

В результате исследований была выявлена связь дефектов подшипников с параметрами дизеля и системы охлаждения, а также с показателями инженерии поверхности.

Увеличение интенсивности впрыска топлива путём применения шайб топливных насосов высокого давления (ТНВД) вызвало увеличение удельных давлений в шатунных и коренных подшипниках. Критерием механической нагруженности шатунных подшипников коленчатого вала является значение максимальной нагрузки на подшипник, отнесённое к площади проекции подшипника на плоскость, нормальную направлению усилия [3]:

$$P = p_z \times F_n / D \times L,$$

где: p_z - максимальное давление сгорания в цилиндре дизеля; F - площадь поршня;

D, L - диаметр и ширина рабочей поверхности вкладыша подшипника соответственно.

При максимальном давлении сгорания p_z , равном 8,2 МПа, величина среднего удельного давления P в шатунных подшипниках достигла 19,4 МПа вместо 15,6 МПа при $p_z = 7,0$ МПа. Увеличение нагруженности подшипников на 18% не могло не сказаться на их работоспособности, поскольку рекомендуемые значения среднего удельного давления для вкладышей с заливкой баббитом БК2 не превышают 14,0 - 15,0 МПа [1].

Одним из критериев необходимости ремонта сопряженных деталей является их предельный износ, при котором дальнейшая нормальная работа этих сопряжений невозможна.

В СТС возможно большое количество мест повреждений. Вероятность их безотказной работы может быть оценена статистически в результате проведения серии экспериментов (рис.1), связывающих отказоустойчивость с количеством возникших повреждений [2], при этом p — статистическая оценка вероятности отказа системы; n — количество отказавших элементов и/или связей между ними; n_1 — максимальное количество отказавших элементов и/или связей, при которых вероятность отказа равна нулю; n_2 — минимальное количество отказавших элементов и/или связей, при которых вероятность отказа равна единице.

Полученное семейство экспериментальных точек условно разбито на три зоны:

зона I: $0 < n < n_1, p = 0$ — повреждений не больше, чем n_1 ; система абсолютно работоспособна;

зона II: $n_1 < n < n_2, 0 < p < 1$ — повреждений больше, чем n_1 , но меньше, чем n_2 ; система сохраняет работоспособность лишь при некотором наборе этих повреждений;

зона III: $n_2 \leq n; p = 1$ — повреждений больше, чем $n_2 - 1$; система неработоспособна при любом их наборе.

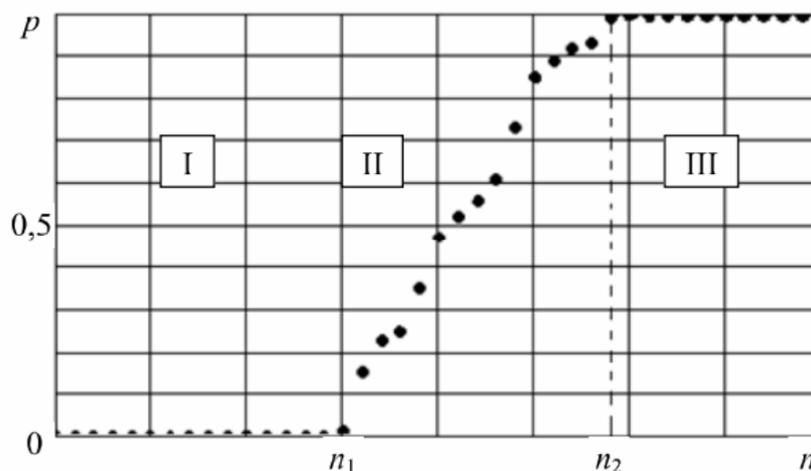


Рис. 1. Результаты экспериментальной статистической оценки вероятности отказа сопряжения «вал-подшипник скольжения»

Очевидно, что отказоустойчивость системы зависит от значений n_1 и n_2 и тем выше, чем дольше сохраняется нулевая вероятность отказа (т.е., чем больше n_1 , и чем больше наклонена к оси абсцисс прямая, аппроксимирующая экспериментальные точки в зоне II, (т.е. чем больше отношение $n_2 - n_1$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молодцов Н.С., Журавлёв Ю.И. Прогнозирование долговечности коленчатого вала поршневого двигателя с использованием математических моделей, разработанных в Mathcad // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2013. – № 31. – Одесса: ОНМА. – С. 75-87.
2. Журавлёв Ю.И. Методика моделирования повышения показателей надежности сопряжений деталей «вал-подшипник скольжения». // Судовые энергетические установки: научн.- техн. сб.-2013.- № 32. – Одесса: ОНМА.- С29-33.
3. Гоц А.Н. Метод расчета коленчатого вала по данным усталостных испытаний // Транспорт, экология – устойчиво развитие: Доклады XII научно-техническа конференция с международно участие. – Варна: Изд-во ТУ, 2006. – Т. 13. – С. 223–227.
4. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. – М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.

УДК 621.431.003

Мельник А.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Обеспечение надежности сопряжений деталей СТС путем электроискровой обработки их рабочих поверхностей в процессе их эксплуатации

Специфическая шероховатость электроискровых покрытий в прессовых посадках играет положительную роль в надежности сопряженных деталей СТС, поскольку увеличивает их прочность.

Примечательно, что при упрочнение конусных посадочных поверхностей валов методом электроискровой обработки, износ прессовой посадки остановился или стал пренебрежимо малым. Наблюдение за эксплуатацией восстановленных валов методом ЭИ обработки показало, что их эксплуатационный ресурс увеличилась не менее чем в 2 раза.

Износ в прессовых посадках (подшипник - втулка), как правило, невелик, и деталь может быть восстановлена методом электроискровой обработки. При этом не требуется финишная шлифовка поверхностей для получения требуемого размера, поскольку толщина ЭИ-покрытия строго зависит от режима (тока) обработки, и поэтому можно наращивать слой строго определенной толщины, соответствующей величине износа.

Это является важным преимуществом, которое делает данный способ восстановления доступным широкому применению.

В судовых условиях возможны, а иногда и необходимы, восстановления посадочных мест подшипников качения валов электродвигателей, насосов и др., путем наращивания шероховатости электроискровым методом.

В научной лаборатории кафедры ТМС установлена и находится в рабочем состоянии электроискровая установка, собрана на базе токарного учебного станка ТВ-16 с генератором электроискрового импульса ГЭ 19-80, что позволяет проводить наглядные учебные занятия и научные изыскания, опыты по упрочнению посадочных поверхностей при помощи вышеуказанного метода.

Также в лаборатории сварки № 116 на базе токарного станка 1А616 имеется установка электроискрового легирования марки МП-ЭЛ1 для наплавки металлических поверхностей. Этот метод может найти применение в различных областях ремонта деталей и механизмов, особенно при упрочнении ответственных узлов и деталей, работающих в особо нагруженных режимах..

Известен метод электроискрового упрочнения металлических поверхностей с предварительной обработкой поверхности в котором, с целью увеличения толщины упрочняемого слоя количество проходов увеличивают.

Однако с увеличением числа проходов (более трех) увеличивается шероховатость упрочняемой поверхности. При этом начинает сказываться многократное импульсное воздействие высоких температур и ударных нагрузок, поверхность начинает разрушаться.

Поставленная задача решается тем, что в способе электроискрового упрочнения металлических поверхностей, включающем предварительную обработку поверхности подложки, каждая поверхность упрочняемого слоя после достижения ей максимальной толщины подвергается активации полировкой для последующего электроискрового упрочнения.

При этом, на упрочненном слое пики сферических бугров и кратеров уменьшаются, устраняются загрязняющие поверхность элементы, уменьшаются дефекты кристаллической решетки, увеличивается движение электронов проводимости к межэлектродному промежутку, т.е. улучшаются условия, обуславливающие дальнейший рост толщины упрочняемого слоя.

После достижения максимальной толщины вторичного слоя вновь производится активация полировкой для достижения условий последующего упрочнения. Далее процесс повторяется.

Покрытие из карбида вольфрама формируется электродом диаметром 1,5-2,0 мм. Производительность установки $1 \text{ см}^2/\text{мин}$ при токе 2-4А.

Упрочнение производится сразу после обработки растворителями металлической поверхности от оксидов, жира и масел, при этом шероховатость поверхности не более 30 мкм.

После достижения максимальной толщины (0,015 мм) упрочненного слоя за один проход поверхность упрочненного слоя подвергается активации полировкой, используя при этом алмазную пасту АСМ 3/2.

После достижения шероховатости поверхности не более 6 мкм производилось вторичное упрочнение металлической поверхности. И так далее. За четыре прохода с предыдущей активацией полировкой толщина слоя составляла 0,05-0,06 мм с микро твердостью «белого» слоя до 2000 кг/мм^2 .

Выводы

1. Применение предлагаемого способа электроискрового упрочнения металлических поверхностей, за счет увеличения толщины упрочняемого слоя в 3-4 раза позволяет повысить стойкость поверхности обрабатываемого металла в 1,5-2,0 раза.
2. Электроискровое легирование, разработанное как средство упрочнения инструмента, может эффективно применяться для восстановления и упрочнения прессовых посадок деталей механизмов и устройств на морских судах.

УДК 629.123.004

Небеснов В.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Особенности докового ремонта судов

Доковый ремонт относят к разряду профилактических ремонтов и по этой причине его планируют. В современных условиях докование судов стремятся совмещать с обязательными предъявлениями судна классификационному обществу для подтверждения документов. Такое условие выполняется с периодичностью 2,5 года для судов, занятых перевозкой генеральных грузов и эксплуатируемых в обычных условиях плавания. Кроме этого, каждые пять лет судно должно предъявляться классификационному обществу для возобновления класса.

Доковый ремонт проводят между вторым и третьим ежегодными освидетельствованиями судна для подтверждения класса судна до следующего периодического освидетельствования. Он может являться частью классификационного ремонта или проводиться самостоятельно. Причем в процессе докового ремонта могут проводиться работы не докового характера, необходимые

для обеспечения нормальной эксплуатации судна до очередного планового ремонта. Средняя продолжительность одного докового ремонта морского транспортного судна в зависимости от возраста составляет 5-15 суток,.

Доковые освидетельствования - это освидетельствования подводной части судна, проводимые Регистром по разным причинам (очистка корпуса от водорослей, окраска). Периодичность профилактических докований определяется типами судов. Например, Правилами классификационных освидетельствований установлена необходимость предъявления судов в доке через 30 ± 6 месяцев для периодических освидетельствований.

Структура и характер распределения ремонтов с учетом выполнения докового ремонта показаны на рис. 1.

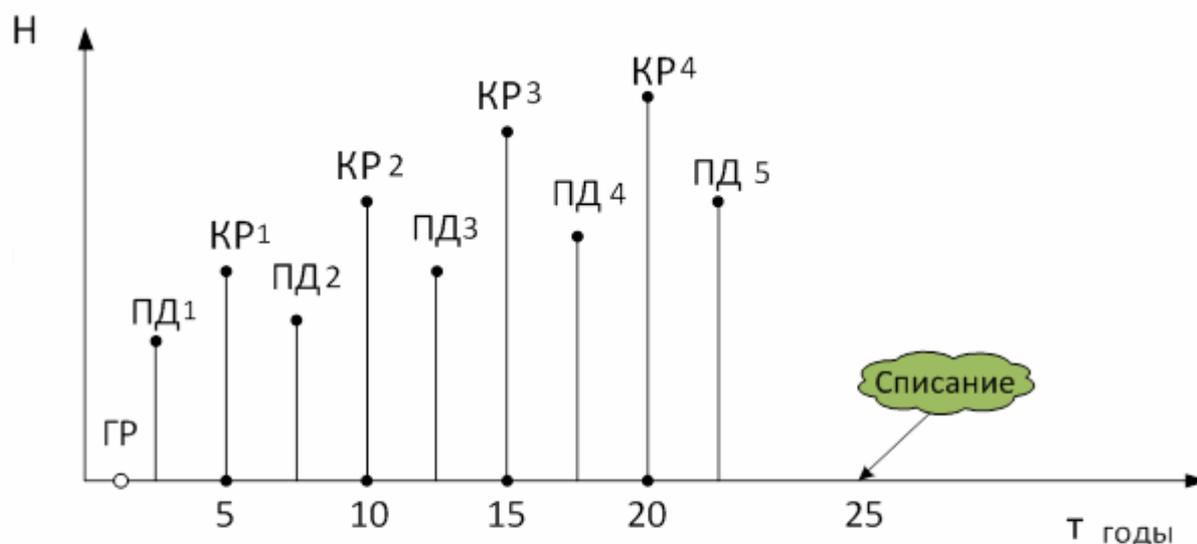


Рис. Диаграмма распределения последовательности и объемов ремонтов судна за период его жизненного цикла

T – срок службы судна; H – объем ремонта в часах; КР - классификационный ремонт; ПД – профилактическое докование, доковый ремонт; ГР - гарантийный ремонт (обслуживание)

В настоящее время наиболее четко обозначены две формы организации службы на судах: линейная и линейно-функциональная. Линейная форма обладает наибольшими традициями на судах. Ее основные признаки состоят в том, что во главе экипажа судна стоит капитан, которому подчинены руководители служб (рис. 2).

Основной признак линейной структуры состоит в полном территориальном разделении функций между руководителями и подчиненными разных служб. При этом планирование работ по корпусной части судна руководит старший помощник, а планирование работ по энергетической установке руководит старший механик.



Рис. Линейно-функциональная структура управления технической эксплуатацией судна

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин А.М. Управление технической эксплуатацией судов. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. -360 с.
2. Сторожев В.П. Технология судоремонта. -Херсон: ОЛДИ-ПЛЮС, 2014. - 552 с.

ІНЖЕНЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА МОРІ

УДК 656.61

Басанец Н.Г.

Национальный университет «Одесский морская академия»

Формирование креативных качеств личности будущих механиков в аспекте дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

Современная высшая школа должна готовить творчески мыслящих специалистов, способных видеть наиболее перспективные пути развития научно-технического прогресса. Обеспечение такого уровня подготовки - крайне сложная задача, стоящая перед системой образования. Ее решение заключается в ликвидации существующего противоречия между традиционным способом преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и требованиями, диктуемыми новыми социальными, политическими и экономическими условиями. С этой целью учебный материал общих и профессиональных курсов должен быть предложен в том виде, в котором эти знания могут быть востребованы.

Отсутствие научно обоснованных психолого-педагогических технологий развития профессионально значимых качеств специалиста, привело к объективной необходимости построения и реализации качественно иной системы образования и воспитания, которая включает новые психолого-педагогические и проектировочные технологии.

Определить пути преодоления указанного противоречия возможно, проанализировав основные педагогические проблемы преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Одна из них заключается в необходимости исключения авторитарного стиля преподавания. Основная задача высшей школы - научить студента логически мыслить, находить пути решения каждой проблемы, предвидеть результаты своей производственной деятельности. В полной мере она может быть решена лишь в свободной творческой обстановке, где созданы все условия для благоприятной морально- психологической атмосферы между преподавателем и студентом, постоянно проводится профилактика стихийных конфликтных, а также стрессовых ситуаций. К сожалению, во многих случаях моральный климат формируется иначе. Подавляющий обучаемых авторитет преподавателя как носителя знаний, ужесточение контроля за процессом обучения усугубляют данную проблему, и студент при таком режиме постепенно превращается в объект обучающих воздействий. При этом жесткая функция управления учебным процессом заключается не столько в контроле качества знаний, сколько в контроле посещаемости занятий, то есть полностью игнорируется антропологический подход.

БЖД - это не только средство собственной защиты, это защита человека, общества и государства, ибо безопасность - это не только физическая защита, это в значительной мере духовное состояние, ибо главной причиной социаль-

ных и других катаклизмов остаются мировоззренческие характеристики человека.

Поэтому подготовка специалистов в аспекте безопасности жизнедеятельности в целом должна включать в образовательный и воспитательный процесс такие формы, средства и методы обучения, которые помогают сформировать и выпустить специалиста, обладающего высокими профессиональными компетенциями, креативным потенциалом, коммуникативными навыками, высокой нравственностью, экологической культурой и т.д.

Творческие возможности человека (это понятие в научной литературе именуется креативностью) включают такие качества, благодаря которым человек создает что-либо, не существовавшее прежде. Креативность рассматривается как характеристика трудовой деятельности и как творческий потенциал личности.

Креативность в нашем понимании, складывается из совокупности пяти видов способностей, характеризующих творческий потенциал субъекта:

- познавательный потенциал - интеллектуальные способности, позволяющие человеку от познания технологических явлений переходить к познанию их сущности, скрытой закономерности, самостоятельно осваивать технические новшества, критически осмысливать производственные ситуации, выявлять проблемы и пути их решения;

- преобразовательно - предметный потенциал - навыки, умения, способности творчески решать задачи, ставить новые;

- аксиологический потенциал - ценностные ориентации, позволяющие переходить от локальных и эмпирических оценок к всесторонней системной оценке внешних и внутренних факторов;

- коммуникативный потенциал - нравственно-психологические качества, характеризующие способность к творческому общению с людьми своей профессии и смежных сфер деятельности;

- культурно - эстетический потенциал - эстетические способности, позволяющие органически соединять культурно - эстетические начала и труд;

- способность человека оказываться от стереотипных способов мышления;

Феномен креативности трактуют с разных точек зрения, но в большинстве случаев если творчество следует понимать, как имеющий определенную специфику процесс, приводящий к созданию нового, то креативность рассматривается как способность, потенциал, внутренний ресурс человека;

Понятие креативности прочно вошло в психологическую науку с 50-х гг., когда Дж. Гилфордом была предложена модель Интеллекта, одной из составных частей которой был дивергентный уровень. И поначалу этот термин присутствовал только в сочетании «интеллектуальная креативность», поскольку жестко связывался с способностью к дивергентному мышлению. Позднее креативность стали интерпретировать более широко, а именно:

- способность продолжать мыслительную и творческую деятельность «за пределами ситуативной заданности»;

- способность к преодолению шаблонного мышления и творческого созидания;

- способность обнаруживать новые способы решения проблем или новые способы выражения осознанная и выражения своего «Эго»;
- способность проявлять свою творческую сущность через проблемы привычных, хорошо знакомых ситуаций;
- способность человека к конструктивному, нестандартному мышлению и поведению, а также осознанию и развитию своего опыта;
- проявление творческого состояния созидания;
- способность к продуцированию большого количества вариантов поведения и реагирования в ситуациях межличностного взаимодействия,
- способность к гибкому изменению реагирования, использованию разных приемов и тактик поведения и к новизне, необычности идей, нестандартности отношения к коммуникативным ситуациям и нестандартности мышления.

Сегодня не существует единого мнения по поводу причин и источников личностной креативности.

В этой связи интересно обратить внимание на обзор некоторых, наиболее

Сегодня не существует единого мнения по поводу причин и источников личностной креативности. В этой связи, интересно обратить внимание на обзор некоторых, наиболее часто встречающихся, версий происхождения креативности, сделанных психологом из Германии, L.Reisenbichler (Еленой Ресенбитчер). Она полагает, что в 1990-х гг. в отношении феномена креативности довольно широкое распространение получили следующие мифы:

- 1) что творческие люди - это гении, которые с рождения обладают специфическими способностями;
- 2) что креативность особый дар гомосексуально ориентированных людей;
- 3) что творческий потенциал возрастает из-за употребления алкоголя;
- 4) что креативность лежит в одном шаге от психического расстройства (и частности - маниакально-депрессивного психоза);
- 5) что креативность возникает во вспышке вдохновения;
- 6) что творческий потенциал может быть актуализирован путем брэйн-сторминга - техники дивергентного мышления.

Все эти суждения - не более чем гипотезы, не нашедшие подтверждений в многочисленных серьезных исследованиях, ведущихся по каждому из этих направлений и использующих разнообразие эмпирических методов, но значимых статистических связей выявлено не было.

Педагог и психолог Урбан К.К., занимающийся проблемами одаренности, креативности, открытого творческого обучения детей, дает определение креативности, как гипотетического конструкта, описывающего или объясняющего (в определенных пределах) особый вид специфического человеческого потенциала или способности.

Однако в настоящий период страна столкнулась с проблемами социально-психологической неподготовленности практически каждого выпускника вуза к работе в нестандартных условиях. Лавинообразный рост информации, ее быстрое старение привели к тому, что накопление знаний при обучении само по себе утратило прежнюю ценность. Сегодня на передний план в профессионально - образовательных учреждениях выдвигается задача целенаправленно-

го формирования креативных качеств личности будущих специалистов, способностей ими самостоятельно приобретать знания, генерировать новые научные, технические и социальные идеи. Решение этой задачи идет по пути совершенствования содержания, методики и организации обучения, которое развивает способности к различным видам творческой, и индивидуальной деятельности.

Социальный заказ современного общества заключается в потребности творчески одаренных, инициативных личностях, способных на самореализацию в быстро изменяющихся условиях современного мира. Ускоренные темпы развития общества обусловили проблему формирования социально активной, творческой, мобильной личности, умеющей делать профессиональный и социальный выбор, способной к успешной социализации в обществе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция ООН о стабильном развитии человеческого сообщества, так называемый «порядок дня на 21 век».
2. Концепция образования по направлению «Безопасность жизнедеятельности человека» утвержденной МОНУ от 12.03.2001г.
3. Басанец Н.Г. «Безопасность жизнедеятельности». Одесса: К.П. Одесская городская типография, 2013г. 305с.
4. Колегаев М.А., Иванов Б.Н, Басанец Н.Г. «Безопасность жизнедеятельности и выживание на море». Одесса: - КП. ОМД. 2013г. 356с.

УДК 656.61

Касилов Ю.И.

Совершенствование оборудования и устройства судов по предотвращению загрязнения окислами серы (SO_x).

ПРИЛОЖЕНИЕ VI К МАРПОЛ 73/78

ПРИЛОЖЕНИЕ VI УСТАНАВЛИВАЕТ ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ЖИДКОГО ТОПЛИВА. ЭТИ ТРЕБОВАНИЯ, ЗАПИСАННЫЕ В ПАРАГРАФЕ 1 ПРАВИЛА 18, СОВПАДАЮТ С ТРЕБОВАНИЯМИ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ПРИЛОЖЕНИЕ ISO 8217:2005:

Топливо не должно содержать неорганических кислот

Топливо не должно содержать химических отходов которые:

- угрожают безопасности судов;
- отрицательно влияют на работу механизмов;
- представляют опасность для обслуживающего персонала;
- способствуют дополнительному загрязнению воздуха.

ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Положения настоящей части МАРПОЛ 73/78 распространяются на все суда, подлежащие техническому наблюдению Регистра, а также на их оборудование, устройства и системы по предотвращению загрязнения воздушной среды, если специально не предусмотрено иное, в соответствии с требованиями Приложения VI к МАРПОЛ 73/78 и Технического кодекса по NO_x.

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО
НАБЛЮДЕНИЯ ОТНОСИТСЯ К ВОПРОСАМ:

Системы очистки выхлопных газов для уменьшения выбросов SO_x в соответствии с резолюцией ИМО МЕРС.184(59);

Топливной системы судна на предмет возможности перевода работы двигателей на низкосернистое топливо при выходе судна в район контроля выбросов SO_x и возможности отбора проб топлива на приемном топливном трубопроводе судна при помощи пробоотборного устройства одобренной Регистром конструкции в соответствии с резолюцией ИМО МЕРС.182(59);

В соответствии с правилом Приложения VI к МАРПОЛ 73\78 содержание серы в любом жидком топливе, используемом на судне, не должно превышать следующих пределов, даже если судну еще не выдано Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы.

4,5 % по массе - до 1 января 2012 г;

3,5 % по массе - 1 января 2012 г; и после этой даты;

0.5 % по массе - 1 января 2020 г. и после этой даты.

В соответствии с правилом 14.4 Приложения VI к МАРПОЛ 73\78 при нахождении судов в пределах районов контроля выброса SO_x содержание серы в любом жидком топливе, используемом на судне, не должно превышать следующих пределов, даже если судну еще не выдано Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы:

1,5 % по массе - до 1 июля 2010 г;

1,0 % по массе - 1 июля 2010 г. и после этой даты;

0,1 % по массе - 1 января 2015 г. и после этой даты.

В качестве альтернативного метода снижения выбросов SO_x может применяться система очистки выхлопных газов из судовых установок сжигания жидкого топлива, одобренная Администрацией с учетом положений резолюции ИМО МЕРС.184(59), с обеспечением рационального выполнения требований ранее изложенных положений.

Согласно резолюции ИМО МЕРС.184(59) при одобрении вышеуказанных установок соответствие правилам Приложения VI к МАРПОЛ 73\78 должно быть продемонстрировано на основании значений соотношения выбросов SO_x ($млн^{-1}$) / CO_2 (% по объему), приведенных в указанной ниже таблице

Пределы серы в топливе, указанные в правилах отмеченных ранее.

Накладные на поставку бункерного топлива должны постоянно храниться на судне, даже если судну еще не выдано Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы .

Приложения VI к МАРПОЛ 73\78, и соответствующие значения выбросов

Содержание серы в % по массе	Соотношение выбросов SO _x (млн ⁻¹) / CO ₂ (% по объему)
4,5	195,0
3,5	151,7
1,5	65,0
1,0	43,3
0,5	21,7
0,1	4,3

Примечание. Использование пределов соотношений выбросов возможно только в том случае, когда используется нефтяное топливо на основе дистиллятов и мазута.

Для судов валовой вместимостью 400 и более сведения о жидком топливе, поставленном и используемом на борту, регистрируются посредством накладных на поставку бункерного топлива, которые должны храниться на судне в течении трех лет с момента поставки топлива и сопровождаются типичной пробой, отобранной на приемном топливном коллекторе судна при помощи одного из следующих устройств:

1. пробоотборника непрерывного действия капельного типа с ручным клапаном;
2. автоматического пробоотборника, действующего через регулярные промежутки времени;
3. автоматического пробоотборника, срабатывающего в зависимости от скорости подачи топлива.

Типичная проба должна храниться на судне до полного расхода принятого топлива, но в любом случае не менее 12 месяцев после даты бункеровки. Процедура проверки топлива для целей Приложения VI к МАРПОЛ 73\78 подробно изложена в Дополнении VI к Приложения VI к МАРПОЛ 73\78 . требования к процедуре ИМО МЕРС/ Circ.508.

В связи с вышеизложенным топливные системы судов должны обеспечивать:

1. возможность отбора проб топлива на приемном судовом коллекторе при помощи пробоотборного устройства в соответствии с резолюцией ИМО МЕРС. 182(59);
2. возможность обеспечения безопасного перехода на топливо с содержанием серы согласно указанных работ проводимых до входа в район контроля выбросов SO_x. Система подачи топлива должна быть полностью промыта от всех видов топлива с содержанием серы более допустимой величины.

Пересмотр Приложения VI к МАРПОЛ 73/78

57 сессия Marine Environment Protection Committee (МЕРС 57) предложила внести изменения в Правила Приложения VI, в соответствии с которыми содержание серы в топливе, используемом во всем мире, не должно превышать:

- 4,5 % до 1 января 2012 года;

- 3,50 % с 1 января 2012 года;
- 0,50 % с 1 января 2020 года (2025 год).

Содержание серы в топливе, используемом SECA, не должно превышать:

- 1,50 % до 1 марта 2010 года;
- 1,00 % с 1 марта 2010 года;
- 0,10 % с 1 января 2015 года.

Технический регламент

Производство судового топлива по показателю «массовая доля серы, не более» осуществляется:

- с показателем 3,5 % - до 31 декабря 2010 г;
- с показателем 2 % - до 31 декабря 2012 г.;
- с показателем 1,5 % - с 1 января 2013 г.

Продукция может содержать присадки, не причиняющие вреда жизни и здоровью граждан, окружающей среде, имуществу физических и юридических лиц, жизни и здоровью животных и растений.

Директива Европарламента 2005/33/ЕС

Директива 2005/33/ЕС ограничивает содержание серы в морском топливе, используемом в странах Европейского Союза.

- тах 1,5 % серы в топливе, используемом в Балтийском море с 11 августа 2006 года;

- тах 1,5 % серы в топливе, используемом в северном море и Английском канале с 11 августа 2007 года;

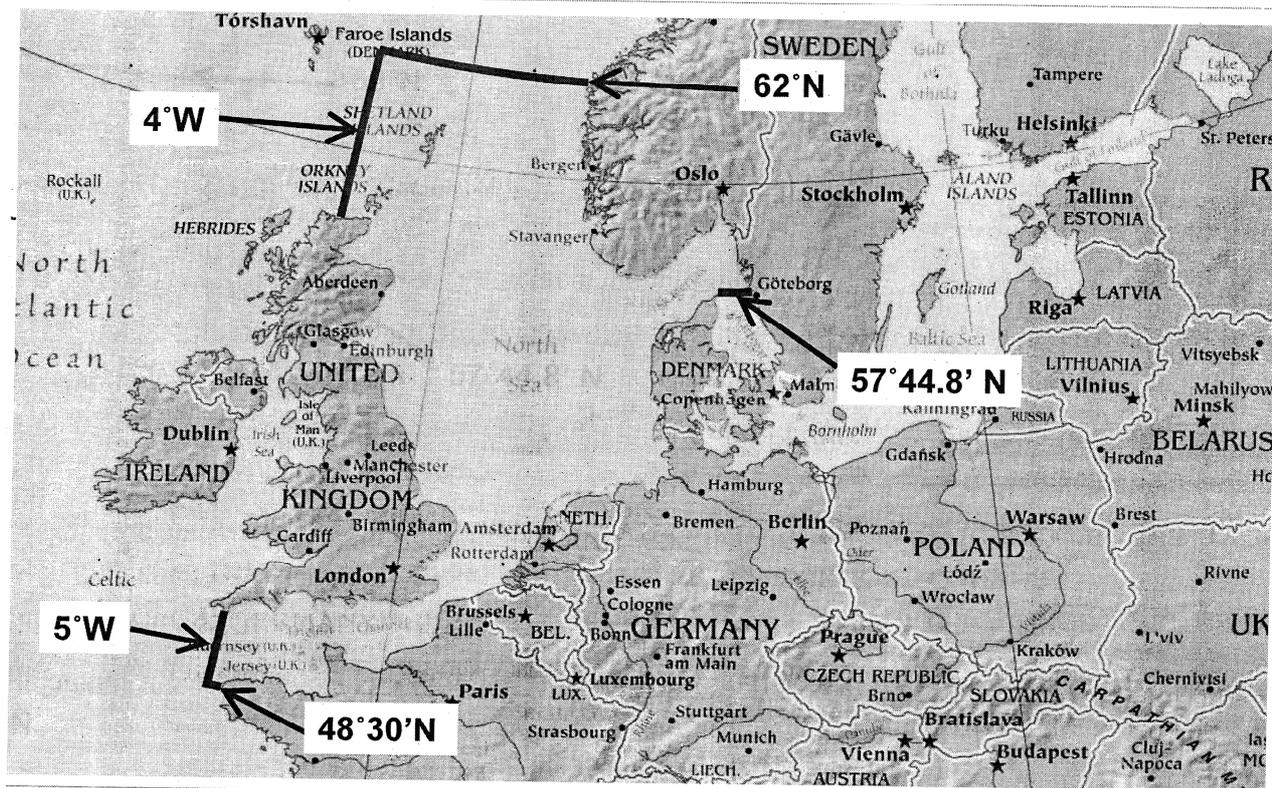
- тах 1,5 % серы на пассажирских судах на регулярных линиях в странах Евросоюза с 11 августа 2006 года;

- тах 0,1 % серы в газойле марок DMX и DMA, используемом на территории ЕС, с 1 января 2008 года до 31 декабря 2009;

- тах 0,1 % серы во всех сортах морского топлива, используемого во внутренних водах Евросоюза и у причалов портов ЕС более двух часов, начиная с 1 января 2010 года.

В соответствии с этой резолюцией проба должна быть отобрана у приемного фланца судового топливопровода методом непрерывного капания с помощью ручного или автоматического пробоотборника в течении всего времени бункеровки. Объем пробы должен быть не менее 400 мл., бутылка должна быть заполнена на 90% + или - 5 % от полного объема. Капитан судна должен разработать и ввести систему учета проб топлива, хранящегося на борту судна. Пробы должны храниться в безопасном месте вне жилых помещений до тех пор, пока топливо не будет в основном использовано, но не менее 12 месяцев с момента поставки.

Районы Контроля Выбросов SOx



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МАРПОЛ 73/78 Приложение VI «Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов».
2. Технический Кодекс контроля выбросов окислов азота судовых дизелей (Конференция сторон Международной Конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 26 сентября 1997).
3. Директива Европарламента 2005/33/ЕС

УДК 613.68: 656.071.2(04)

Голикова В.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Гигиенические аспекты компетентностного подхода в комплексной оценке профессиональной деятельности судового оператора

Ведущие тенденции в развитии мирового морского флота определяются ростом его участия в объеме, структуре и географии международного товарообмена. Они отражаются на фрахтовых рынках, вносят коррекцию в запрос на морские транспортные услуги, а также стимулируют изменения в практической деятельности портов, судостроении и судоремонте. Эти тенденции в значительной мере сохраняются и в настоящее время, поскольку экономика нуждается и в эти годы решения вопросов поставок сырья, энергоносителей, гото-

вой продукции, предоставлении других транспортных услуг [1,2]. По мере того, как рынки все больше глобализируются, объемы и интенсивность судоходства неуклонно возрастают. Сегодня морской транспорт осуществляет более 80% общего грузооборота между странами и континентами [3]. В соответствии с данными мировой статистики современного судоходства на морских путях в эксплуатации находится около 75 тыс. судов торгового флота, которые ежегодно перевозят более 7,0 млрд. т различных грузов. Несмотря на большое разнообразие типов и разновидностей транспортных судов среди них преобладают танкеры различного назначения, балкеры и контейнеровозы. Их удельный вес в общем дефайте мирового флота достигает 85%.

Рост водоизмещения и размеров судов, скорости хода и продолжительности плавания при сокращении численности экипажа до 15-20 человек, внедрение комплексной автоматизации; широкое совмещение профессий (матрос-моторист, моторист-электрик), преобладание операторских форм труда, привели к существенному повышению уровня хронического психоэмоционального стресса [4], который усугубляется работой в интернациональных экипажах, интенсивностью судоходства на основных направлениях работы флота, случаями пиратства и терроризма в международных водах [5,6].

Жизнедеятельность моряка протекает в экстремальных, не свойственных человеку условиях, существенно отличающихся от привычных береговых и не в полной мере удовлетворяющих социально-биологическим потребностям организма и личности. В этом контексте следует напомнить, что здоровье населения на 50 % зависит от образа жизни, наиболее значимыми составляющими которого являются условия труда и быта, определяющие степень социальной защищенности, морально-психический статус и др. К этому следует добавить, что даже в типичных системах «человек-техника» профессиональная деятельность все более опосредуется социальными системами «человек-человек» и «человек-группа», которые, в свою очередь, также изменяются, обретая разнообразные формы.

Это положение хорошо иллюстрируется на примере морского труда, поскольку в современных условиях подавляющая часть украинских моряков работают в относительно замкнутых многонациональных малочисленных коллективах, где, с одной стороны, вследствие длительного пребывания на ограниченной площади судна и жилой надстройки, вахтенных форм труда, совмещения профессий (матрос-моторист; матрос-электрик и т.п.), имеет место преимущественно профессионально обусловленный контакт между членами экипажа, тогда как, с другой стороны, личные (вне сферы производства) коммуникативные связи крайне редуцированы.

Не менее важным является и тот факт, что мы живем в век профессионалов, когда, человеческий фактор доминирует над технической и технологической составляющими, в том числе - в обеспечении качественной, эффективной и безаварийной эксплуатации современного морского судна (по существу, человеко-машинного комплекса), а цена ошибки каждого члена экипажа прогрессивно возрастает. В этой связи следует напомнить, что более 70% аварий

морских судов происходит по вине членов экипажа, главным образом, капитанов, механиков, лоцманов [7,8].

Высокая степень механизации и автоматизации производства, широкое внедрение робототехники и логистических систем управления существенно повышают требования к профессионально важным качествам каждого моряка, и прежде всего, судового офицера [9]. Тем не менее, **профессионализм** судового оператора определяется не отдельными профессионально важными качествами или даже их суммой, а принципиально новыми категориями, которые, руководствуясь эмпирическими построениями В.А. Толочка, теоретическими положениями Л.М. Шафрана и Э.М. Псядло, В.В. Калниша, можно сгруппировать в три блока, включающие: 1. **отношение человека к труду** (мотивация, удовлетворенность трудом), 2. оперативную (краткосрочную) и стратегическую (долгосрочную) **динамическую оценку и ауторегуляцию деятельности в пространственно-временных координатах трудового процесса** (адаптивное психофизиологическое реагирование и адаптивное управление поведением в информационном, энергетическом и материальном поле (производственной и окружающей среде), 3. **отношение к себе и окружающим** (другим участникам трудового процесса) **как к активным субъектам производственной деятельности** (обучение, освоение профессиональных знаний и навыков, формирование профессиональных качеств, построение индивидуально-личностного производственного динамического стереотипа, поддержание на оптимальном уровне своего психофизиологического статуса на протяжении разового рабочего периода и производственной деятельности в целом).

Рассмотренные категории, хотя и имеют несомненно психофизиологическую основу, но значительно трансформированы, прежде всего, благодаря мощной социально-психологической нагрузке, возникающей на стыке и во взаимосвязи доминирующих мотивов и потребностей, наличных средств их реализации в конкретных видах деятельности (знания, умения, навыки, психосоматический статус), с одной стороны, и оперативными, тактическими и стратегическими требованиями производства (типом и назначением судна, технологией перевозки и характером перевозимого груза, условиями судоходства, задачами судоходной компании и судовладельца), с другой. Этот комплекс выдвигает и диктует требования к специалисту на международном рынке морского труда и возможность его трудоустройства. Он может быть представлен рядом составляющих, корреспондирующих с предложенными В.М. Шепелем [10] позициями. Среди них доминирующими являются:

- профессиональная востребованность;
- профессиональная пригодность;
- профессиональная компетентность;
- профессиональная удовлетворенность;
- профессиональный успех.

Отчетливо понимая важность и тесную взаимосвязь этих элементов, необходимо в то же время признать, что среди них безусловно доминирующим интегративным качеством является **профессиональная компетентность**. Однако, до сих пор, как показывает анализ отечественной и зарубежной лите-

ратуры, вопрос о компетентности специалиста вообще и моряка, судового оператора, в частности, не решен в науке однозначно, а потребность в изучении данной проблемы крайне актуальна в научно-теоретическом и практическом отношении, в том числе и прежде всего, с гигиенических и психофизиологических позиций.

Поэтому нам представляется необходимым рассмотреть данное понятие подробнее, принимая во внимание разнообразные подходы и толкования общей и **профессиональной компетентности**.

Компетентность (от лат. *competere* — соответствовать, подходить) — обладание и способность применять знания, навыки, умение успешно действовать на основе практического опыта при решении задач общего рода, также в определенной широкой области практически любого вида деятельности. Это в то же время базовое качество конкретного человека индивидуума, включающее в себя совокупность взаимосвязанных свойств личности, необходимых для качественной и продуктивной деятельности.

Компетенция - совокупность взаимосвязанных базовых качеств личности, включающее в себя применение знаний, умений и навыков в качественно – продуктивной деятельности

Применительно к плавсоставу морского транспортного флота основные требования к профессиональной компетентности и компетенции моряков нашли отражение в ряде международных документов, таких как Конвенция ПДНВ 78/95 с Манильскими поправками 2010 г., Кодекс по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (Кодекс ПДНВ), одобренный резолюцией 2 Конференции 1995 года с последующими поправками, а также Сводная Конвенция МОТ 2006 г. [11-13].

Согласно с Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (консолидированный текст с Манильскими поправками) : « « Стандарт компетентности» означает уровень профессиональных навыков, который должен быть достигнут для надлежащего выполнения функций на судне в соответствии с критериями, согласованными в международном плане, изложенных ниже, и которые включает приписанные стандарты или уровни знаний, умений и продемонстрированных навыков.»

В специальной научной и учебно-методической литературе недостаточно отображен и определен вопрос о гигиенических и медико-психологических аспектах формирования профессиональной компетенции и компетенций у судовых операторов. В русскоязычном варианте можно указать лишь на диссертационные работы И.В. Петреева [14] по гигиеническим аспектам компетенции военных моряков, Е.Б. Скачкова [15] – по уровню физической подготовки у курсантов высших морских учебных заведения. И лишь в статье Е.П. Шириной [16] компетентности у курсантов морских вузов рассмотрены более широко, но без достаточно четкого интегрального определения понятия профессиональной компетентности, как для курсантов (с акцентом на процесс формирования динамического производственного стереотипа), так и для плавсостава (в плане надежной и безопасной для здоровья и жизни трудовой деятельности). Поэтому можно предложить следующие определения:

Профессиональная компетентность моряка - это интегративное качество личности специалиста (представителя профессий плавсостава), объединяющее имеющиеся у него знания, навыки и умения, профессионально значимые психофизиологические качества и психосоматические свойства (генетически обусловленные и приобретенные в процессе обучения, общей и специальной подготовки) обеспечивающие возможность их самостоятельного использования на практике в соответствии с требованиями производства.

Степень ее реализации на практике характеризует **профессиональную компетенцию конкретного моряка**.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Branch](#) A.E. Elements of Shipping. – Completely revised 8 ed. – Abingdon: Routledge, 2007. - 510 p.
2. Stopford M. Maritime Economics. – 3 ed. – London: Taylor & Francis, 2009. - 816 p.
3. Николаева Л.Л. Коммерческая эксплуатация судна: Учебник [для студ. высш. учеб. зав.] - Одесса: Феникс, 2006. — 754 с.
4. Голикова В.В. Стрессогенные факторы профессиональной среды современного судового оператора / В.В. Голикова // Матеріали шостої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті». -Херсон-2014. - С.70.
5. Kontorovich E., Art S. An Empirical Examination of Universal Jurisdiction for Piracy // American Journal of International Law, 2010. - Vol. 104 – P. 1-58.
6. Shafran L. Psychophysiological Aspects of the Problem of Pirates Activity in the World Ocean as a Kind of Humanitarian Crisis / L. Shafran, V. Golikova, W. Zulkow // Journal of Health Sciences (Poland), 2014. – Vol. 4. – No. 6. – P. 119-126.
7. Репетей В.Д. Аналитика аварийности на судах водного транспорта Украины за 2001-2010 гг.: Информационно-справочное издание / В.Д. Репетей, В.В. Голиков, А.В.Шемелин. — Одесса: Укрморинформ, 2011. — 226 с.
8. Вильский Г.Б. Навигационная безопасность при лоцманской проводке судов / Г.Б. Вильский, А.С. Мальцев, В.В. Бездольный, Е.И. Гончаров / Под ред. А.С. Мальцева, Г.Б. Вильского. — Одесса-Николаев: Феникс, 2007. — 456 с.
9. Кацман Ф.М. Человеческий фактор в проблеме обеспечения безопасности судоходства / Ф.М. Кацман — СПб: СПГУВК, 2003. — 150 с.
10. Шепель, В.М. Человековедческая компетентность менеджера. Управленческая антропология - М.: Народное образование, 1999.- 432 с.
12. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (консолидированный текст с Манильскими поправками) - К.: ВПК «Экспресс Полиграф», 2012. - 568 с.
13. Сводная конвенция о труде в морском судоходстве. — Женева: Международное бюро труда, 2006. — 112 с.
14. Петреев И.В. Многоуровневая оптимизация формирования гигиенической компетентности военнослужащих: Автореф. дисс... д.м.н., 14.00.07. – СПб., 2007. – 40 с.

15. Скачков Е.Б. Формирование физической культуры как профессиональной компетентности будущих морских специалистов в профориентированном комплексе «морской лицей – морской вуз»: Автореф. дис... канд. педагогических наук, 13.00.08. – Калининград. – 2013. – 27 с.
16. Шарина Е.П. Компетенции деятельности курсантов морских вузов // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № 5 – стр. 61-70.

УДК 656.61.089.2

Деркач В.Г.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Объективные средства контроля безопасности на море - судовые регистраторы данных рейса

К сожалению, аварийность на флоте еще очень велика, а причины многих аварий остаются до конца не выясненными. Достоверно восстановить все детали обстановки, предшествующей аварии, очень трудно. Работа многочисленных судовых самописцев не синхронизируется по времени. Многие важные обстоятельства фиксируются только в судовых (вахтенных) журналах, а это не гарантирует их полноту и достоверность. Неоднократно морской общественностью поднимался вопрос о создании системы автоматической регистрации данных рейса с устройством хранения информации типа «черный ящик». Поэтому необходимость использования на флоте приборов, аналогичных «черному ящику» назрела уже давно.

Современные технологии позволяют создавать комплексы, регистрирующие все больший объем информации. Сегодня уже стало возможным создание твердотельного накопителя с объемом памяти, измеряемым гигабайтами. При этом в цифровом формате помимо всего прочего можно обеспечивать видеозапись действий экипажа.

Международная электротехническая комиссия в соответствии с требованиями SOLAS, учитывая Резолюцию А.861(20), разработала и приняла Международный стандарт МЭК 61996, которым устанавливает минимальные требования к рабочим характеристикам, задает технические характеристики и методы испытания, а также требуемые результаты испытаний для установок судового регистратора данных рейса (РДР).

Система полностью пассивна и записывает все данные, поступающие в основной блок. Она не влияет на другие системы и на поступление прочих данных. Процесс записи на конечный носитель не должен прерываться более чем на 10 минут в течение процесса сохранения. Время, в течение которого все записанные элементы данных сохраняются, должны составлять как минимум 12 часов. Новые данные могут быть записаны поверх элементов данных, которые старше этого срока. Капсула постоянно сохраняет данные за 12 часов, поступающие от основного блока. В случае выхода из строя аварийного источника электроэнергии РДР должен записывать звуковые сигналы на мости-

ке от специализированного резервного источника питания в течение 2 часов. И только по истечении этого 2-х часового периода вся запись должна прекращаться. Выносной пульт управления осуществляет функции управления и постоянно отображает состояние и неисправности в системе, анализируя ее параметры.

Согласно нормативным документам Регистратором данных рейса фиксируются 15 основных параметров (МЭК 61996, приложение 1):

- **Дата и время** - относительно Всемирного скоординированного времени, определяемом от внешнего (не установленного на судне) источника, либо от встроенных в регистратор часов. Детальность реконструкции истории инцидента должна быть не хуже, чем 1 секунда.
- **Широта и долгота местоположения судна и используемая система координат** - широта и долгота, а также система координат, используемая в технических средствах навигации, режим работы этих приборов. Разрешающая способность при записи координат до 0,0001 мин. дуги.
- **Скорость относительно воды и/или грунта с указанием способа измерения.** Данные должны записываться с разрешающей способностью до 0,1 узла.
- **Курс (истинный/магнитный).** Курс судна согласно показаниям судового гирокомпаса или магнитного компаса должен записываться с разрешающей способностью до 0,10.
- **Речевые переговоры, команды и звуковые сигналы на ходовом мостике.** Звуковые сигналы на всех рабочих местах (управление судном по осевой линии; крыло (крылья) мостика; главный радар; прокладочный стол; рулевой; связь), а также, по возможности, объявления через командное трансляционное устройство.
- **Переговоры с другими судами или объектами.** Переговоры с использованием радиоборудования УКВ диапазона записываются непрерывно.
- **Радиолокационная и вспомогательная навигационная информация, отображаемая на индикаторе радиолокационной станции.** Метод регистрации должен обеспечивать возможность воспроизведения изображения в том виде, в каком оно было в момент записи, с учетом возможных искажений, связанных со сжатием информации при записи.
- **Глубина под килем судна с указанием установленной шкалы измерения и режима работы эхолота.**
- **Аварийно-предупредительные сигналы** - записывается состояние всех предписанных ИМО сигналов тревоги, поступающих на ходовой мостик. Записываются также параметры этих сигналов там, где это осуществимо.
- **Команды, поступающие в рулевую машину, и их выполнение, а также режим работы системы управления курсом и траекторией.** Записываются углы перекладки руля как для команды, так и для ее выполнения с разрешением до 10, насколько это допустимо на судне.

- **Команды, поступающие в машинное отделение, и их выполнение, а также режим работы подруливающих устройств (при их наличии).** Сюда относятся положения машинных телеграфов или органов прямого управления двигателем/гребным винтом, включая число оборотов в минуту вала, и показания обратной связи. Сюда также относится состояние носового и кормового подруливающих устройств, если таковые предусмотрены.
- **Состояние забортных отверстий в корпусе судна.** Включает всю обязательную информацию, поступающую на ходовой мостик, о статусе забортных отверстий.
- **Состояние водонепроницаемых и противопожарных дверей.** Включает всю обязательную информацию, поступающую на ходовой мостик, о статусе дверей.
- **Ускорения и напряжения в корпусе судна.** Если судно оборудовано приборами контроля напряжений в корпусе и реакции на внешнее воздействие, то все элементы данных, которые были предварительно отобраны оператором, должны регистрироваться.
- **Скорость и направление ветра.** Это применимо, если судно оборудовано соответствующим датчиком. Регистрируются относительные, или истинные направления и скорость ветра, с указанием на их вид.

24 сентября 1999 г. на 45 сессии Подкомитета по безопасности мореплавания завершилась работа по подготовке новой в значительной степени пересмотренной Главы 5 Конвенции СОЛАС-74. Текст новой Главы в виде поправок к Конвенции будет направлен на утверждение на 72 сессию Комитета по безопасности на море ИМО, которая состоится в мае 2000 г. После одобрения Комитетом, текст Главы будет разослан на заключение всем странам-участникам ИМО, которые, в случае наличия у них замечаний, должны сообщить их до 1 января 2002 г.

Если к указанному сроку не поступят возражения по тексту новой Главы 5 от одной трети стран-участников ИМО, владеющих не менее 50% общего тоннажа мирового морского флота, то она будет считаться принятой и войдет в действие с 1 июля 2002 г.

В работе 45 сессии Подкомитета приняли участие 229 специалистов от 57 стран мира и 88 представителей 26 международных организаций. То есть в разработке новой Главы 5 участвовали все основные морские страны и все заинтересованные международные организации.

Глава 5 “Безопасность мореплавания” Конвенции СОЛАС подверглась значительной переработке, но за её основу была принята старая Глава 5 Конвенции 1974 г. Из принципиальных изменений следует отметить то, что новая Глава 5 впредь будет распространяться на все суда, плавающие в море независимо от типа и назначения, совершающие как международные, так и местные рейсы. Таким образом её требования будут касаться не только грузовых судов, но и рыболовных судов. Исключение сделано только для военных кораблей. Многие положения новой Главы 5 относятся к малым судам вместимостью

150 рег.т. и менее. При этом национальные Администрации должны уточнить порядок выполнения требований Главы 5 (Правила 15-28) на более мелких судах вместимостью менее 150 рег.т., совершающие международные рейсы, на судах вместимостью менее 500 рег.т., выполняющие только прибрежное плавание, а также на рыболовных судах.

Следует отметить, что даже суда, не имеющие механического двигателя должны в целом соблюдать требования новой Главы 5, хотя Администрации предоставлено право освобождать их от выполнения некоторых правил. В новой Главе сохранено право национальной Администрации предоставлять исключение отдельным судам от полного её соблюдения в тех случаях, когда характер рейса, его непродолжительность или незначительная удаленность от берега, а также отсутствие навигационных опасностей во время рейса могут являться основанием для такого решения Администрации. О всех подобных случаях Администрация обязана будет ежегодно информировать ИМО с указанием причин, вызвавших необходимость или возможность принятия Администрацией решения об освобождении того или иного судна от соблюдения требований Главы 5.

Новая Глава 5 сохраняет в своем составе ряд Правил, содержащие положения о порядке выполнения принимаемых правительствами договаривающихся государств обязательств, связанных с организацией ими служб навигационных и метеорологических предупреждений, службы поиска и спасания и гидрографической службы.

Они основаны на старых Правилах, которые подверглись определенному развитию. Некоторые изменения внесены в Правило 6, касающееся службы ледовой разведки в Северной Атлантике, управление которой будет продолжать обеспечивать Правительство США. В него внесены положения, уточняющие порядок покрытия расходов за выполнение ледовой разведки странами, суда которых используют информацию о ледовой обстановке.

Важное значение имеют Правила 10-12, касающиеся установления путей движения судов, систем судовых сообщений и служб управления движением судов. Они основаны на принципах, разработанных ИМО в период после принятия старой Конвенции СО-ПАС в 1974 г. и определяют порядок ввода в действие указанных путей, систем и служб. В них также указаны функции, права и обязанности ИМО при разработке руководств, критериев и правил по применению устанавливаемых путей и систем.

Основной блок Правил Главы 5 (с 14 по 35) определяет навигационные требования к оснащению и конструкции судна, его экипажу и порядку деятельности членов экипажа на судне во время рейса. В Правиле 14 содержатся общее требование об обязательном укомплектовании судов надлежащем количеством экипажа и его должной квалификации. Более детально принципы укомплектования судов экипажами изложены в Резолюции ИМО А.481 (XII) и других документах ИМО. При этом в Правиле 14 подчеркнута необходимость установления на судне единого рабочего языка, который должны понимать все члены команды и на котором должны быть подготовлены все рабочие руководства и инструкции. В Правиле отмечена также целесообразность исполь-

зования английского языка на мостике для радиосвязи и общения при необходимости с лоцманом.

Новым в Главе 5 является Правило 15, в котором изложены принципы, связанные с конструкцией мостика и порядком его оснащения навигационными системами и оборудованием. В развитие этого Правила сейчас в ИМО разрабатывается Руководство по эргономическим критериям оснащения судна навигационным оборудованием и его размещения на мостике.

Обязанности национальных морских Администраций в части организации технического обслуживания и надлежащего ремонта навигационного оборудования, обеспечения электромагнитной совместимости электрического и электронного оборудования, размещаемого на мостике, а также порядка одобрения ею и освидетельствования навигационных систем и оборудования отражены в Правилах 16-18 новой Главы 5.

В частности, в Правиле 18 подчеркнута, что после 1 июля 2002 г. все навигационные системы и оборудование, требуемые для установке на судах согласно новой Главы 5, должны быть типа, одобренного национальной Администрацией, и отвечать технико-эксплуатационным требованиям, соответствующим принятым ИМО. Особо важным в Главе 5 является Правило 19, содержащее требования по оснащению судов навигационными системами и оборудованием. Оно основано на Правиле 12 старой Главы 5, которое подвергалось, значительным структурным изменениям. Требования нового Правила существенно расширены и теперь они распространяются на суда, начиная с вместимостью от 150 рег.т. В Правило включены требования, касающиеся новых видов оборудования, таких как приемников глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), транспондеров автоматической информационной (идентификационной) системы (АИС), авторулевых, управляющих по траектории, и электронных картографических систем. Требования нового Правила 19 будут распространяться прежде всего на суда, построенные после 1 июля 2002 г.

Существующие суда, т.е. построенные до 1 июля 2002 г., должны продолжать соблюдать требования Правил 12 и 20 Главы 5 Конвенции СОЛАС-74 в части их оснащения навигационным оборудованием. Однако, в тексте правила (19.1.1.3) содержится указание, согласно которого при проведении на существующих судах работ по замене или дооснащению их навигационной аппаратурой следует, если это разумно или практически возможно, соблюдать требования новой Главы 5.

Безусловным требованием, касающимся существующих судов, построенных до 1 июля 2002 г., является дополнительное оснащение всех судов независимо от их размера приемниками глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) или другой РНС, которая действует в районе их плавания. Эти приемники должны позволять автоматически определять текущее местоположение судна. Кроме этого, все пассажирские суда, независимо от их размера, все суда вместимостью 300 рег.т. и более, совершающие международные рейсы и грузовые суда вместимостью более 500.Т., выполняющие только прибрежное плавание, должны быть оснащены транспондерами автоматиче-

ской информационной (идентификационной) системы (АИС). Сроки их установки на существующих судах дифференцированы в зависимости от их типов и размеров, и указаны в Правиле 19.1.5.

В отношении судов, совершающих международные рейсы требуется, чтобы все пассажирские и нефтеналивные суда, независимо от их размера, были оборудованы транспондерами АИС не позднее 1 июля 2003 г. Все другие суда вместимостью свыше 50000 рег.т. должны иметь транспондеры до 1 июля 2004 г., суда вместимостью более 10000 рег.т. - не позднее 1 июля 2005 г. суда вместимостью более 3000 рег.т. - до 1 июля 2006 г., а суда вместимостью более 300 рег.т. не позднее 1 июля 2007 г. Суда, выполняющие только прибрежное плавание, должны быть оборудованы транспондерами АИС не позднее 1 июля 2008 г.

Транспондер АИС должен обеспечивать автоматическую передачу с судна на оборудованные аналогичной аппаратурой другие суда, самолеты и береговые станции информации об его опознавательном позывном, типе судна, его текущем местоположении, курсе и скорости плавания и других навигационных данных. С помощью же транспондера должен обеспечиваться прием указанной информации с других судов, контроль и слежение за ними, а также обмен данными с береговыми службами.

В новом Правиле 19 расширены требования в части оснащения судов вместимостью 300 и более рег.т. радиолокационной станцией с электронным устройством прокладки до 10 встречных целей для определения опасности столкновения с ними. На судах вместимостью более 500 рег.т. радиолокаторы должны иметь устройство автоматической прокладки направления и расстояния до 10 наблюдаемых целей для определения опасности столкновения.

На суда вместимостью свыше 3000 рег.т. необходимо дополнительно устанавливать вторую РЛС (работающую в диапазоне 10 или 3 см) с устройством автоматической прокладки целей, которое на судах вместимостью более 10000 рег.т. должно быть заменено на средство автоматической радиолокационной прокладки (САРП) по крайней мере до 20 целей, способное обеспечивать проигрывание маневра для предупреждения столкновения.

Суда вместимостью 10000 рег.т. и более должны быть оснащены авторулевым для управления по курсу или по траектории. А на судах вместимостью более 50 тыс.рег.т. следует устанавливать указатель скорости поворота и абсолютный лаг для измерения продольной и поперечной скорости движения судна относительно грунта.

Новым в Правиле 19 является требование, относящееся ко всем судам с полностью закрытым мостиком и касающееся их оснащение системой приема звуковых сигналов. Она должна обеспечивать возможность слушать на мостике внешние звуковые сигналы и определять их направление. Национальная Администрация может освободить судно от выполнения этого требования, если сочтет это излишним.

Кроме навигационного оборудования, предусмотренного требованиями Правила 19, суда, совершающие международные рейсы, должны быть осна-

щены прибором регистрации данных о рейсе (ПРО или “черным ящиком”). Он должен устанавливаться:

- на всех новых пассажирских судах, построенных после 1 июля 2002 г.;
- на существующих пассажирских паромах не позже 1 января 2004г.;
- на других новых судах вместимостью 20000 рег.т. и более, построенных после 1 июля 2002 г., - не позже 1 января 2004 г.;
- на других новых судах вместимостью 3000 рег.т. и более построенных после 1 июля 2002 г. - не позже 1 января 2006 г.;
- на существующих судах вместимостью 20000 рег.т. и более, построенных до 1 июля 2002 г. - не позже 1 января 2007 г.;
- на всех остальных судах вместимостью более 3000 рег.т.. построенных до 1 июля 2002 г., - не позже 1 января 2009 г.

В тексте новой Главы 5 отсутствует прямое требование об обязательном оснащении судов электронной картографической и информационной системой (ЭКДИС), которая в том или ином виде уже широко используется на судах. Согласно Правила 19.1.2.4 все суда независимо от их размера должны иметь официально изданные морские навигационные бумажные карты, которые могут быть заменены на ЭКДИС. При этом и. карты и ЭКДИС должны обеспечивать выполнение предварительной прокладки и осуществление контроля за текущем положением судна во время рейса. Используемая картографическая информация в соответствии с Правилем 27 должна быть адекватной требованиям мореплавания и надлежащим образом откорректирована на уровень современности. Таким образом из текста Правила 19 видно, что система ЭКДИС может использоваться на судах любого размера, но при этом она должны удовлетворять технико-эксплуатационным требованиям ИМО, изложенным в Резолюции А.817 (19). и иметь одобрение национальной морской Администрации.

Необходимость широкого применения системы ЭКДИС на судах становится очевидной в связи с предстоящим внедрением на морском флоте средств АИС, для эффективного использования которых требуется иметь на судах наглядные информационных индикаторы для обеспечения плавания в узкостях и предупреждения столкновения судов. В качестве таких индикаторов могут быть применены дисплеи ЭКДИС и/или САРП.

В заключительной части Главы 5 содержатся требования, касающиеся судового рулевого привода, устройства для передачи лоцмана, обеспечения видимости с навигационного мостика использования Международного свода сигналов, передачи спасательных сигналов и сигналов бедствия, а также других сообщений об опасностях, наблюдаемых в море. Все они основываются на положениях действующей Главы 5 Конвенции СОЛАС-74. Таким образом, из текста новой Главы 5 видно, что в 21 столетие мировой морской флот входит на основе использования прежде всего уже существующей навигационной техники (гирокомпасов, лагов, эхолотов, РЛС и САРПов) и с учетом этого состав навигационного оборудования на существующих судах не претерпевает существенных изменений. К нему добавляется только приемники ГНСС, которые уже давно имеются на большинстве судов, и единственно новая аппара-

тура - транспондеры АИС, применение которых внесет существенные изменения в методы судовождения.

Кроме них на некоторых типах судов будет также внедряться такая навигационная аппаратура как ЭКДИС, ПРД (“черный ящик”) и авторулевые, обеспечивающие управление судном по траектории. Определенное усовершенствование претерпят существующие навигационные приборы-гирокомпасы, лаги, эхолоты, радиолокаторы и средства автоматической радиолокационной прокладки. Это определено изменениями, которые были внесены ИМО в технико-эксплуатационные требования на указанную аппаратуру.

В результате этого судовые навигационные комплексы, которые будут применяться на судах в 21 веке в соответствии с положениями новой Главы 5, позволят существенно повысить точность и надежность судовождения и обеспечить более высокий уровень безопасности мореплавания. В совокупности они должны будут полностью удовлетворять требованиям к навигационному обеспечению судоходства, разработанным ИМО и изложенным в ее Резолюциях А.529(13), А.815(19) и А.860(20). В настоящее время ведется работа по их уточнению и можно ожидать, что в 2001 г. на 22 Ассамблее ИМО будут приняты новые более высокие требования к навигационному обеспечению мореплавания.

Согласно проекта этих требований точность определения места судна как в океане, так и в прибрежных водах и узкостях не должна быть хуже 10 м. А надежность судовождения должна составлять 99,8%.

Эти требования будут прежде всего относиться к аппаратуре глобальной навигационной спутниковой системы, которая будет являться основой судового навигационного комплекса. В качестве ГНСС сейчас могут использоваться американская система GPS и российская система Глонасс.

Указанные ГНСС получили одобрение со стороны ИМО, которая, однако, при этом отметила, что обе системы не в полной мере удовлетворяют требованиям по точности обсерваций, необходимой для обеспечения плавания в узкостях. Ввиду этого рекомендовано дополнительно использовать дифференциальную подсистему ГНСС, позволяющую повысить точность определения места до 5-10 м. В мире уже имеется более 200 таких диффстанции. диффподсистемы WAAS, EGNOS и MTSAT, которые в настоящее время создаются США, Европой и Японией и в которых передача диффпоправок будет производиться через стационарные спутники Инмарсат-3.

Следует отметить, что в Правиле 19 специально подчеркнута возможность при оснащении существующего судна приемником ГНСС снятия с него радиопеленгатора. В отношении новых судов вообще отсутствует требование об установке на них радиопеленгатора. Он является единственным типом навигационной аппаратуры, которые признан устаревшим и от применения которого на судне сочтено возможным отказаться.

В связи с предстоящим принятием новой Главы 5 естественно встает вопрос о реализации ее требований. Наиболее сложным из них является свое-

временное обеспечение оснащения судов новой навигационной техникой. Здесь имеется несколько задач:

- разработка отечественных национальных стандартов на навигационную аппаратуру, соответствующих новым требованиям ИМО, МСЭ и МЭК;
- разработка отечественной промышленностью новой навигационной аппаратуры и модернизация уже выпускаемой с целью обеспечения ее соответствия требованиям новой Главы 5;
- организация и проведение работ по сертификации - одобрению типа со стороны национальной морской Администрации навигационной аппаратуры, требуемой согласно положений новой Главы 5;
- предусмотрение в проектах новых судов, строящихся и заказываемых в промышленности, их оснащение навигационной аппаратурой, требуемой согласно новой Главы 5;
- дооснащение существующих судов в соответствие со сроками, установленными в новой Главе 5, приемниками ГНСС, транспондерами АИС и приборами регистрации данных (“черным ящиком”);
- организация и проведение обучения специалистов морского флота особенностям использования новой и модернизированной навигационной техники.

Правило 20

Регистратор данных о рейсе (РДР)

1. В целях оказания помощи в расследовании аварий, при совершении международных рейсов, с учетом положений правила 1.4, суда оборудуются прибором регистрации данных о рейсе следующим образом:

1. пассажирские суда, построенные 1 июля 2002 г. и после этой даты;
2. пассажирские суда ро-ро, построенные до 1 июля 2002 г. - не позднее первого ежегодного освидетельствования после 1 июля 2002 г.;
3. пассажирские суда, иные чем пассажирские суда ро-ро, построенные до 1 июля 2002 г., – не позднее 1 января 2004 г.; и .4 суда, иные чем пассажирские суда, валовой вместимостью 3000 и более, построенные 1 июля 2002 г. и после этой даты.

2. РДР, требуемый данным правилом, должен отвечать эксплуатационным требованиям* не ниже принятых Организацией, и должен быть одобренного типа в соответствии с правилом 18 данной главы.

3. Кроме пассажирских судов ро-ро, Администрации могут освободить суда, построенные до 1 июля 2002 г., от установки РДР, если будет показано, что подсоединение прибора регистрации данных о рейсе к существующему судовому оборудованию является нецелесообразным и практически неосуществимыми.

4. Система прибора регистрации данных о рейсе, включая все датчики, подвергается ежегодной проверке качества работы. Проверка проводится одобренной станцией испытаний или обслуживания с целью подтверждения точности, продолжительности регистрации и возможности воспроизведения записанных данных. Кроме того, проверки и инспекции проводятся с целью

определения возможности обслуживания защитной капсулы и устройств определения местоположения прибора. Экземпляр сертификата о соответствии, выданный испытательной станцией с указанием даты проверки и предъявленных эксплуатационных требований, должен находиться на судне.

На 79-й сессии КБМ, которая состоялась в период с 1 по 10 декабря 2004 г., были приняты поправки к правилу 29 Главы V (V/20) Конвенции СОЛАС - «Регистраторы данных рейса», касающиеся оснащения грузовых судов, находящихся в эксплуатации, Упрощенными регистраторами данных о рейсе (S-VDR). Поправки вступают в силу 1 июля 2006 г.

В соответствии с новым правилом все грузовые суда, находящиеся в эксплуатации, должны быть оснащены регистратором данных о рейсе, который может быть упрощенным регистратором данных о рейсе, в следующем порядке:

- грузовые суда валовой вместимостью 20000 и более, построенные до 1 июля 2002 г., - во время первого планового докования после 1 июля 2006 г., но не позднее 1 июля 2009 г.
- грузовые суда валовой вместимостью 3000 и более, но менее 20000, построенные до 1 июля 2002 г., - во время первого планового докования после 1 июля 2007 г., но не позднее 1 июля 2010 г.

Администрации могут предоставлять грузовым судам изъятия из вышеуказанных правил, в случае если суда будут постоянно выведены из эксплуатации в течение двух лет с даты применения требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глава V Конвенции СОЛАС-74.
2. www.zora.ru.
3. www.rosprom.gov.ru

УДК 656.61.089.2

Коштаков В.Д.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Охрана морской среды при проведении геологоразведочных и добычных работ на твердые полезные ископаемые. Шельф и береговая зона

В условиях мелководного моря (например, в Балтийском море, северо-западная часть Черного моря) геолого-геофизические и поисково-разведочные работы не нарушают существенным образом морскую среду, так как опробование производится точечным методом с небольшим объемом отбираемых проб, а сейсмические работы проводятся без применения взрывных источников. Опытная добыча, осуществляемая в фазе разведки, или отбор крупных проб могут вызвать кратковременные, незначительные изменения на участке залежей в виде образования борозд, небольшого нарушения осадков и временного помутнения воды. Существенное воздействие на окружающую среду

может быть связано с нарушением водоносных горизонтов при бурении скважин на шельфе.

Серьезную угрозу для морской среды представляет промышленная добыча полезных ископаемых со дна. Разработка донных отложений в мелководной части морей и на шельфах, как правило, землечерпалками, приводит к следующим последствиям: частичное или полное уничтожение мест нереста рыб, характеризующихся донным икрометанием; нарушение или уничтожение среды обитания бентосных видов, а также пелагической флоры и фауны; ухудшение кислородного режима вследствие повышения мутности и распространения облака взвеси на 1,0-1,5 км от места добычи; вторичное поднятие вредных веществ, содержащихся в донных осадках, и введение их в биогеохимическую циркуляцию; нарушение условий залегания отложений на дне обуславливающее усиленную эрозию и перенос осадков, следовательно, изменение рельефа дна и нарушение динамического равновесия.

Непосредственной причиной неблагоприятных явлений в районе добычи может являться также работа оборудования (загрязнение воды маслами, санитарными отходами, шум и пр.), а также аварии оборудования или транспортных средств.

При отработке россыпей в подавляющем большинстве случаев стремятся сохранить рельеф дна, возвращая пустую породу. При добыче строительных материалов предпочтение отдается траншейному способу отработки, при котором узкие глубокие траншеи быстрее заносятся рыхлыми образованиями; кроме того, на оставшихся нетронутых полосах сохраняются донные организмы и тем самым возможна их полная рекультивация.

В таких странах, как Польша, Украина, Германия проведены исследования по определению предельных глубин разработки донного материала без нарушения равновесия дна в прибрежном районе и, следовательно, без создания угрозы для берега. Эти исследования посвящены двум основным проблемам:

- определению районов, являющихся естественными зонами питания для береговой зоны землечерпательные работы в которых могут лишить прибрежную зону этого источника, что в итоге может привести к нарушению береговой линии;

- определению возможности приближения к берегу глубоководного волнения вследствие землечерпательных работ, что может вести к более интенсивному размыванию берега и прибрежных участков дна.

Для изучения указанных проблем побережье делится на участки, характеризующиеся разными параметрами волнового режима. Эти различия обусловлены конфигурацией береговой линии, морфологией дна в прибрежной зоне и воздействием ветров. Проанализированы скорость и частота проявления ветров, как фактора, усиливающего волнение, в отношении девяти участков побережья. Кроме того, определялись параметры глубоководных волн и частота их проявления, колебания уровня вод (в особенности в период усиления прибоя), предельные глубины воздействия волн на дно.

Расчеты показывают, что после достижения предельной глубины, волна начинает рассеивать свою энергию, расходуя ее на перемещение донного материала, и, таким образом, менее интенсивно воздействует на берег. Отсюда следует, что чем больше мелководная площадь, располагающаяся между предельной глубиной и береговой линией, тем более благоприятны условия для сохранения стабильности берега. Следовательно, наиболее благоприятная обстановка существует при отдаленном расположении предельной глубины. С другой стороны, с точки зрения экономически рентабельной добычи донного материала (например, строительного сырья), желательнее разработку вести как можно ближе к берегу. Учитывая эти условия, а также рельеф дна вблизи отдельных участков побережья, определяют глубины возможной разработки полезных ископаемых.

Глубоководная зона. Добыча железомарганцевых конкреций (и других видов полезных ископаемых) представляет новый вид антропогенной деятельности в Мировом океане. В настоящее время трудно представить, какое влияние на океаническую среду окажет, например, добыча 3-4 млн.т. железомарганцевых конкреций в течение года в пределах одного рудного поля; тем более невозможно оценить воздействие на Мировой океан при одновременной разработке нескольких рудных полей. Поэтому ряд промышленно развитых государств проводит интенсивные комплексные исследования по изучению воздействия глубоководной добычи на физическую химическую и биологическую структуру океана.

На основе опытно-методических и лабораторных работ, а также опыта разработки россыпей и строительных материалов на шельфе можно выделить три главных аспекта нарушения океанской среды при глубоководной добыче ЖМК: нарушение структуры поверхности дна и ликвидация бентоса; подъем холодных донных вод в верхние горизонты океана; образование «султана» взвеси.

В зависимости от используемой добычной системы, отходами разработки будут загрязняться либо вся толща воды (механическая система), либо какие-то объемы донной воды, а также приповерхностные слои (эрлифтная система).

Наибольшую опасность представляет собой '«султан» взвеси, образующийся в результате подъема громадных масс мелкодисперсных осадков (красный глубоководный ил и др.), перекрывающих океанское дно. Известно, что глинистая частица диаметром 0,0012 мм погружается в воде со скоростью 1 см в течение 2 часов, следовательно, при высоте столба воды в 1 км время погружения такой частицы составит более 17 лет. С «султаном» взвеси связано, в первую очередь, уменьшение глубины проникновения солнечного света, что влияет на интенсивность фотосинтеза, а также загрязнение поверхностных горизонтов океана биогенными веществами и тяжелыми металлами.

Особенно чувствительны к загрязнению планктонные сообщества олиготрофных районов. К ним следует отнести центральные районы Мирового океана, где низкая продуктивность фитопланктона обуславливает низкую скорость деструкции органического вещества. Пониженная активность биологических процессов делает эти системы очень чувствительными к любому воз-

действию извне. Поэтому любая хозяйственная деятельность в этих районах должна проводиться с большой осторожностью, после тщательного и всестороннего изучения возможных последствий.

Удалось определить глубину компенсационной точки, на которой дневная продукция кислорода при фотосинтезе компенсируется его суточным расходом на дыхание и окисление органических веществ, которая в одном из изученных районов Тихого океана равняется 65 м. Биомасса зоопланктона в верхнем 100-метровом слое воды значительно больше (в 10 раз), чем в нижележащих слоях. Глубина максимальной концентрации зоопланктона составляет 25-50 м, максимум скорости образования органического вещества располагается в слое от 0 до 50 м. Видовой состав, численность и биомасса планктона позволяют охарактеризовать район потенциальной добычи ЖМК, как сред непродуктивный.

Наиболее эффективным способом свести к минимуму влияние повышенных концентраций микрочастиц на экосистему океана является сброс отходов разработки на глубине 100 м. В то же время материал пульпы может повлиять на условия обитания и вертикальной миграции средне глубинных видов зоопланктона, хотя в слое 100-150 м биомасса зоопланктона в 4-9 раз меньше, чем в слое от 0-100 м.

Природоохранные мероприятия, связанные с освоением минеральных ресурсов глубоководных зон должны проводиться в три этапа: первый этап - изучение фоновых характеристик районов предполагаемой добычи; второй этап - экспериментальные исследования по изучению допустимых уровней загрязнения, включая лабораторное и натурное моделирование; третий этап - постоянный комплексный мониторинг в период опытно-промышленной добычи и регулярный при промышленных работах, включающий систему физических, химических и биологических показателей, определяющих экологическую ситуацию в данном районе.

Проведенные исследования убедительно показали, что наиболее эффективным методом контроля за состоянием и динамикой окружающей среды, в том числе и морской, является метод дистанционного слежения (зондирования) с помощью периодической авиационной и космической съемки. К достоинствам аэрокосмических материалов, полученных при изучении водных объектов относятся: большая обзорности информативная емкость; фиксирование мгновенного состояния водных объектов на значительных площадях; повторяемость съемки; много зональность съемки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по изучению и охране морской среды при разведке и разработке минеральных ресурсов Мирового океана (источники и компоненты загрязнения). Под ред. Э.Х. Векилова. Информационный бюллетень. Кутна Гора, Институт минерального сырья, Информационный центр проблемы «Исследования морей и океанов с целью использования минеральных ресурсов» № 1-2, 1986. – 146 с.

2. Охрана морской среды при проведении морских геологоразведочных работ. Сб. науч. тр. Л., ПГО «Севморгеология», 1988. – 122 с.
3. Проблемы изучения и охраны морской среды при проведении геологоразведочных работ. Материалы семинара по Программе «Интерморгео». Варшава, Геологический институт, 1985, - 140 с.
4. Сергеев Е.М., Трофимов В.Т. Охрана природной среды и геологическое образование. Тез. Докл. 27-го МГК, 4-14 августа 1984 г. М., Наука, т. 22. – с. 13-19.

УДК 656.61.089.2

Коломейченко Г.Ю., Касилов Ю.И., Каштаков В.Д.

Влияние антропогенного загрязнения донных отложений на развитие одноклеточных зеленых водорослей *Dunaliella salina*

Проблема адаптации водных систем, отдельных видов и их популяций к токсическому фактору в современных условиях приобретают не только теоретическое, но и практическое большое значение в связи с увеличением масштабов и разнообразием форм производственной деятельности человека. Живые организмы далеко не всегда располагают механизмом, позволяющим им адаптироваться к современному, быстро изменяющемуся в качественном и количественном отношении химическому составу окружающей среды. Приспособляемость к загрязняющим веществам определяется, как способность организма выносить воздействие этих веществ без патологических эффектов. Основной задачей при изучении адаптации организма или его популяции к токсическим соединениям состоит в выяснении предела адаптируемости изучаемого объекта к данному веществу, выявление соединений по отношению к которым адаптация происходить не может (например, мутагения).

Перераспределение видов водорослей в пользу наиболее устойчивых к токсикологическому фактору может служить причиной структурных изменений фитопланктонного сообщества, что может привести к нарушению пищевой значимости фитопланктона. Это ведет к изменениям в следующих трофических цепях и в конечном итоге к изменению продуктивности всего водоема.

Исследования Артюховой В.И. и Гапочкой Л.Д. при адаптации синезеленых водорослей к дисперсанту и фенолу установлено, что адаптация невозможна без длительного воздействия небольшого количества токсиканта, без так называемого процесса «кумуляции» т.е. внезапного усиления действия токсиканта при его длительном применении.

Кумуляцию различают материальную и функциональную, т.е. накопление в организме самого токсиканта, либо вызванных им функциональных изменений. Оба этих вида кумуляции могут воздействовать одновременно и раздельно.

Малые концентрации токсических веществ способствуют созданию у организма, популяции или экосистемы специфической устойчивости к опреде-

ленному соединению, в то время как большие дозы — способны разрушить даже системы неспецифической устойчивости.

Обычно для получения эффекта физиологической адаптации к токсическому фактору необходимо не менее 12-15 суток. Это подтверждается данными различных исследователей.

Нами было проведено исследование токсических агентов донных отложений прибрежной зоны Одесского залива на развитие планктонных морских водорослей, эти работы провели в различные вегетационные периоды – весна и осень.

Было установлено, что в весенний, как и в осенний периоды, все изученные концентрации донных отложений были действенными (табл. 1, рис.1).

В весенний период численность клеток водорослей в концентрациях 10 г*л^{-1} и 20 г*л^{-1} по итогам 72 - часовых токсикологических экспериментов существенно не отличается от контрольных значений. Более приближенными к контролю, были значения количества клеток в концентрации 10 г*л^{-1} , где водоросли быстрее адаптировались к условиям окружающей среды (рис.1.1). Очевидно, весной в донных отложениях содержится меньше токсиантов, негативно воздействующих на водоросли, что связано с плохой растворимостью загрязнителей при низкой весенней температуре морской воды.

Таблица 1. Изменение численности зеленых одноклеточных водорослей *Dunaliella salina* под влиянием донных отложений прибрежной зоны Одесского залива (весна)

Концентрация донных отложений г*л^{-1}	Длительность эксперимента, сутки								
	1			2			3		
	pH	Колич. клеток $\text{мл*}10^3$	% к контролю	pH	Колич. клеток $\text{мл*}10^3$	% к контролю	pH	Колич. клеток $\text{мл*}10^3$	% к контролю
10,00	7,93	72,73	96,88	8,15	246,73	99,01	8,15	1190,15	101,29
20,00	7,98	72,73	96,88	8,05	231,93	93,07	8,00	1149,91	97,84
40,00	8,00	83,83	111,63	7,95	231,93	93,07	7,85	840,92	71,55
Контроль	7,88	75,10	100,00	7,95	249,20	100,00	8,15	1175,30	100,00

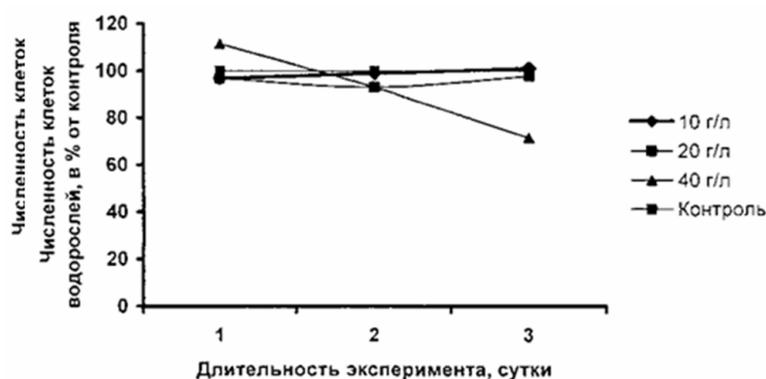


Рис. 1. Влияние токсических агентов донных отложений прибрежной зоны Одесского залива (район пляжа «Дельфин») на развитие планктонных морских зеленых одноклеточных водорослей *Dunaliella salina* (весна)

Осенью картина влияния донных отложений на развитие одноклеточных зеленых водорослей в концентрациях 10 г*л-1 и 20 г*л-1 существенно отличается от весенней. По истечении 1 - х суток эксперимента численность клеток водорослей в вариантах со всеми изучаемыми концентрациями донных отложений превышала контрольные значения: в концентрациях 12,25 г*л-1, 25,00 г*л-1, 50,00 г*л-1 соответственно была - 130,52 %, 140,11 % и 117,59 %. В течение последующих 24 часов прирост клеток продолжался до 150,76 % концентрации 12,25 г*л-1 и 25,00 г*л-1, затем численность резко падала. По итогам 3-х суточных экспериментов количество клеток в экспериментальных вариантах только концентрации 12,25 г*л-1 превышала контрольные значения - 108,57 %.

Таблица 2. Изменение численности зеленых одноклеточных водорослей *Dunaliella salina* под влиянием донных отложений прибрежной зоны Одесского залива (весна)

Концентрация донных отложений г*л-1	Длительность эксперимента, сутки								
	1			2			3		
	рН	Колич. клеток мл*10 ³	% к конт ролю	рН	Колич. клеток мл*10 ³	% к конт ролю	рН	Колич. клеток мл*10 ³	% к конт ролю
12,25	7,80	52,21	130,52	7,70	99,72	150,76	7,75	90,22	108,57
25,00	7,75	56,04	140,11	7,75	99,72	150,76	7,75	71,23	85,71
50,00	7,75	47,04	117,59	7,67	58,13	96,15	7,70	64,10	77,14
Контроль	7,87	40,00	100,00	7,76	61,50	100,00	7,75	83,10	100,00

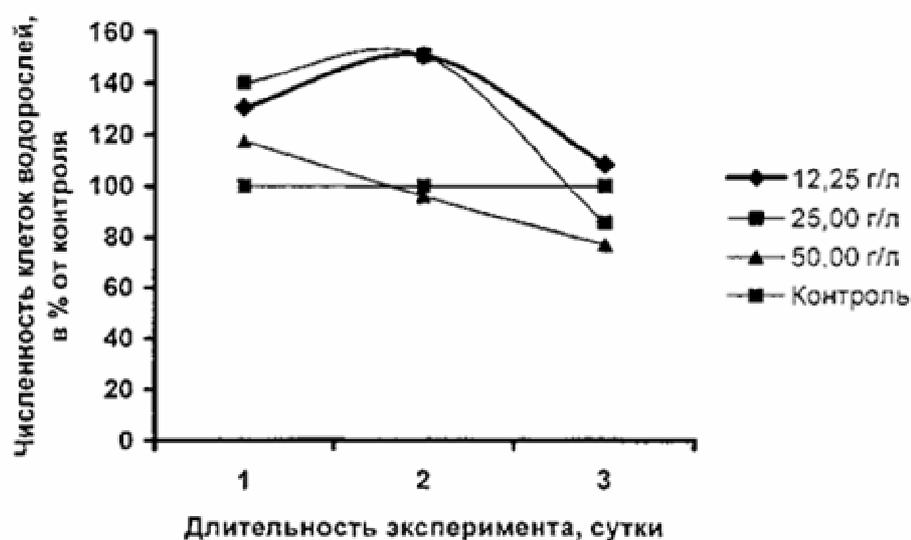


Рис. 2 Влияние токсических агентов донных отложений прибрежной зоны Одесского залива (район пляжа «Дельфин») на развитие планктонных морских зеленых одноклеточных водорослей *Dunaliella salina* (осень)

Тип воздействия водных вытяжек концентраций донных отложений $40,00 \text{ г*л}^{-1}$ в весенний период и $50,00 \text{ г*л}^{-1}$ осенью на развитие одноклеточных зеленых водорослей можно охарактеризовать как необратимые воздействия на их воспроизводство. На рис. 1 и 2 представлены линейные зависимости резкого снижения численности клеток водорослей в течение всего эксперимента.

Судя по характеру воздействия водных вытяжек всех изученных концентраций в осенний период, в октябре, донные отложения содержали значительно больше токсикантов, чем весной. Причем, помимо негативно действующих на водоросли токсических веществ в отложениях содержались также питательные для роста фитопланктона вещества, Это очевидно, связано с более высокими значениями температуры морской воды осенью.

Изменение рН среды в экспериментальных вариантах было не показательным. Как следует из полученных результатов, тестирования донных отложений прибрежной зоны Одесского залива при помощи высокочувствительных тест-объектов *Dunaliella salina* показало наличие в них большого количества загрязнений, влияющих на развитие морских водорослей. К содержанию небольших количеств этих веществ $10\text{-}20 \text{ г*л}^{-1}$ водоросли легко приспосабливаются. Содержание больше 40 г*л^{-1} вызывает необратимые процессы угнетения воспроизводства клеток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация: внутриклеточные механизмы./Коломейченко Г.Ю., Семенова О.А. Одесса. Монография 2010 г. 87 с
2. Коломейченко Г.Ю., Пономарева Л.П., Касилов Ю.И., Каштаков В.Д. Методология мониторинга дампинга., Одесса. Монография 2014 г. 79 с
3. Артюхова В.И., Гапочка Л.Д. Об адаптации синезеленой водоросли *Synechocystis aofuatis* Sanv. к нефти и нефтепродукту – «Вестн. Моск. Ун-та Сер. Биол. - № 1 – 1998 г.
4. Гапочка Л.Д. О адаптации водорослей. – Изд-во Моск. Унив-та. – 1991г.

УДК 656.61.089.2

Каштаков В. Д.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Содержание тяжелых металлов в гидробионтах

Морские организмы участвуют в сложных процессах биогенной миграции химических элементов.

Под термином «биогенная миграция» следует понимать любой процесс трансформации химических элементов, протекающий с участием гидробионтов.

Микроэлементы в морские организмы поступают из пищи и из воды. Часть микроэлементов, накопленных морскими организмами из среды, вклю-

чаются в биохимические реакции, входят в состав биологически активных веществ и играют важную роль в процессах жизнедеятельности клеток.

Термин «микроэлементы», введенный В.И. Вернадским, подразумевает те элементы, которые встречаются в живых организмах в количествах $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-5} \%$.

Сведения о функциях микроэлементов в живых организмах содержатся в ряде публикаций.

Ниже мы приводим краткую справку о роли тех микроэлементов, которые исследованы нами в мягких тканях и раковинах черноморской мидии, собранной в различных районах северо-западного шельфа и свалках грунтов дноуглубления.

Хром, кобальт и никель принимают участие в процессах кроветворения.

Марганец участвует в окислительно-восстановительных реакциях, связан витамином В1. Медь входит в состав гемоцианина - основного дыхательного пигмента крови моллюсков и участвует в процессах кроветворения. Процессы дыхания осуществляются с участием фермента карбоангидразы, содержащего цинк. Кадмий влияет на некоторые ферменты и гормоны и по своему действию напоминает цинк. Данные о биологической роли ртути в литературе отсутствуют.

Все эти микроэлементы, являясь жизненно необходимыми, в незначительных концентрациях становятся опасными, если их содержания превышают норму. Они полностью не выводятся из организма, перемещаясь по пищевым цепям и везде оставляя негативные следы своего присутствия. О негативной роли микроэлементов имеется обширная литература, так как проблема загрязнения окружающей среды стала глобальной и особенно актуальной для замкнутых морей и их шельфов.

Для северо-западного шельфа Черного моря проблема загрязнения микроэлементами и приобрела особое значение в связи с интенсификацией хозяйственной деятельности и кризисной ситуацией, вызвавшей формирование «донных пустынь» в районе, который в прошлом был наиболее продуктивным в Черном море.

Исследования шельфа, проводившиеся на геосистемной основе методом комплексной экологической съемки, позволило выделить донные ландшафты.

Донные биоценозы являются составной частью донных ландшафтов. Для изучения биогеохимии был выбран вид индикатор (в качестве международного стандарта) - «мидиевого дозора» - мидия черноморская, обитающая во всех ландшафтных районах шельфа.

Учитывая общее обеднение видового состава макрозообентоса в результате заморозов, смены биоценозов моллюсков - фильтраторов полихетами и то обстоятельство, что отбор проб проводился в начале лета и осенью, в период, когда на шельфе наблюдались последствия замора, материал предоставлен качественно меньше и, в основном, молодью генерации одного года жизни. Только для районов открытого моря, где гипоксия не наблюда/шСк, были собраны мидии размером раковин 60 мм. Взрослые мидии с размером раковин 45-60 мм были собраны и в прибрежной зоне в начале лета.

Накопление микроэлементов в раковинах и мягких тканях мидий характеризуется следующими особенностями (табл.1, 2).

Таблица1. Содержание металлов в раковинах и мягких тканях мидий морских свалок и прилежащих районов северо-западного шельфа

Объект	Элемент, $\mu 10^{-3}$, %				
	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr
Ильичевская свалка	0,40	1,57	1,45	0,73	0,65
	0,28	0,37	1,50	0,77	0,66
Дунайская свалка	0,82	2,00	1,8	1,37	1,37
	0,28	0,20	1,00	0,93	0,68
Внешний уступ прибрежной части шельфа	0,5	1,70	1,50	0,65	0,52
	0,47	2,50	2,12	1,05	1,00
Днестровская возвышенность	0,37	1,40	1,60	0,64	0,55
	0,41	2,69	2,54	0,88	0,91

Примечание: числитель — содержание тяжелых металлов в раковинах
знаменатель - содержание тяжелых металлов в мягких тканях

Таблица2. Коэффициент накопления тяжелых металлов мидиями в процентах к контролю.

Объект	Pb	Zn	Cu	Ni
Раковины				
Дунайская свалка	0,10	0,13	0,36	1,37
Ильичевская свалка	0,11	0,22	0,58	1,00
Внешний уступ прибрежной части шельфа	0,26	1,20	1,00	0,20
Днестровская возвышенность	0,4	0,86	1,40	0,56
Мягкие ткани				
Дунайская свалка	0,05	0,14	0,20	0,08
Ильичевская свалка	0,11	0,56	0,60	0,09
Внешний уступ прибрежной части шельфа	0,42	1,70	1,20	0,44
Днестровская возвышенность	0,45	2,20	1,90	0,88

Медь. Концентрации меди в теле мидии превышают ее содержание в донных отложениях и коррелируют с последними. Содержание меди в раковинах варьирует в широких пределах, в тканях оно более стабильно.

Цинк. Содержание в раковинах близко к содержанию в донных отложениях. В мягких тканях мидии цинка содержится обычно больше, чем в раковинах и донных отложениях. Содержания цинка здесь довольно стабильны. В раковинах концентрации цинка изменяются в больших пределах и вероятно, связаны с концентрацией в донных отложениях. Молодые особи содержат цинка больше, чем взрослые.

Свинец. Содержание свинца в раковинах и мягких тканях примерно одинаковы и почти в три раза меньше, чем в донных отложениях. Концентрации

свинца в раковинах более устойчивы, чем для цинка, но также, вероятно, связаны с концентрацией его в донных отложениях.

Никель. Содержание никеля в 2-6 раз меньше, чем в донных отложениях. Этот элемент активно аккумулируется мягкими тканями. Концентрации его как в раковинах, так и в тканях относительно стабильны, но можно предположить наличие связи его с содержанием в донных отложениях.

Хром. Массовая доля хрома, а также ванадия и кобальта в мидиях на порядок меньше, чем в донных отложениях и не обнаруживает связи с содержанием в последних. Значения концентраций хрома варьирует в широких пределах, особенно в раковинах моллюсков. В мягких тканях содержания его существенно больше, чем в раковинах, но значения его более или менее стабильны.

Мягкие ткани более интенсивно, чем раковины, аккумулируют почти все рассмотренные элементы, но особенно хром, цинк и никель. Абсолютные значения довольно высоки, особенно хрома. По сравнению с атлантическими мидиями, обитающими у берегов Бельгии (м. Эдулис) в мидиях северо-западного шельфа хрома содержится почти на порядок больше. Это подтверждает предположение о техногенном загрязнении шельфа.

Другим источником загрязнения шельфа микроэлементами являются свалки грунтов дноуглубления. В районах дампинга, содержания в донных отложениях таких элементов как цинк, медь, свинец, повышается в 2-5 раз. Загрязнение отражается и на геохимической характеристике бентоса. В мидиях, собранных на свалках, отмечены повышенные содержания цинка, а в раковинах - хрома и никеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспаятнов Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник / Г.П. Беспаятное, Ю.А. Кротов. - Л.: Химия, 1985. - 185 Базелян В.Л. Определение рациональных методов литомониторинга в связи с морскими геологоразведочными работами на шельфах южных морей СССР. / В.Л. Базелян, С. А. Верещака, О.Е. Феюнов. - Одесса 1985.- 185 с.

2. Митропольский А.Ю. Геохимия Черного моря. / А.Ю. Митропольский) А.А. Безбородов, Е.И. Овсяный. - К.: Наукова думка, 1982.

3. Кравчук О.П. Особенности литогенеза и микроэлементов донных осадков Азовского моря в связи с охраной морской среды / О.П. Кравчук. Автореф. дисс. канд. геол.наук, 1982.

4. Страхов Н.М. Геохимическая эволюция Черного моря в голоцене / Н.М. Страхов. // Литология и полезные ископаемые. - 1971. - №3. « С. 3-16.

Анализ эффективности стандартов в стратегиях управления охраной труда по методу Деминга для промышленной безопасности в отрасли морского транспорта

Многие предприятия проявляют заинтересованность в эффективности и демонстрации возможностей управления охраной труда (охраной здоровья и профессиональной безопасностью) работников (персонала).

Болезни и травмы не являются неизбежными спутниками трудовой деятельности, а бедность не может служить оправданием невнимания к безопасности и здоровью работников.

Система управления охраной труда на морском транспорте в связи со спецификой работы судов, вынужденных находиться как на территории Украины, так и за ее границами, должна учитывать как национальные, так и международные требования безопасности труда. Эти системы, постепенно меняются от административно-командного метода управления охраной труда к постепенному переходу на экономические рычаги управления.

В силу специфических требований к вопросам охраны труда на морском транспорте действовала и действует отраслевая система нормативных документов, касающихся всех основополагающих моментов по охране труда в отрасли. Это руководящие документы, касающиеся обучения разных категорий работников морского транспорта; правила по охране труда в морских портах; требования к вновь строящимся судам; правила техники безопасности на судах морского флота, которые в настоящее время пересматриваются, что связано с приведением их в соответствие с международными нормами и требованиями по безопасности труда.

Британский стандарт BS 8800-96 «Руководство по системам управления охраной здоровья и безопасностью персонала» (Guide Occupational health and safety management systems) и разработанный на его основе международный стандарт OHSAS 18001-99 «Системы управления охраной здоровья и безопасностью персонала. Требования» (Occupational Health and Safety Assessment Series) стали базовыми для организации управления охраной труда и ориентированы на создание системы управления охраной труда предприятия, которая в виде подсистемы могла бы быть объединена с другими подсистемами системы управления (менеджмента) в рамках единой интегрированной системы управления (менеджмента) предприятия.

Задачи Система менеджмента охраны труда и промышленной безопасности (СМОТ и ПБ)

Система менеджмента охраны труда и промышленной безопасности создает основу для осуществления мер по охране труда и здоровья работников на производстве, обеспечивающую повышение их эффективности и интеграции в общую деятельность предприятия. Системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности базируются на стандартах, которые конкретно

определяют процесс достижения непрерывного улучшения работы по охране труда и здоровья, а также выполнения требований законодательства. СМОТ и ПБ в соответствии с требованиями OHSAS 18001 — это система менеджмента, позволяющая оценить производственные опасности, идентифицировать связанные с ними риски и эффективно управлять ими. В результате внедрения СМОТ и ПБ возможности возникновения аварийных ситуаций на производстве сводятся к минимуму, снижаются производственные риски, обеспечивается должный уровень охраны здоровья персонала и соблюдения правил безопасности на рабочих местах.

Сертификация СМОТ и ПБ по признанной во всем мире спецификации OHSAS 18001 позволяет:

- Уменьшить риски;
- получить конкурентное преимущество;
- действовать в соответствии с требованиями законодательства;
- повысить эффективность работы в целом;
- облегчить процедуру контроля со стороны государственных органов;
- повысить уровень удовлетворенности персонала.

OHSAS 18001 является стандартом, на базе которого проводится проверка Систем менеджмента охраны труда и промышленной безопасности. Предпосылкой его разработки стала потребность компаний в эффективной работе по охране труда и здоровья.

OHSAS 18001 является действительно мировым стандартом в том смысле, что его применение не ограничивается только организациями в экономически высокоразвитых странах. Во многих странах руководства компаний пришли к выводу, что данный стандарт является важным для компании и для ее взаимоотношений с обществом и правительством, так как позволяет создать систему управления безопасностью. Эта деятельность не одноразовый проект или случайное событие. Это — длительный процесс улучшения отношений с обществом, с местными органами власти и национальным правительством, с собственным персоналом компании, участниками рынка или акционерами, организациями потребителей и обществом в целом.

Создавая систему, основанную на принципах OHSAS 18001, предприятие не испытывает трудностей в соблюдении правил и снижает риск быть оштрафованной или подвергнуться судебному разбирательству в случае возникновения травм, профессиональных заболеваний и несчастных случаев. Правильное внедрение и поддержание в рабочем состоянии системы управления охраной здоровья и безопасностью персонала может быть частью стратегии надлежащей производственной практики, которая является эффективным долгосрочным вложением средств в будущее компании. Это, в свою очередь, ведет к тому, что компании, получившие сертификаты на системы управления охраной здоровья и безопасностью персонала, требуют от своих субподрядчиков, чтобы они также контролировали процессы и управляли рисками в области охраны здоровья и безопасности персонала.

Стратегическая консультативная группа ISO сформировала и контролирует пределы компетенции данного стандарта для того, чтобы постоянно отсле-

живать необходимость в его дальнейшем развитии и дает рекомендации ISO/IEC по стратегическому планированию сферы применения данного стандарта.

Стремление достичь профессионализма, компетенции и контролируемого, предсказуемого поведения персонала, участвующего в производственной деятельности или оказании услуг, составляет основу стандарта.

Это достигается путем выработки общих правил или разработкой нормативной документации и положений, описывающих порядок создания, внедрения и поддержания целостности системы управления охраной здоровья и безопасностью персонала в компании.

В дополнение к OHSAS 18001 был издан стандарт OHSAS 18002, который содержит разъяснения к требованиям стандарта и руководство по созданию системы. Этот интегрированный пакет является удобным средством для прохождения сертификации и позволяет:

- выявить аспекты деятельности предприятия, влияющие на безопасность и здоровье, и получить доступ к соответствующим законодательным актам;

- сформулировать задачи по улучшению деятельности и разработать программу по их решению с реализацией постоянного контроля, тем самым, обеспечивая постоянное совершенствование. Разрабатывая политику и стратегию, высшее руководство берет на себя обязательства:

 - выполнять положения политики, добиваясь достижения поставленной цели и выполнения задач;

 - указывать на то, что предупреждающие действия являются приоритетными по сравнению с корректирующими действиями;

 - собирать и оценивать доказательства адекватного функционирования системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности и доказательства соблюдения правил и требований системы;

 - совершенствовать систему, обладающую потенциалом постоянного улучшения.

Начало разработки системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности

Стратегия разработки системы должна быть построена на следующих важных принципах, на которые следует обратить особое внимание:

Принцип 1. Приверженность руководства и политика в области охраны труда и промышленной безопасности.

Принцип 2. Планирование и реализация политики в области охраны труда и промышленной безопасности организации.

Принцип 3. Внедрение, включая развитие навыков и разработку методик, необходимых для реализации политики в области охраны труда и промышленной безопасности.

Принцип 4. Оценка корректирующих действий и измерение эффективности функционирования системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности.

Принцип 5. Утверждение и структурное совершенствование функционирования системы охраны здоровья и безопасности персонала.

Общая политика

Предприятие может начать подготовку к сертификации с оценки преимуществ уже имеющейся системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности (системы управления охраной труда) таких, как подтвержденное выполнение нормативных требований и отсутствие исков по ответственности.

Первоначальная оценка аспектов системы управления охраной труда и промышленной безопасности:

Фактическое состояние дел в компании должно быть описано и оценено. Во время выполнения этих действий, необходимо обратить внимание и подвергнуть оценке следующие аспекты:

Идентификация требований юридических и регулятивных органов.

Идентификация аспектов охраны труда и промышленной безопасности в области деятельности компании, производства ее продукции, предоставления услуг и действий персонала, которые могут привести к значительным последствиям или повлечь ответственность компании.

Оценка фактического функционирования по соответствующим внутренним критериям, внешним стандартам, правилам, отраслевым стандартам и принятым принципам и рекомендациям.

Существующие рабочие инструкции и процедуры компании по охране труда и промышленной безопасности.

Идентификация существующих процедур и рекомендаций по закупкам и заключению подрядных договоров.

Обратная связь по результатам расследования инцидентов и несоответствий, которые происходили в прошлом.

Составление перечня возможных конкурентоспособных преимуществ от внедрения системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности.

Сбор и анализ идей и пожеланий заинтересованных сторон, участников рынка и пользователей.

Возможное влияние группы или отдельных личностей внутри организации, которые могут способствовать достижению намеченных целей в области охраны труда и промышленной безопасности или блокировать их.

Примечание: Во всех случаях достаточная степень внимания должна быть уделена всему спектру неблагоприятных условий труда и осуществления процессов, которые приводили к несчастным случаям и аварийным ситуациям в прошлом.

Практические рекомендации по пункту 4.3.1 стандарта OHSAS 18001:1999: идентификация опасностей в области охраны здоровья и безопасности персонала

Предприятие должно провести и поддерживать идентификацию аспектов охраны здоровья и безопасности персонала для всех видов своей деятельности:

Шаг 1. Выбрать вид деятельности, продукцию или услугу.

Шаг 2. Оценить риски, связанные с данным видом активности с точки зрения их коммерческой значимости или стратегической важности.

Шаг 3. Решить, имеет ли данный риск первостепенную важность в рамках системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности.

Шаг 4. Выработать определенные цели по результатам *Шага 3*.

Практические рекомендации по пункту 4.3.2 стандарта OHSAS 18001: юридические и другие требования

Предприятие должно определить и поддерживать идентификацию и доступ к юридическим и другим требованиям, которые имеют отношение к ее деятельности, продукции и услугам.

Идентифицировать, понимать и применять все положения и законы, которые имеют отношения:

- ко всем видам деятельности компании, например: те, которые перечислены в лицензии;

- ко всей продукции и услугам, оказываемым организацией;

- к промышленному сектору или отрасли или группе компаний или предприятий;

- в целом к корпоративной промышленной деятельности или компаниям;

- а также применяемые и формализованные разрешения, концессионные договоры, лицензии.

Практические рекомендации по пункту 4.3.3 стандарта OHSAS 18001: задачи

Предприятие должно выработать и поддерживать задокументированные задачи в области охраны здоровья и безопасности персонала для всех соответствующих функций и на всех его уровнях.

Внутренние задачи деятельности предприятия должны определяться ежегодно и учитывать:

- системы охраны труда;

- функциональные обязанности персонала;

- приобретение, содержание и распределение собственности;

- субподрядчиков и поставщиков;

- менеджмент продукции;

- информированность по вопросам охраны здоровья и безопасности персонала;

- установление и поддержание связей с органами власти, выносящими решения;

- подготовка к реагированию на аварийные ситуации, направленная на проблемы в области охраны труда и безопасности персонала;

- знание требований безопасности и образование рабочих и служащих;

- измерения и улучшения в области охраны здоровья и безопасности персонала;

- уменьшение объективных рисков в процессах;

- процедуры для внедрения или изменения процессов и предусмотренный контроль воздействия этих процессов на охрану здоровья и безопасность персонала;

- процедуры по обслуживанию и ремонту оборудования;

управление и контроль опасных веществ, применяемыми в ходе производственного процесса или для его обеспечения;

типы и количество операций по перемещению и транспортировке материалов и продукции внутри производственного процесса, а также после продажи (экспедирование и транспортировка).

Практические рекомендации по пункту 4.3.4 стандарта OHSAS 18001: программы управления системой охраны труда и промышленной безопасности

Организация должна разработать и поддерживать задокументированные программы для решения задач в области охраны здоровья и безопасности персонала. Внутренние задачи деятельности организации могут пересматриваться ежегодно и учитывать следующие аспекты:

разработка продукции и услуг с максимальным учетом минимизации возможных рисков в области охраны труда и промышленной безопасности во время производства, использования и утилизации продукции;

разработка продукции и услуг с присущей им степенью внутренней безопасности;

оценка значимости любой новой разработки с точки зрения охраны труда и промышленной безопасности для конечных пользователей, органов власти и общества в целом;

активное поощрение и стимулирование распространения знаний по охране труда и промышленной безопасности среди работников, субподрядчиков, клиентов, конечных пользователей и общества в целом.

Необходимо учитывать следующие аспекты при документировании системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности:

структуру системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности организации, политику, планирование и распределение полномочий и ответственности;

обучение, осведомленность и компетентность персонала;

внутреннее информирование;

документацию;

управление документацией;

контроль функционирования.

готовность реагирования в аварийных ситуациях;

проверки и корректирующие действия.

Практические рекомендации по пункту 4.4.6 стандарта OHSAS 18001:1999: контроль функционирования:

Организация должна учитывать все виды действий, которые влияют на охрану труда и промышленную безопасность при разработке контрольного механизма и процедур/рабочих инструкций системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности.

Подходы к видам деятельности можно разделить на три категории:

предотвращение дополнительных рисков в области охраны здоровья и безопасности персонала во время осуществления новых проектов или структурных изменений в организации;

оперативная управленческая деятельность, направленная на обеспечение выполнения или соблюдения внутренних и внешних норм и требований;

стратегическая управленческая деятельность, направленная на планирование и реагирование на изменения в нормативных требованиях по охране здоровья и безопасности персонала, а также требованиях со стороны общества в целом.

Практические рекомендации по пункту 4.4.7 стандарта OHSAS 18001: готовность реагирования в аварийных ситуациях.

Каждая компания должна разработать систему контроля для предупреждения аварийных ситуаций в рамках системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности, она также должна разработать сценарий и планы действий, в которых описывается, как необходимо действовать в аварийных ситуациях.

Практические рекомендации по пункту 4.6 стандарта OHSAS 18001: анализ со стороны высшего руководства

Как для каждой системы обеспечения, необходимо анализировать и оценивать, по меньшей мере, раз в год эффективность работающей системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности. Руководство должно рассмотреть выполнение задач и составить об этом отчет. Оно также должно выяснить, почему в некоторых случаях задачи не были выполнены, и сформулировать и выдать организации новые реальные задачи на предстоящий период.

В этом анализе важная часть отводится для письменного подтверждения фактического развития компании в обучающуюся организацию. Это развитие может быть основано на принципе постоянного улучшения, путем вкладывания средств в персонал (ноу-хау и повышение квалификации), инфраструктуру, оборудование и разработку важной продукции.

После того, как все эти шаги будут реализованы и практически внедрены внутри рабочей среды, наступает время изучить возможности внутреннего аудита для того, чтобы получить независимое подтверждение соответствия системы требованиям указанного стандарта.

После подтверждения соответствия системы требованиям стандарта OHSAS 18001 можно переходить к сертификации системы.

Сертификация по OHSAS 18001

Сертификация Системы менеджмента охраны труда и промышленной безопасности (OHSAS) означает, что третья независимая сторона, например, TNO Certification B.V. выполнила проверку и пришла к выводу, что система соответствует требованиям, изложенным в спецификации.

Сертификация по OHSAS 18001 имеет следующие преимущества:

- уменьшение в перспективе количества несчастных случаев;
- потенциальное сокращение времени простоев и сопутствующих издержек;
- демонстрация соблюдения законодательных и нормативных требований;
- демонстрация заинтересованным сторонам вашей приверженности в области промышленной безопасности и охраны труда;
- демонстрация новаторского и дальновидного подхода;

доступ к более широкому кругу потребителей и деловых партнеров;
выход на качественно новый уровень в управлении рисками, связанными с промышленной безопасностью и охраной труда;
снижение в перспективе расходов по страхованию гражданской ответственности.

Кроме того, спецификация OHSAS 18001 разработана как совместимая с другими стандартами систем менеджмента, такими, как ISO 9001 (Качество), ISO 14001 (Экологический менеджмент) и пр. Они могут свободно интегрироваться. В их основе заложено много общих норм, и, таким образом, выбор интегрированной системы менеджмента является чрезвычайно выгодным приобретением.

Идентификация опасностей и оценка рисков в области профессионального здоровья и безопасности — это:

инструмент для оценки возможных потерь компании или предприятия, связанных с аварийными ситуациями и инцидентами, травмами и профессиональными заболеваниями;

инструмент для определения контрольных точек — наибольших рисков и приоритетных направлений для планирования и вложения средств компании в самые важные и проблемные сферы;

инструмент для предупреждения аварийных ситуаций и инцидентов, а также оперативного и результативного реагирования в случае аварий.

Сформулированные в OHSAS 18001 требования к системе менеджмента не являются чем-то необычным, искусственным, придуманным специально для подобных систем. Наоборот, все элементы системы, все требования взяты из реально существующих эффективных систем менеджмента. Почти наверняка действующая на предприятии система менеджмента в той или иной мере содержит все требуемые компоненты.

Цикл начинается с этапа планирования: формулируются цели, которые организация считает необходимым достичь, определяются способы достижения поставленных целей и разрабатываются соответствующие мероприятия. Все это полностью совпадает с тем, что делается и на предприятиях, не имеющих подобных систем менеджмента. Отличия связаны с двумя принципиальными требованиями OHSAS. Как уже отмечалось, следование требованиям OHSAS является добровольным решением предприятия, поэтому цели ставит само предприятие для самого себя исходя из идентифицированных опасностей и рисков, а также из своих финансовых, технических, технологических и прочих возможностей. Второе требование — мероприятия планов должны быть подкреплены ресурсами, необходимыми и достаточными для их выполнения, а также соответствующими полномочиями персонала. Следует подчеркнуть, что под ресурсами понимаются не только финансовые средства, но выделение адекватных технических средств, наличие и доступность персонала требуемой квалификации и навыков и т.п. Запланированные работы должны быть выполнены.



Рис. 1. Цикл Деминга

В основе предлагаемой системы менеджмента лежит классический цикл Деминга, состоящий из четырех блоков — этапов (рис. 1).

Но это предполагает доведение до исполнителей конкретных заданий, контроль их выполнения, своевременную корректировку планов при существенном изменении условий деятельности организации и многое-многое другое, достаточно очевидное с точки зрения здравого смысла и общей теории управления. Для этого в системе менеджмента должны быть предусмотрены и функционировать компоненты, не зависящие от конкретных исполнителей и гарантирующие выполнение обязательных действий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SO 9001:2000 Системы менеджмента качества. Требования.
2. OHSAS 18001:99 Системы менеджмента в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний. Требования.
3. OHSAS 18001:2000 Системы менеджмента в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний. Руководящие указания по применению OHSAS 18001.
4. ISO 31000:2009. Менеджмент риска. Принципы и руководящие указания.
5. Управление рисками организаций. Интегрированная модель. Краткое изложение. Концептуальные основы. COSO, 2004.

Крайнова В.И.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Методы и средства повышения безопасности на морских судах

Основной задачей охраны труда является уменьшение или ликвидация влияния на людей опасных и вредных факторов трудовой деятельности.

Решение ее осуществляется организационными, техническими, гигиеническими, социальными, правовыми, психологическими, этическими методами и средствами.

В структуре общей теории безопасности принципы и методы играют методологическую роль и дают целостное представление о связях в рассматриваемой области знания.

Метод обеспечения безопасности - это путь, способ достижения цели. Существует три основных метода обеспечения безопасности



Рис.1. Методы обеспечения безопасности

Средства обеспечения безопасности делятся на средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ).

СКЗ и СИЗ классифицируются на группы в зависимости от характера опасности, конструктивного исполнения, назначения, применения и т.д.

Для обеспечения безопасности наибольшее распространение получил метод - нормализация зоны действия вредных и опасных факторов.

Для реализации этого метода применяются различные современные средства обеспечения безопасности.

Организационные средства повышения безопасности труда включают в себя:

- профессиональный подбор и подготовку кадров;
- расстановку и профессиональное использование исполнителей на всех уровнях;
- повышение квалификации и совершенствование знаний и производственных навыков;
- повышение безопасности процессов и методов производства;
- совершенствование четкости организации и качества работы лиц, ответственных за безопасность труда;
- конкретизацию функциональных обязанностей в деятельности отдельных исполнителей, регламентацию их работы должностными инструкциями, положениями и правилами по охране труда;
- обеспечение строгого надзора и контроля за состоянием охраны труда;
- совершенствование социальных, материальных и технических условий для нормального и безопасного протекания трудового процесса.

Технические средства повышения безопасности труда служат повышению эффективности производственных процессов и операций. Они базируются на облегчении физических затрат человека, а также на повышении безопасности и совершенствовании условий труда. Одним из основных положений в охране труда при совершенствовании технических средств, являющихся существенно важными в современных условиях, остается задача перехода от техники безопасности к безопасной технике.



Рис.2. Технические средства безопасности

Средства регулирования микроклимата: кондиционеры, вентиляторы, отопители, пылеотделители, аспираторы и др. поддерживают требуемые параметры воздушной среды и относятся к средствам коллективной защиты.

Дополнительные средства используют при техническом обслуживании и ремонте машин, при ликвидации отклонений от нормального протекания технологического процесса: крючки; чистики; подставки; упоры; лопаты; огнетушители и др.

Ограждения защищают оператора от механических воздействий движущихся и вращающихся частей, высоких или низких температур, повышенных уровней излучения, агрессивных химических веществ, биологических вредно-

стей. К ним относятся: кожух; крышка; решётка; сетка; капот; перила; барьеры; экраны; жалюзи; козырьки и др. Они могут быть сплошные, несплошные, прозрачные, непрозрачные, стационарные, съёмные, открываемые, раздвижные.

Посредством блокировки можно предотвратить запуск при включённой передаче, начало движения при открытых дверях, включение рабочих органов при снятом ограждении или нахождение человека в опасной зоне. Они могут быть механические, пневматические, электрические, фотоэлектрические, гидравлические и др.

Ограничители служат для предотвращения появления в технических системах излишнего количества энергии, в результате которого могут развиваться нестандартные режимы работы или чрезвычайные ситуации. Они могут быть выполнены в виде: клапанов (рычажных, взрывных), мембран, шайб, штифтов, шпилек, муфт, ловителей, концевых выключателей, плавких вставок и др.

Тормозные устройства предназначены для снижения ограничения скорости и остановки машин. Они могут быть механические, пневматические, гидравлические, дисковые, колодочные и др.

Сигнализирующие устройства предназначены для информирования операторов в процессе работы. Знаковая сигнализация или знаки безопасности.

Гигиенические средства повышения безопасности труда призваны обеспечивать благоприятное взаимодействие между человеком в трудовом процессе и окружающей средой.

К ним относятся:

- изучение влияния факторов окружающей среды и самих трудовых процессов на организм человека;
- установление физиологических и гигиенических критериев для безвредного протекания трудового процесса;
- регламентация и определение гигиенических норм для трудовых процессов и санкционирование трудовых процессов на их основе;
- разработка профилактических мероприятий по предотвращению утомления, профессиональных и общих заболеваний;
- организация и практическое осуществление надзора и регулярного контроля за состоянием санитарно-гигиенических условий труда и производственной среды;
- оценка состояния и гигиенической эффективности санитарно-технических устройств, установок и приспособлений, бытовых помещений, санитарных средств и СИЗ;
- организация и качественное обучение персонала по вопросам санитарно-гигиенического обеспечения, оказания первой помощи пострадавшему.

Социальные средства повышения безопасности труда связаны с жизнедеятельностью трудового коллектива. Планирование и регулирование социального развития коллектива представляет собой процесс организации и координации элементов социальной структуры производства. Социальная среда, служащая для охраны здоровья человека и повышения эффективности его

деятельности в трудовом процессе, включает в себя следующие элементы;

- определение уровня совершенства применяемых техники, технологии, состояния производственной обстановки, средств защиты, степени интенсивности труда и т.д.;
- состояние производственных и бытовых помещений, оборудование рабочих мест, метеорологические условия, качество вентиляции, отопления и освещения, уровень шума, вибрации и другие факторы;
- материальные условия жизни, к которым относятся материальный уровень и влияние характера производственной деятельности на его изменения;
- условия быта вне производственной сферы и возможности восстановления энергетических затрат.

Правовые средства повышения безопасности труда включают в себя законодательно-нормативные акты, являющиеся базой управления охраной труда. Особая роль при этом отведена трудовому законодательству и разрабатываемым на его основе нормативным документам. Для обеспечения безопасности труда законодательно определены требования охраны труда применительно к средствам труда: сооружениям, техническим процессам, оборудованию и т.д. Регламентирующими источниками для предупредительного надзора являются нормативные акты стандартизации безопасности труда, санитарные и другие нормы и правила. К числу важнейших мероприятий по обеспечению безопасности труда относятся требования законодательства, предъявляемые к безопасным приемам работы. Проведение периодических медицинских осмотров обеспечивает наблюдение за состоянием здоровья и своевременное выявление признаков заболеваний.

Психологические средства повышения безопасности труда объединяют в себе факторы, определяющие соответствующий психологический климат в коллективе, обеспечение психологической совместимости его членов. В обеспечении благоприятных и безопасных условий труда особое место занимают вопросы профессионального подбора кадров, подготовки и обучения безопасным приемам работы, расстановки и эффективного использования трудовых ресурсов, их взаимоотношений. Характерной чертой в производственной деятельности становится переработка непрерывно возрастающего объема информации и принятие для соответствующей ситуации наиболее правильного решения. Всё это увеличивает роль психологических процессов в трудовой деятельности: напряжение внимания, восприятия и оценки обстановки, памяти, мышления. Учет требований психологии труда позволяет предотвратить стрессовые состояния человека, при которых повышается вероятность возникновения травмоопасных и аварийных ситуаций.

Этические средства повышения безопасности труда отражают взаимоотношения между участниками трудового процесса, членами коллектива. Характер и проявление таких отношений являются одним из важнейших аспектов охраны труда. Формирование в трудовом коллективе правильных межличностных отношений на основе правил, норм и инструкций по охране труда является одной из основных обязанностей руководителя. Формы отношений в

коллективе могут быть различными и зависят от объективных причин: подчинение, сотрудничество, зависимость, взаимопомощь и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жидецкий В. Ц., Джигерей В. С., Мельников О. В. Основы охорони праці. Підручник. — Вид. 5-е, доп. — Львів: Афіша, 2001. — 350 с. 7
2. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці: Навч. посіб. - 3-тє вид., допоа. і перероб. - К.: Університет «Україна», 2008.-272 с. 22
3. Журнали «Охорона праці», 2000-2009.
4. Руководство по ОСЗТ.

УДК 501/504 (072)

Мамкичев Н.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Анализ требований ИМО к постройке нефтеналивных танкеров связанных с предупреждением загрязнения морской среды нефтью.

При перевозке танкерами на каждый миллион тонн нефти в среднем приходится 160 тонн потерь, из которых 43 тонны имеют место в порту выгрузки, а остальные – в порту погрузки и в пути.

При нормальных условиях эксплуатации танкера загрязнение морской среды нефтью возможно при эксплуатационном сбросе нефтесодержащих (балластных, промывочных и льяльных) вод.

При этом основной объем (70-85%) загрязнений приходится на балластные и промывочные воды. Эти воды могут составлять до 40 % грузоподъемности танкера, а общее количество нефти в балластных водах может достигать 0,4 % грузоподъемности танкера. Льяльные воды могут содержать около 70% нефтепродуктов и механических примесей.

Международная морская организация (ИМО - International Marine Organization) ввела правила контроля эксплуатационных сбросов нефти, льяльных и балластных вод с судов, в том числе и с танкеров.

Рассмотрим основные изменения требований ИМО к постройке нефтеналивных танкеров связанные с предупреждением загрязнения морской среды нефтью, принятые в последние годы.

Правилем 4 Приложения I к МК МАРПОЛ 73/78 установлен порядок освидетельствований и проверок судов на соответствие требованиям Конвенции.

Каждый нефтяной танкер валовой вместимостью 150 р.т. и более подлежит первоначальному освидетельствованию на срок, не превышающий пять лет со дня выдачи. Международное Свидетельство подтверждается при ежегодном и возобновляется при очередном освидетельствовании [1].

Требования ИМО распространяются на следующие категории нефтесодержащих веществ, образуемых на судне в процессе эксплуатации и перевозки грузов наливом: нефть и нефтепродукты, перевозимые в качестве груза; нефтесодержащие воды льял машинных отделений и механические примеси; промывочные воды танкеров; балластные воды; нефтеостатки (вещества, образованные в результате сепарации топлива и смазочных масел, а также образовавшиеся в результате спуска отстоя, протечек, отработанное машинное масло, грязное топливо и т. п.); промасленная ветошь; нефтяное топливо и масло [2].

Основные требования ИМО к конструкции танкеров, перевозящих нефть, изложены:

- в Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов 1973 г., измененной протоколом 1978 г. к ней (МАРПОЛ 73 / 78 с поправками);
- в Международной конвенции по охране человеческой жизни на море СОЛАС-74 (SOLAS 74/88 с поправками);
- в НД 2-020101-072 Правила классификации и постройки морских судов. Том 1 (Части III-VI)
- в Унифицированных требованиях Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) Z10.1, Z10.4.

За последние годы были приняты важные меры по повышению безопасности перевозок и охране окружающей среды. Это прежде всего строительство танкеров с двойным корпусом и изолированной балластной системой. Конвенция МАРПОЛ, правила 19 и 21 Приложения I, запрещают строительство и эксплуатацию нефтяных танкеров с одинарной обшивкой, а также определяют вместимость и размеры балластных танков, минимальную высоту днищевых отсеков, длину грузовых танков, защиту днища насосных отделений, требования к остойчивости и непотопляемости и т.д.

С 2015 года однокорпусные танкеры 600 р.т. и более не должны эксплуатироваться [3].

Международной ассоциацией классификационных обществ (МАКО) разработаны «Общие правила по конструкции и прочности двухкорпусных нефтеналивных судов». Правила вступили в силу в апреле 2006 г. и должны применяться при проектировании таких судов длиной 150 м и более.

Комитет ИМО по безопасности на море (MSC - Maritime Safety Committee) утвердил требования к конструктивным особенностям вновь строящимся нефтяным танкерам [4]. С 1 июля 2012 года вступило в силу регулирование стандартов судостроения, подразумевающих, что танкеры и балкеры длиной от 150 м должны конструироваться в соответствии с требованиями безопасности жизни и защиты окружающей среды [3].

Унифицированные требования для освидетельствования корпусов нефтеналивных судов (Z10.1) и корпусов двухкорпусных нефтеналивных судов (Z10.4), устанавливают виды и объемы проверок конструкций танкера, а также условия проведения таких проверок. Члены МАКО применяют эти требования при освидетельствованиях танкеров [5].

На основе требований резолюции ИМО А.744(18) разработана система оценки состояния (СОС). СОС должна подтверждать, что состояние конструкции нефтеналивных танкеров с одним корпусом во время освидетельствования является приемлемым.

СОС применяется к освидетельствованиям конструкции корпуса в районе грузовых танков, насосных отделений, коффердамов, туннелей трубопроводов, пустых пространств в пределах грузовой зоны и всех балластных танков.

MSC принял ряд поправок к Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года (СОЛАС-74).

Изменено введение в главу II-1 Конвенции новых требований к конструкции и прочности новых танкеров для нефти и навалочных судов (новое правило II-1/3-10). Оно вступит в силу для судов, контракт на постройку которых был размещен на 1 января 2015 года и позднее, либо для судов, киль которых был заложен 1 января 2016 года и после этой даты, или для судов, сданных заказчику 1 января 2019 года и позднее. Требование предполагает соответствие этих судов т.н. целевым стандартам конструкции новых судов (ЦС), которые будут распространяться также и на весь период эксплуатации судна [6].

Также MSC принял резолюции «О международных целевых стандартах конструкции балкеров и нефтяных танкеров», приложение которой предусматривает подразделение нормативно-правовой документации на пять уровней (ярусов), в т.ч. включающих правила «признанных» организаций как уровень IV, и «Руководство о проверке соответствия целевым стандартам конструкции балкеров и нефтяных танкеров правил классификационных обществ (признанных организаций)».

Эти правила станут предметом проверок соответствия целям и функциональным требованиям ЦС, силами т.н. «аудиторов» ИМО. В свою очередь, классификационные общества должны осуществить самостоятельную оценку соответствия своих правил.

11 – 15 мая 2015 года в штаб-квартире Международной морской организации в Лондоне состоялась 68-я сессия Комитета по защите морской среды (МЕРС - Marine Environment Protection Committee,).

В итоге рассмотрения 20 пунктов повестки дня МЕРС 68, в рамках которых были представлены 165 рабочих документа.

В частности Комитет принял:

- разделы II-A и II-B текста Международного кодекса для судов, эксплуатирующийся в полярных водах (Полярный кодекс), а также поправки к Приложениям I, II, IV и V к Конвенции МАРПОЛ для того, чтобы сделать положения Полярного кодекса, касающиеся экологических вопросов, юридически обязательными. Кодекс вступит в силу с 1 января 2017 года;

- поправки к Правилу 12 (пересмотренные положения касаются конструкции танков для нефтяных остатков и конструкции их трубопроводов) Приложения I к Конвенции МАРПОЛ;

- резолюцию МЕРС по приданию юго-западной части Кораллового моря статуса ОУМР, как расширение ОУМР Большой Барьерный риф и Торресова пролива.

Так, сообщается, что Главу 1 «Предотвращение загрязнения нефтью» Части II-A проекта Полярного кодекса добавлено положение о введении периода освобождения, при одобрении администрацией флага, от полного запрета сброса нефти или нефтесодержащих отходов с судов категории А, продолжительное время (непрерывно не менее 30 суток) эксплуатирующихся в полярных водах, и разрешения таким судам осуществлять сброс за борт на ходу из машинных помещений обработанных нефтесодержащих вод с концентрацией не более 15 ppm, как это установлено для особых районов правилом 15.3 Приложения I к МАРПОЛ.

Внимание специалистов было обращено на управление балластными водами. В итоге была принята резолюция КЗМС по мерам облегчения вступления в силу Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими (Конвенция УБВ) и решение о переработке существующего Руководства по одобрению систем управления балластными водами (G 8) [7].

Нефтеналивные суда должны иметь [1]:

1. Сборные танки.

Танки льяльных вод. Танк (танки) льяльных вод машинных помещений должен иметь достаточную вместимость для обеспечения гибкого подхода к эксплуатации судна в портах, прибрежных водах и особых районах во избежание не разрешённых сбросов нефтесодержащих вод за борт.

Танки для нефтяных остатков (нефтесодержащих осадков). Правило 12.

Каждое судно валовой вместимостью 400 и более, с учетом типа его силовой установки и продолжительности рейса, оборудуется танком или танками достаточной вместимости для сбора нефтяных остатков, если иначе не выполняются требования Приложения I.

Правило 12А. Защита нефтяного топливного танка - правило относится ко всем судам общей вместимостью топливных танков 600 м³ и выше, которые поставлены 1 августа 2010 года или после этой даты.

Вместимость отдельных танков нефтяного топлива не должна превышать 2500 м³.

Эти танки по должны быть защищены ТИБ – танками изолированного балласта.

2. Грузовые танки (ГТ) – это закрытые помещения, образованные постоянными элементами конструкции судна и предназначенные для перевозки жидких грузов наливом.

- На каждом танкере размеры и расположение грузовых танков должны удовлетворять следующим требованиям:
- Предполагаемый разлив нефти при повреждении борта и днища в любом месте по длине судна не должны превышать 30.000 м³.
- Вместимость любого центрального танка не должна превышать 50.000 м³.
- Вместимость любого бортового танка не должна превышать 75% предела предполагаемого вылива нефти 30.000 м³.

- Длина любого грузового танка нефтеналивного судна не должна превышать $0,2L$, где L – расстояние равное 96% полной длины судна по ватерлинии, проходящей на высоте равной 85% теоретической высоты борта от киля при двух продольных переборках.

Грузовые танки и сливные цистерны (слоп-танки) в противопожарных целях должны быть отделены от машинного отделения, насосного отделения, служебных помещений коффердамами.

Грузовые танки ограничены размерами, в следующих целях:

- уменьшить свободную поверхность жидкости, для уменьшения момента при бортовой и килевой качке судна за счет переборок;
- увеличить непотопляемость танкера;
- уменьшить размеры загрязнения моря в случае аварии;
- для распределения разных сортов груза, в случае их одновременной перевозки (сегрегация грузов).

Грузовые танки на танкере с двумя продольными переборками разделяются на ГТ правого и левого борта и центральные ГТ.

3. Танки изолированного балласта.

На нефтеналивных судах дедвейтом 70000 т и более, поставленных после 31 декабря 1979 года, предусматриваются танки изолированного балласта, и эти нефтеналивные суда отвечают требованиям пунктов 2, 3 и 4 или пункта 5 Правила 18.

На каждом нефтеналивном судне предназначенном для перевозки сырой нефти дедвейтом 20000 т более, и каждом нефтепродуктовозе дедвейтом 30000 т и более, поставленных после 1 июня 1982 года, предусматриваются танки изолированного балласта, и выполняются требования, предусмотренные в пунктах 2, 3 и 4 или в пункте 5 Правила 18. Они должны располагаться в пределах зоны грузовых танков, для обеспечения защиты от вылива нефти в случае посадки на мель или столкновения.

Правило 18 разрешает сброс ниже ватерлинии из изолированных балластных танков, выделенных балластных танков и некоторых других танков, если нефть тщательно отделена от воды. (Это исключение из требований Приложения I, которое требует, чтобы все сбросы в море производились из отверстий выше ватерлинии; однако сброс ниже ватерлинии имеет ряд преимуществ — не требуются дополнительные насосы и трубопроводы).

Для аварийного слива изолированного балласта через грузовой насос может быть предусмотрен съемный патрубок, присоединяющий балластный трубопровод к грузовому насосу.

Танки изолированного балласта должны иметь отдельные балластные насосы и трубопроводы, предназначенные исключительно для забора балластной воды из моря и выпуска ее в море.

При этом трубопроводы и танки изолированного балласта не должны иметь соединений с трубопроводами системы пресной воды.

Танки изолированного балласта не должны использоваться для перевозки любого груза и хранения любых судовых запасов или материалов.

4. Отстойные танки

Правило 29. Каждое нефтеналивное судно валовой вместимостью 150 и более должно быть оборудовано отстойным танком или системой отстойных танков.

На нефтеналивных судах дедвейтом 70000 т и более, поставленных после 31 декабря 1979 года, как они определены в разд. 1, должны предусматриваться, по меньшей мере, два отстойных танка.

Требования этого правила могут не применяться к любому нефтеналивному судну, если судно занято в рейсах продолжительностью 72 часа или менее, с удалением от ближайшего берега не более 50 миль, занято исключительно в перевозках между портами или терминалами в государстве-стороне Приложения I к МАРПОЛ 73/78, а так же при условии сохранения на борту всех нефтесодержащих смесей (для последующей сдачи их в приемные сооружения).

5. Система мойки сырой нефтью.

Каждое нефтеналивное судно для перевозки сырой нефти дедвейтом 20000 т и более должно быть оборудовано системой мойки сырой нефтью. Инструкция разрабатывается Администрацией.

6. Двойной корпус наливных судов.

Двойной корпус (двойные борта и двойное дно) нефтеналивных судов дедвейтом 600 т и более, поставленных 6 июля 1996 года или после этой даты, должен соответствовать требованиям Правила 19 Приложения I к МАРПОЛ 73/78.

Нефтеналивные суда дедвейтом 5000 т и более, поставленные до 6 июля 1996 года, должны отвечать требованиям к двойному корпусу в соответствии с пунктами 2–5, 7 и 8 Правила 19 Приложения I к МАРПОЛ 73/78 на условиях, оговоренных в правиле этого Приложения. Правило Требования к двойному корпусу и двойному дну на нефтяных танкерах, поставленных 6 июля 1996 года или после этой даты.

На нефтеналивных судах дедвейтом 5000 т и более, построенных 1 января 2007 года или после этой даты, в соответствии с требованиями Правила 22 Приложения I к МАРПОЛ 73/78 должны быть предусмотрены средства защиты грузовых насосных отделений:

.1 грузовые насосные отделения этих судов должны быть оборудованы двойным дном. Двойное дно, защищающее грузовое насосное отделение, может представлять собой сухой танк, балластный танк или, если не запрещено другими правилами, топливный танк;

.2 балластные насосы должны быть оборудованы подходящими средствами, обеспечивающими эффективную откачку из танков двойного дна;

.3 трубопроводы балластной системы допускается располагать в двойном дне грузовых насосных отделений при условии, что любое повреждение этих трубопроводов не повлияет на работоспособность грузовой системы;

.4 приемные колодцы в двойном дне грузовых насосных отделений должны быть настолько малы, насколько это практически возможно, при этом расстояние между дном колодца и основной линией судна, измеренное под прямым углом к этой линии, должно быть не менее половины высоты двойного дна.

В соответствии с требованиями Приложения 1 МК МАРПОЛ 73/78 каждое судно вместимостью 400 р.т. и более, нефтяной танкер вместимостью 150 р.т. и более должно быть оборудовано техническими средствами очистки и контроля нефтесодержащих вод.

Конвенцией предусматриваются следующие технические средства, подлежащие надзору Морского Регистра Судоходства [8]:

- сборные танки для сбора льяльных вод с автономной выдачей на берег на оба борта;
- стандартное сливное соединение для выдачи нефтесодержащих вод;
- система мойки танков сырой нефтью;
- отстойный танк с прибором контроля раздела сред нефть-вода;
- фильтрующее оборудование (сепараторы), обеспечивающее очистку нефтесодержащей воды до остаточного содержания нефти на сбросе за борт менее 15 мг/л;
- танк для сброса нефтеостатков (шлама);
- индикаторы поверхности раздела «нефть-вода»;
- сигнализатор на 15 ч/млн;
- устройство автоматического прекращения сброса (АСС – автоматическая система сигнализации или САЗРИУС – система автоматического замера регистрации и управления сбросом с самописцем) обеспечивающий сигнал о превышении 15 мг/л и команду на автоматическое запорное устройство, и остановку откачивающего насоса;
- система перекачки, сдачи и сброса нефтесодержащих вод, включая сборные емкости;
- оборудование для вентиляции и мойки танков;
- система удаления остатков жидких веществ;
- установка для обработки и сжигания мусора.

Выводы.

С каждым годом требования ИМО в вопросах безопасности судов и защиты морской среды от загрязнения ужесточаются.

ИМО вводит все новые и новые требования к конструкции нефтеналивных судов. Основные требования относятся к наличию, размерам и устройству сборных танков, грузовых танков, танков изолированного балласта, отстойных танков, системы мойки сырой нефтью, двойного корпуса наливных судов. Это станет предметом освидетельствования и проверок соответствия целям и функциональным требованиям силами «аудиторов» ИМО. В свою очередь, классификационные общества должны осуществить самостоятельную оценку соответствия своих правил. Кроме этого, проверке и освидетельствованию должны подвергаться конструкции корпуса в районе грузовых танков, насосных отделений, коффердамов, туннелей трубопроводов, пустых пространств в пределах грузовой зоны и всех балластных танков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международная Конвенция МАРПОЛ 73/78 книга I и книга II - Санкт-Петербург: ЗАО ЦНИИМФ, 2008. - 759 с.
2. Международной конвенции по охране человеческой жизни на море СОЛАС-74 (SOLAS 74/88 с поправками).
3. С.М. Нунупаров. Предотвращение загрязнения моря с судов. Москва. «Транспорт». 1985.
4. <http://pandia.ru/text/78/116/31724.php>
5. <http://maritime-zone.com/news/imo-constr>.
6. Тыртышный А.В. Конструктивные особенности танкеров и руководящие документы по соблюдению безопасности мореплавания для танкеров и газозавозов. Российский морской регистр судоходства, Дальневосточный филиал, г. Владивосток.
7. http://www.korabel.ru/news/comments/komitet_imo_po_bezopasnosti_na_more_prinyal_ryad_popravok_k_mezhdunarodnoy_konventsii_po_ohrane_chelovecheskoj_zhizni_na_more.html. Судоходство. 2009г/
8. Краткий конспект лекций советника директора Департамента речного и морского флота Украины по экологической безопасности Кудюкина А.А. КПК состава морского флота. 24с. ОДЕССА -13

УДК 62-185

Иванов А.И.

Национальный университет «Одесская морская академия»

К вопросу о разделе «Безопасность жизнедеятельности» в дипломном проектировании в Национальном университете «Одесская морская академия»

Международная морская общественность предпринимает активные меры для повышения безопасности работы человека на морском транспорте. Конвенции, Кодексы, Резолюции – все направленно на снижение риска пребывания моряка в море на борту судна. SOLAS, ISM'Code, STCW, MARPOL и многие другие документы регламентируют, требуют, рекомендуют всевозможные меры для снижения опасности работы и пребывания людей в море.

В частности, Резолюция А.741(18) ИМО, принятая 4 ноября 1993 года, а именно **Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (Международный кодекс по управлению безопасностью (МКУБ))** провозглашает: “Краеугольным камнем хорошего управления безопасностью является приверженность делу сотрудников компании сверху донизу. В вопросах безопасности и предотвращения загрязнения именно приверженность делу, компетентность, отношение к делу и мотивация лиц на всех уровнях определяют конечный результат”.

МКУБ устанавливает ряд функций в части, касающейся судового персонала, которые должна обеспечивать компания. Эти функции охватывают:

1) укомплектование каждого судна квалифицированными, дипломированными и годными в медицинском отношении моряками;

2) подготовленность персонала (еще до выхода в море) к выполнению обязанностей, связанных с безопасностью и защитой окружающей среды, на конкретном рабочем месте;

3) преодоление языкового барьера (в разноязычных экипажах) для получения судовым персоналом информации о СУБ и выполнении относящихся к ней обязанностей.

Речь идет о том, что разработана и существует на флоте стройная система СУБ – система управления безопасностью и весь судовой персонал знает, что и как должно работать, с точки зрения безопасности.

То есть, предполагается, что на флот приходят подготовленные, грамотные специалисты, а кто их готовит – мы- Национальный Университет «Одесская морская академия».

Но, правительство отменило норму об обязательном разделе об охране труда в дипломных работах

30 мая 2014 года Правительством принято решение об отмене приказа Министерства образования и науки Украины, Министерства по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы, Государственного комитета Украины по промышленной безопасности, охране труда и горному надзору от 21 октября 2010 г. № 969/922/216 «Об организации и совершенствовании обучения по вопросам охраны труда, безопасности жизнедеятельности и гражданской защиты в высших учебных заведениях Украины», зарегистрированного в Министерстве юстиции Украины 9 ноября 2010 г. № 1057/18352.

Казалось бы, отмена указанного приказа позволит вузам самостоятельно устанавливать структуру и объемы подготовки по дисциплинам охраны труда, безопасности жизнедеятельности и гражданской защиты в зависимости от характера будущей профессиональной деятельности специалиста; определять необходимость включения разделов по «Охране труда», «Охране труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях» в дипломные проекты (работы) и вводить в индивидуальные комплексные контрольно-квалификационные задачи вопросы по охране труда.

Но, если в этом учебном году дипломное проектирование прошло по инерции, с соблюдением требований отмененного приказа, то на наступающий год этого может и не произойти.

Уже сегодня появилось негласное мнение – «Дипломный проект представляет собой тщательную разработку мероприятий по безопасности, экономическое обоснование проекта и, немного вопросов, связанных с профессиональной деятельностью моряков». Да, такое впечатление, но какова цена на флоте грамотнейшего специалиста без ноги, или с одним глазом? Причем, этот специалист, будет твердо уверен в приоритетах тех знаний, которые он получил. Сегодня, на большинстве судов ведущих компаний перед традиционной ярко красной надписью

NO SMOKING!

красуется надпись
SAFETY FIRST!



Большинство ведущих судоходных компаний заботятся о безопасности труда и быта своих экипажей. Практически каждому члену экипажа при поступлении на работу вручают «памятку» с перечнем безопасных приемов работы и правил поведения на борту. основополагающим принципом при этом является – **ЕСЛИ ЭТО ОПАСНО – НЕ ДЕЛАЙ ЭТОГО**.

Наш выпускник, либо курсант, пришедший проходить плавательскую практику, ступив на борт, сталкивается с совершенно противоположным подходом к вопросам безопасности жизнедеятельности, охраны труда и техники безопасности.

Исходя из этого, наша задача научить курсанта думать на уровне инстинкта о безопасности, перед тем, как провести любую, даже самую, казалось бы, безобидную, операцию.

Кафедра «Безопасности жизнедеятельности» провела анализ существующих правил безопасности жизнедеятельности, технической эксплуатации, охраны труда и техники безопасности для разработки раздела в дипломном проекте (работе). Были созданы «Методические указания», оформленные и утвержденные в соответствующем порядке по тематике этого раздела, разработана процедура выдачи задания, консультаций и окончательного утверждения разработанного раздела. Но анализ результатов защиты дипломных проектов показывает, что несмотря на это, не все курсанты достойно могут показать глубину знаний именно в этой области. Это производит неблагоприятное впечатление при подведении результирующих итогов при защите. К сожалению, незнание первоочередных действий при обнаружении пожара, вызывает меньшее неодобрение, чем слабое понимание пропульсивного коэффициента полезного действия.

Исходя из предположения, что Министерство образования и науки инициирует внесение изменений в отраслевые стандарты высшего образования и специфики морского образования, следует считать, что этот раздел будет должным образом представлен в дипломном проектировании и включать те составляющие, с которыми может столкнуться моряк в процессе своего пре-

бывания на борту судна. Желательно, так же сохранить наименование этого раздела - «Безопасности жизнедеятельности»

УДК 62-185

Розлуцкий О.М.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Краткая характеристика основных режимов работы судовых главных дизельных установок

Прежде чем произвести анализ влияния эксплуатационных режимов судовых энергетических установок на экологическую и техническую безопасность судна необходимо четко представлять себе предмет исследования каким, в данном случае является главный судовой дизель.

Мощность и частота вращения вала главного двигателя зависят от скорости хода судна и направления его движения. Требования судовождения вызывают необходимость частой перекладки руля, условия судового хода постоянно меняются, а следовательно, изменяется и сопротивление корпусу судна.

Под режимом работы судового дизеля подразумеваются условия, при которых протекает рабочий процесс. Режим работы характеризуется нагрузкой и частотой вращения, а также законом изменения нагрузки, частоты вращения и других основных параметров работы дизеля (крутящего момента, мощности, удельного и часового расхода топлива, КПД). В зависимости от назначения и особенностей использования изменяется и режим работы дизеля. Режим работы главного дизеля определяется преимущественно зависимостью мощности, потребляемой гребным винтом, от частоты вращения, т.е. свойствами потребителя энергии, а не самого дизеля. В связи с этим возникают специфические особенности эксплуатации судовых дизелей. Дизель, работающий на гребной винт, в отличие от вспомогательного, практически всегда работает на переменных режимах в связи с постоянными изменениями внешних условий оказывающих влияние на судно.

Дизель чутко реагирует на все изменения внешней среды через пропульсивный комплекс* и, в частности, гребной винт, изменяющий свою винтовую характеристику, и через изменение массового заряда воздуха в цилиндрах.

*(Пропульсивная установка является исполнительной частью главной энергетической установки. В наиболее общем случае состоит из движителей, валопроводов, главных судовых передач и главных двигателей).

Существует много факторов, которые либо внезапно, либо закономерно изменяют винтовую характеристику** дизеля при эксплуатации судна.

** (Винтовой характеристикой называется зависимость между мощностью и частотой вращения вала двигателя, приводящего во вращение гребной винт. Такая зависимость строится в виде графиков (рис. 1), на которые также наносятся кривые изменения максимального давления цикла p_z , кг/см², температуры отработавших газов $t_{o.r}$, С, расхода топлива на двигатель G , кг/ч, удельного расхода топлива g_e , кг/э.л.с.*ч и другие параметры).

К внезапным факторам можно отнести увеличение сопротивления движению судна от порывов ветра и во время шквалов, выход судна на мелководье, команды с мостика об изменении режима работы дизеля, обледенение корпуса и связанное с этим увеличение осадки судна, выключение из работы одного или нескольких цилиндров в аварийных ситуациях и т.п. К факторам закономерным и предвидимым можно отнести обрастание и коррозию корпуса судна при плавании, особенно при длительных стоянках и плавании в тропиках, изменение температуры забортной воды при плавании судна на линии север - юг, изменение температуры окружающего воздуха и его влажности и др.

Действие перечисленных и других факторов на изменение режимов рабочего процесса дизеля очевидно и его учитывают при проектировании и эксплуатации дизеля по накопленным и обработанным многолетним статистическим материалам. Действие случайных и закономерных факторов проявляется либо одновременно, либо неодновременно, но всегда изменяет рабочий режим дизеля, отклоняя рабочие параметры от номинальных значений.

В комплексе «судно-двигатели-передача-главные двигатели» определяющими элементами являются изменение сопротивления воды движению судна, изменение упора, приходящегося на гребной винт и, как следствие этого, изменение момента, необходимого для вращения гребного винта, и момента, развиваемого главным двигателем.

Различают такие режимы работы главных двигателей как - пуск, прогрев, режим холостого хода для нереверсивных двигателей, реверсирование, работа под нагрузкой, режим работы на номинальной мощности, перегрузочный режим, переход с одной установившейся частоты вращения на другую, режим минимально устойчивой работы, аварийный режим, остановочный режим.

Режимы работы главного судового дизеля разделяют на установившиеся и неустановившиеся (переходные). Установившийся режим полагает постоянство во времени основных параметров рабочего процесса, частоты вращения гребного винта и теплового состояния дизеля (постоянной температуры отработавших газов, охлаждающей воды и масла). Этот режим характерен при плавании судна на прямолинейном участке, глубокой воде в открытом море, при хороших походных условиях, когда дизель выведен на заданный режим и работает длительное время без его изменения. Для каждого такого установившегося режима и определяют величины всех основных параметров работы двигателя (которые и наносят на график винтовой характеристики) при паспортных испытаниях судна. Испытания проводятся при паспортной загрузке судна. Гребные винты должны быть «согласованы» с двигателями, т. е. обеспечивать номинальную мощность двигателя при номинальной частоте вращения.

Основные показатели работы двигателя, полученные при паспортных испытаниях, не всегда удается сохранить в эксплуатационных условиях. Даже нормальная, но длительная работа дизелей обуславливает износы основных деталей и, как следствие, изменение температур, давлений и других показателей работы двигателя.

Неустановившиеся (переходные) режимы возникают с изменением частоты вращения винта в зависимости от необходимости выполнения тех или иных маневров судна, при плавании в штормовую погоду, во льдах, в узкостях и на мелководье, при заходе судна в порт и пр. При этом рабочие параметры и тепловое состояние дизеля, динамическая и тепловая напряженность деталей переменны по времени, часто меняют свои значения от минимума до максимума.

При переходных режимах (пуск, реверс) возможны значительные перегрузки дизеля по крутящему моменту, большие термические напряжения деталей, что нередко приводит к авариям деталей и узлов.

Мелководье и различные плавающие предметы часто приводят к повреждениям винтов. От длительной эксплуатации корпус судна деформируется, увеличивая сопротивление воды. Это также приводит к отклонению рабочих параметров от паспортных значений.

Особенно вредно на сроке службы и надежности дизеля отражается работа на перегрузочном режиме. Перегрузка двигателя может наступить при внезапном выходе судна на мелководье и других резких изменениях сопротивления воды корпусу судна. У многовальных судовых установок перегрузка двигателей может быть вызвана остановкой хотя бы одного дизеля без снижения частоты вращения других двигателей. Кратковременные (но частые) перегрузки правого или левого двигателя наступают и при выполнении поворотов судна на номинальной частоте вращения главных двигателей. В этих случаях один из гребных винтов недогружен, а другой перегружается за счет большего отбоя воды в его сторону, и двигатель выходит на перегрузочный режим. В целях сохранности двигателей следует во всех указанных случаях снижать частоту вращения вала двигателя, не допуская даже кратковременной работы дизеля на перегрузочных режимах (если это не вызывается чрезвычайными условиями судовождения).

Внешняя характеристика (рис. 1) получена при неизменной (номинальной) цикловой подаче топлива плунжерами насосов. Такая характеристика снимается на заводском стенде при фиксированных дозирующих органах насосов. Любая точка, лежащая на кривых внешней характеристики (на рисунке они помечены индексами «вн»), соответствует предельно допустимой нагрузке, которую может развивать двигатель при указанной частоте вращения. Точки пересечения внешней и винтовой характеристик соответствуют режиму номинальной мощности двигателя. Работа двигателя с параметрами, лежащими выше внешней (ограничительной) характеристики, считается перегрузочным режимом и допускается в исключительных случаях, продолжительностью не более 1—2 ч (в зависимости от указаний инструкции по эксплуатации).

Левая граница кривых на рис. 1 соответствует режиму минимально устойчивой частоты вращения, правая — максимальной мощности (110% от $Ne_{ном}$), т. е. перегрузочному режиму. Двигатель имеет реверс-редукторную передачу, на работу которой затрачивается определенная мощность, что повышает как общий, так и удельный расход топлива на двигатель. Кривые, соответствующие эффективной мощности, отбираемой с выходного фланца ре-

верс-редуктора, и приведенный к этой мощности удельный расход топлива показаны на графике штриховыми линиями.

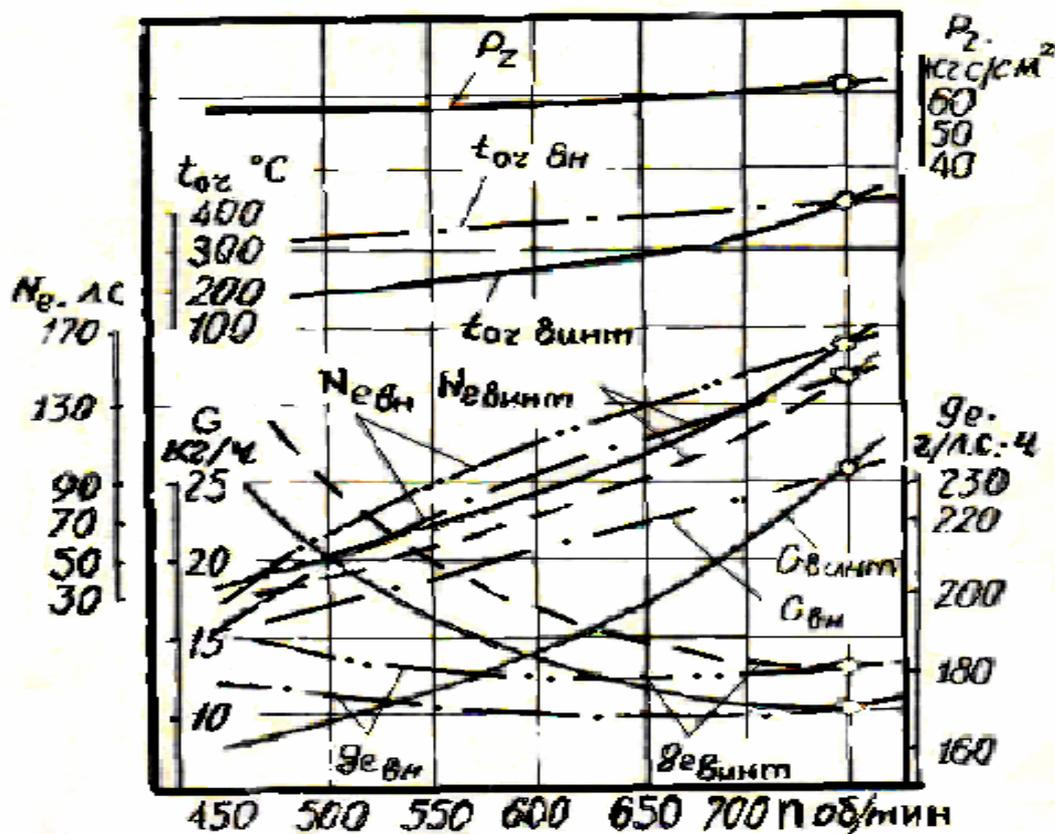


Рис.1 Совмещенные характеристики двигателя:

- внешняя, отнесенная к мощности на валу двигателя;
- внешняя, на выходном фланце реверс-редуктора;
- _____ винтовая, отнесенная к мощности на валу двигателя;
- винтовая, на выходном фланце реверс-редуктора.

Нормальные режимы двигателей предусматривают их работу с согласованными винтами, позволяющими развивать полную (номинальную) мощность при паспортной (номинальной) частоте вращения. Но если по каким-то причинам (например, при ударе) шаг гребного винта (или хотя бы одной из его лопастей) оказался увеличенным, т. е. при той же частоте вращения винт стал отбрасывать большее количество воды,— согласование винта с двигателем нарушается. Винт становится «тяжелым», а это равнозначно работе дизеля в перегрузочном режиме, что недопустимо. В таком случае необходимо установить двигателю пониженную частоту вращения n_t (рис.2), ограничивающую мощность по внешней характеристике.

При работе буксировщика-толкача или грузового судна порожнем также появляется несогласованность гребного винта и двигателя. Винт становится «легким», а чтобы двигатель развил номинальную мощность, нужно значительно увеличить частоту вращения. Но из условий сохранения прочности деталей двигателя частоту вращения можно повысить только на 3%, до величин

ны пл. Следовательно, при «легком» винте двигатель также не будет развивать полной мощности, но уже из-за ограничения по частоте вращения.

Таким образом, как в случае «тяжелого», так и в случае «легкого» винта мощность двигателя будет меньше (N_T и N_L), чем номинальная мощность $N_{e.ном}$. В практике эксплуатации наиболее удобными для постоянного косвенного контроля мощности, развиваемой двигателем, являются температура отработавших газов и частота вращения вала. Их превышение против установленных значений недопустимо.

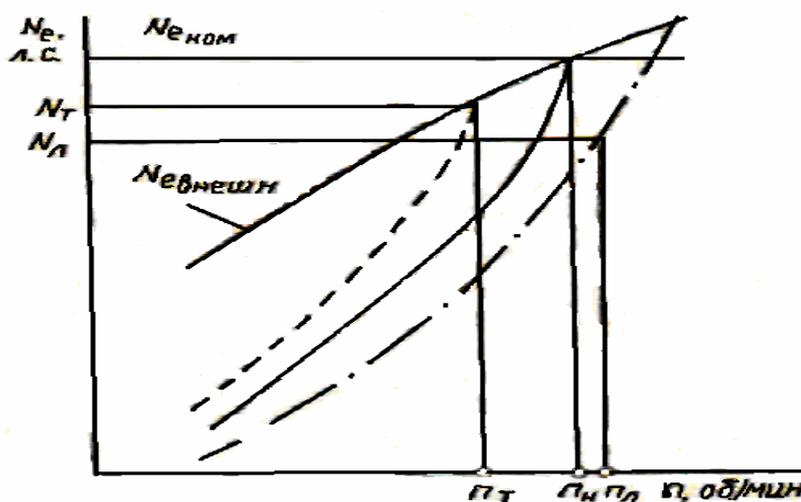


Рис. 2. Внешняя и винтовые характеристики эффективной мощности двигателя

- — — — — «тяжелый» винт;
- согласованный винт;
- - ---- - «легкий» винт;

Режим холостого хода главных двигателей, оборудованных реверс-редукторами, характерен низкими температурами детали, плохим распыливанием малых порций топлива и большой неравномерностью цикловых подач топлива (даже пропуском вспышек) по цилиндрам, что способствует повышенному нагарообразованию. Поэтому продолжительная работа дизелей (свыше 15-30 мин) на таком режиме не рекомендуется. Она может быть оправданной лишь при кратковременных стоянках судна, так как частые пуски двигателя ведут к повышенным износам.

Аварийный режим, т. е. работа двигателя при наличии каких-то серьезных неисправностей, допускается только в исключительных случаях (оказание помощи судну, терпящему бедствие, спасение людей, спасение груза и собственно судна и т. п.). При этом необходимы постоянное наблюдение за двигателем и другие меры, позволяющие поддерживать работоспособность главных двигателей.

Вспомогательные двигатели работают при постоянной частоте вращения, поддерживаемой регуляторами. Меняется у них только нагрузка, что вызвано изменением потребляемой электроэнергии при включении и выключении потребителей тока. В связи с этим графическая зависимость между мощностью дизеля и основными его рабочими параметрами при неизменной частоте вращения носит название нагрузочной характеристики.

Регулирование мощности дизеля, работающего по нагрузочной характеристике, достигается изменением количества топлива, подаваемого за цикл. При уменьшении нагрузок удельный расход такого двигателя возрастает интенсивнее, чем у двигателя, работающего по винтовой характеристике.

Как показывает опыт эксплуатации вспомогательных двигателей, их режимы работы редко превышают 50% мощности. Обычно потребность в электроэнергии на судне такова, что они развивают мощность около 20—25% номинальной. Это обуславливает их более длительный срок службы по сравнению с паспортными данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, Б.В. Надежность судовых дизелей / Б.В. Васильев, С.М. Ханин. М.: Транспорт, 1989. - 183 с.
2. Денисов, В. Г. Методы и средства технического диагностирования судовых энергетических установок : моногр. / В. Г. Денисов. – Одесса : Фенікс, 2008. – 304 с.
3. Топалов, В.П. Риски в судоходстве / В.П. Топалов, В.Г. Торский. -Одесса: Астропринт, 2007. 368 с.
4. С.А.Вешкельский. Справочник судового дизелиста. Вопросы и ответы. 1990.
5. Интернет – ресурс: <http://seadiesel.ru>

УДК 532.591

Копейка П.И., Стельмах Г.Г. Чабан Е.Х.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Карусельное устройство, преобразующее энергию морских волн в электричество

Преобразование энергии морских волн в электрическую энергию отнесено к перспективному направлению в развитии топливно-энергетического комплекса Украины на период до 2030 года.

Мощность морских волн Черного и Азовского морей составляет величину порядка 40 кВт/м, что дает возможность обеспечивать энергией систему навигационного оборудования [1].

Исследованиями преобразования энергии морских волн занимались следующие ученые: Стефан Солтер [2], Руденко С.В. [3], Коккерела (волновой плот) [4], патент на изобретение №180165 [5] и т.д.

На сегодняшний день еще много остается вопросов для которых требуются дальнейшие исследования в данной области.

Развитием перечисленных научных работ является исследование проводимое на кафедре Корабельной энергетики и электроэнергетических систем факультета ВМС НУ»ОМА». Исследуется карусель с полупроницаемыми сосудами, которая приводится во вращение набегающими морскими волнами. Вращение карусели передается на вал генератора электрического тока, кото-

рый питает энергоемкие объекты рис.1. Плоскость карусели устанавливается вертикально на закрепленных на дне опорах перпендикулярно направлению фронта волны. На карусели устанавливаются желоба с полупроницаемыми стенками, которые пропускают воду внутрь при набегании волны и не дают ей выливаться при опускании гребня волны. Под действием силы тяжести жидкости в желобе карусель приводится во вращение.

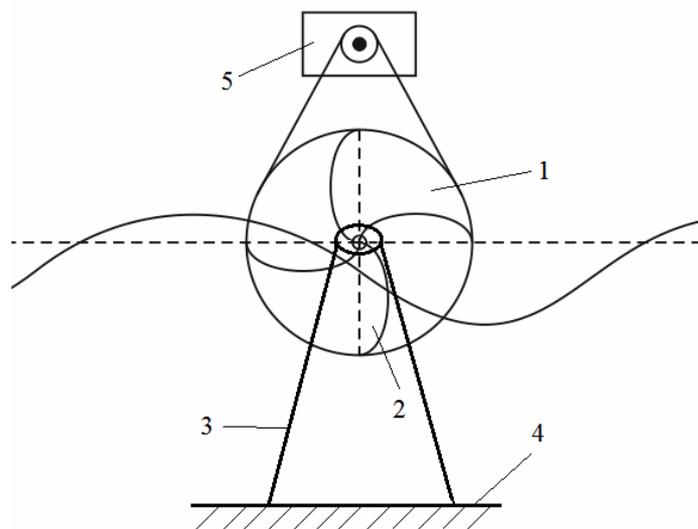


Рис.1. Карусельное устройство

1 – карусель; 2 – желоб с полупроницаемыми стенками; 3 опора карусели; 4 – постель опоры; 5 – генератор.

При повороте желоба на угол больше 90° жидкость из желоба вытекает и на желоб начинает действовать сила давления жидкости поднимающегося гребня волны, которая создает вращающий момент в том же направлении, что и ранее сила тяжести жидкости в желобе. Этот вращающий момент передается трансмиссией на вал генератора электрического тока.

Вертикальные гидродинамические волновые воздействия желобов на правые части карусели определяются из гидродинамики волновых нагрузок на горизонтальные элементы морских гидротехнических сооружений.

Так, силу, действующую на перевернутый желоб в правой части карусели можно вычислить по формуле [6,7]

$$F_{cp} = \frac{mV_z \cdot 4a}{(a - \Delta)T},$$

где: m – масса жидкости, действующей на желоб, которая имеет вертикальную составляющую скорости V_z ; a – амплитуда волны; T – период волны; Δ – берется равным половине амплитуды волны.

Для определения вертикальной составляющей скорости частиц в гребне бегущей волны V_z используется известные соотношения линейной теории волн, согласно которой вертикальная скорость определяется соотношением

$$V_z = \frac{\pi h}{T} e^{kz} \cos(\omega t - kx),$$

где h – высота волны; $k = \frac{2\pi}{L}$ – волновое число; z – глубина от расчетного уровня;

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ – круговая частота; t – время; x – расстояние; L – длина волны; T – период волны.

Главный момент сил, действующих на корабль, будет равен сумме момента сил тяжести жидкости в желобе левой части карусели и момента сил от волнового воздействия гребня волны на перевернутый желоб правой части карусели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт ФДУ «ДЕРЖГІДРОГРАІЯ» «УКРМОРКАРТОГРАФІЯ» Міністерства інфраструктури України [Электронный ресурс]. – / Режим доступа : http://charts.gov.ua/books_pol_ru.htm
2. Материалы информационного сайта Популярная механика [Электронной ресурс]. – Режим доступа : <http://www.popmech.ru/technologies/5881-edinburgskie-utki-shchedro-napoyat-chelovechestvo/>
3. Материалы информационного сайта Думская [Электронной ресурс]. – Режим доступа : <http://dumskaya.net/news/rektor-odesskogo-vuza-zapatentoval-unikalnuyu-vo-048790/>
4. Материалы информационного сайта Студопедия [Электронной ресурс]. – Режим доступа : <http://studopedia.org/3-9317.html>
5. Материалы информационного сайта Відомості з Державного реєстру патентів України на винаходи [Электронной ресурс]. – Режим доступа : <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=210515&chapter=claim&sid=e17531db190d29f9580738097d8dd052>
6. Кочин Н.Е. Теоретическая гидромеханика Ч.1 / Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Р.В. Розе. – М. : Физматгиз, 1963. – 585 с.
7. Дорофеев В.С. Воздействие ветровых волн на гидротехнические сооружения / В.С. Дорофеев, С.И. Рогачко. – Одесса. : ОГАСА, 2012. – 224 с.

УДК 656.614

Петров И.М.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Экологическая безопасность и совершенствование функционирования сервисных эргатических систем на морском транспорте

Развитие экономики, в частности транспорта, неизбежно сопровождается увеличением техногенной нагрузки на окружающую среду, ростом числа экологических рисков и повышением загрязнения окружающей среды.

На сегодняшний день в некоторых компаниях возобладали предположения, что охрана окружающей среды в современных условиях – проблема в основном техническая. Однако анализ позволяет заключить, что экологическая проблема в своей основе не столько техническая, сколько комплексная и в то же время – системная [1]. Это предположение четче воспринимается при рассмотрении сервисной эргатической системы на морском транспорте, ее структуры и принципов построения. Сервисная эргатическая система, или иначе, антропотехноэкологическая система "человек – техника – среда" включает в себя составные элементы - подсистемы) [2]. Это - витальная часть, техника и человек-оператор.

Человеческую компоненту рассматриваемой сервисной эргатической системы составляет группа операторов, в которую входят морской агент, капитан судна, экологический инспектор, карантинный врач, инспектор портнадзора, представляющие постоянный состав, а также переменный состав - капитаны вспомогательных судов, инспектор классификационного общества, и ряд других.

Данное исследование преследовало цель проведения анализа, оценки и внедрения процедур и технологий, направленных на обеспечении экологической безопасности профессиональной среды сервисной эргатической системы, в процессе эффективного агентирования морских судов. сохранение окружающей природной среды, обеспечение её гарантированной защиты от техногенных загрязнений.

Система мониторинга, то есть контроля, прогноза и управления экологическими процессами [3], формировалась на протяжении многих лет. В 1912 г., в России была создана постоянная природоохранная комиссия при Русском географическом обществе. Первая международная конференция по экологическим проблемам состоялась в 1913 г. в Бёрне. Сейчас в большинстве стран приняты нормы, учитывающие национальную специфику природопользования.

Исследования показали, что во время стоянки судна в порту неадекватное поведение оператора сервисной эргатической системы может принести существенный ущерб окружающей природной среде. Особенно остро стоят проблемы, связанные с управлением водяным балластом, а также попаданием сточных хозяйственных и фекальных вод в портовые акватории.

Глобальный экологический фонд (ГЭФ) определил перенос чужеродных морских организмов в новую окружающую среду с водяным балластом как один из четырех наиболее существенных видов угрозы для Мирового Океана [4].

В 2004 г. принята Международная конвенция по контролю и управлению судовым водным балластом и осадками (ВМ или BWM Convention 2004). Она должна вступить в силу через 12 месяцев после ратификации 30 государствами (35% мирового торгового флота) [5].

ИМО и IHS Maritime & Trade в январе 2016 г. провели подсчет тоннажа торгового флота стран, ратифицировавших документ, по итогам которого установлено, что его ратифицировало 47 государств, что значительно больше

требуемых 30-ти. Однако суммарный тоннаж торгового флота присоединившихся к Конвенции стран составил 34,56% (при необходимых 35%), что не позволяет считать условия для ее вступления в силу выполненными [6]. Конвенция не вступит в силу в срок 26 ноября 2016 г.

После вступления Конвенции в силу новые требования к судам, основанные на ее положениях, будут таковы:

1. Системы управления балластной водой должны использоваться на всех судах. При этом существующим судам разрешается применять как метод замены балласта, так и метод его обезвреживания, новым судам – только перспективный метод обезвреживания, основанный на полном уничтожении жизни в балластной воде.
2. Должна достигаться такая степень очистки, при которой в 1 м³ обеззараженного балласта содержится не более 10 микроорганизмов диаметром свыше 50 микрометров.
3. Системы управления балластной водой должны периодически проверяться на соответствие стандартам и войти в процедуры контроля государством порта.
4. Конвенция должна применяться к судам всех типов за исключением судов, плавающих в водах одного государства, даже с выходом в открытое море, и неконвенционных судов.

Так как расходы по балластным операциям лежат на судовладельце, существует большой потенциал для возникновения споров, задержки судов, отмены фрахтовых соглашений и наложения местных штрафов.

Перед операторами и судовладельцами стоят проблемы выбора: системы, места установки на судне, режимов эксплуатации. Пока точного протокола соответствия критериев обработки балласта определенным судном стандартам Конвенции нет. Продолжаются дискуссии по таким вопросам, как методы взятия проб, и должны ли пробы быть выборочными или сплошными.

Чрезвычайно актуальна в Украине общемировая проблема загрязнения портовых вод. Подсчитано, что прибывающие ежегодно в порты Украины 18 тыс. судов из 120 стран мира сбрасывают в портовые воды более 200 млн. т балластных вод. Каждое 10-е судно прибывает из районов, эпидемически неблагоприятных по карантинным и особо опасным болезням [7].

Статистика свидетельствует, что по данным лабораторного контроля в 2014 г. проб сточных вод, взятых после обработки в установках по очистке и обеззараживанию, не соответствовали нормативам по химическим показателям (БПК-5, взвешенные вещества, остаточный хлор) – 26,45%, по бактериологическим показателям – 28,12%. Эти результаты ставят перед специалистами СКО задачи по недопущению либо минимизации последствий загрязнения моря с судов.

В портах Украины остро стоит вопрос разработки норм ПДК загрязняющих веществ для акватории каждого порта. Задачу предотвращения попадания загрязненных вод из сточно-фановой и балластной систем судна в акваторию решает совместно врачами СКО и инспекторами-экологами. По заявке аген-

та содержимое сточно-фановой системы сдается в плавучие сборщики льяльных вод (СЛВ.)

Агенту рекомендуется при первом же контакте с капитаном по УКВ информировать о необходимости наличия на борту балласта в количестве, обеспечивающем маневренность судна. Не выдерживают критику иногда слышимые “рекомендации” агента капитану откатать балласт за борт до прихода в порт. Помимо возможного вредного влияния на местную флору и фауну это неизбежно приведет к риску повреждений из-за динамических нагрузок, возникновению чрезмерного крена и дифферента, днищевое слеминга, оголению винта, ухудшению остойчивости, и как следствие, ухудшению мореходных качеств судна. Конвенция BWM содержит предупреждение о приоритете безопасности судна над риском заноса нежелательной флоры и фауны.

Перечень и стандарт по количеству документов, необходимых для таможенного оформления судов, приводится в Конвенции по облегчению международного морского судоходства (FAL), 1965 г. Экологической декларации там нет.

Согласно постановлению Кабмина Украины от 07.07.2015 г. № 491 проведена дерегуляция, в частности, отменены экологическая декларация для импортных грузов и контейнеров, химический контроль изолированного балласта, обращение с ним приведено к требованиям МАРПОЛ [8].

Согласно Международной конвенции МАРПОЛ 73/79, изолированный балласт контролю не подлежит (исключением является случай контроля на патогенную флору при переходе из другого бассейна океана, который уполномочен проводить исключительно врач СЭС), поэтому требования экологов произвести отбор проб изолированного балласта не законны. Любая проба, взятая из балластного насоса нерепрезентативна и имеет превышение ПДК, как минимум, по взвешенным веществам и содержанию железа. Материалы судебных дел свидетельствуют, что фоновое содержание ВВ во всех портах Украины составляет одну и ту же цифру — 2.0 мг/л. В то же время, при паводке допускается содержание ВВ в питьевой воде до 8—10 мг/л. Штрафные санкции за ВВ в виде песка, глины и ила самые высокие и исчисляются десятками тыс. долларов на судно [9].

В результате страховые компании отказываются страховать риски судовладельца при посещении портов Украины, судовладельцы - посещать порты Украины, а ставки фрахта «за риск» повышаются на 2—3 доллара.

В портах Украины действуют такие нормативы ПДК основных загрязняющих веществ.

Показатель	Значение ПДК
Растворенный кислород, мг/дм ³	не ниже 4
Взвешенные вещества, мг/дм ³	фоновые значения района водопользования
Соленость, г/дм ³	12-18
Сульфаты, г/дм ³	3,5

Хлор-ион, г/дм ³	11,9
Аммоний солевой, мг/дм ³	0,5
Нитраты, мг/дм ³	40
Нитриты, мг/дм ³	0,08
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,05
Биохимическое потребление кислорода, мг О ₂ /дм ³	не больше чем 3
Железо, мг/дм ³	0,05
Уровень токсичности воды (на основе биотестирования)	нетоксичная
Водородный показатель рН	6,5-8,5
Коли-индекс, КОЕ/дм ³	1000-10000
Индекс коли-фага, БОЕ/дм ³	не больше чем 100

В Украине ждут решения следующие проблемы:

1. Увеличение мощности очистных станций. В порту Одесса очистная станция не соответствует объемам балласта, сбрасываемого в порту (вода на очистку поступает от 10 % судов, меняющих балласт).
2. Конвенцией BWM установлена глубина моря, где могут осуществляться балластные операции – 200 м., а расстояние этого района от берега еще не установлено. Это расстояние не должно быть менее 200 миль согласно праву юрисдикции над исключительными экономическими зонами, однако ни Чёрное, ни Азовское моря экстерриториальных или нейтральных зон не имеют, а исключительная экономическая зона итак укорочена наполовину.
3. В соответствии с конвенцией BWM становится неприемлемой выдача разрешения на сброс балласта в акваторию после уплаты агентом штрафа. Достоверность полученных результатов исследования подтверждается адекватностью приведенных решений природе исследуемых процессов, удовлетворительным их совпадением с оценками экспертов.

На основании материалов исследования можно сделать выводы:

1. На всех этапах разработки и внедрения природоохранных мероприятий нужен системный инженерно-экологический подход.
2. Требуется пересмотр существующих норм ПДК загрязняющих веществ и разработка ПДК для акватории каждого порта Украины.
3. Работа по подготовке морского транспорта к выполнению Конвенции BWM должна быть проделана безотлагательно, вне зависимости от позиции законодательного органа, имеющего право на ратификацию.
4. В Украине необходимо распространить постановление Кабмина от 07.07.15 № 491 в части отмены экологической декларации на экспортные грузы, а также внести соответствующие изменения в законы Украины.
5. Не следует предоставлять экологам декларацию, как документ, не предусмотренный Конвенцией FAL 1965, давать отбирать пробы изолированного балласта без законных оснований. Таковым может быть только зарегистриро-

ванное загрязнение акватории в районе стоянки судна. В этом случае стоит вопрос не ПДК тех или иных веществ, а идентификации источника загрязнения. Тогда, проба может быть отобрана и из балластного насоса.

6. Если судно заставили произвести отбор проб, агент и капитан должны настаивать на отборе проб фона (прилегающей акватории), в том числе и за счет судна. Пробы балласта должны отбираться из каждого танка, а не из насоса. Если такая возможность отсутствует (техническая или отказ экологов), следует надлежащим образом составить необходимые документы.

7. В случае незаконных претензий экологов предпочтительно открыть банковскую гарантию для беспрепятственного выхода из порта. Бремя обращения в суд лежит на экологах, а это для них бесперспективно. По прошествии срока действия гарантии сумма будет возвращена судовладельцу автоматически.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андерсон Дж. М. Экология и науки об окружающей среде. Пер. с англ. 1985. – 166 с., с ил.
2. Аствацатуров А.Е. Инженерная экология. Учеб. Пособие. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2000. - 196 с.
3. Родзин В.И., Семенцов Г.В. Основы экологического мониторинга / Под ред. Н.Г. Малышева. – Таганрог: ТРТИ, 1988. – 260 с., с ил.
4. Короткий Т. Р. Международно-правовая охрана морской среды от загрязнения с судов: Монография. – Одесса. Латстар, 2002. – 200 с.
5. Материалы сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mortrans.info/analytics>
6. Материалы сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rs-class.org/ru/register/news/detail.php?ID=11253>
7. И. Болдескул. Санитарный надзор за незагрязнением моря. «Судоходство» № 3. 2004 - С. 62
8. Васьков Ю.Ю. Дерегуляция в морской отрасли выходит на завершающий этап// «Порты Украины» № 7 (149), 2015. - С. 28-30.
9. [А. Иванов.](#) |Экологический беспредел в портах Украины. Как с ним бороться? «[Порты Украины](#)» № 06 (118). 2012 – С.45 – 48

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ ТА ІНШОМОВНА ПІДГОТОВКА СУДНОВИХ ІНЖЕНЕРІВ

УДК 744:004.92

Корх М.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Повышение эффективности изучения черчения

В настоящее время в науке и технике самое широкое применение нашли компьютерные технологии. Возможности таких технологий постоянно расширяются. Компьютерные технологии применяются и на морском флоте. К технологиям, в которых используются программы компьютерной графики, относятся электронные карты, системы автоматизированной прокладки и расхождения судов, системы подготовки и ведения конструкторской документации. Очевидна важность этих вопросов для обеспечения безопасной эксплуатации морских судов. Отсюда, очевидна и необходимость изучения программ компьютерной графики курсантами морских специальностей еще в период обучения в ВУЗе.

Для изучения компьютерной графики в ВУЗе прежде всего следует выбрать те программы, которые используются в практической работе на флоте и изучение которых позволит будущим морским специалистам с минимальными затратами времени и усилий достичь необходимого профессионального уровня. Критериями при выборе компьютерных программ для использования при изучении черчения в ВУЗе могут служить:

- распространенность программы;
- доступность системы;
- степень соответствия учебным задачам;
- сложность изучаемой системы и объем времени, необходимый для ее изучения.

Для выполнения конструкторской документации может применяться достаточно много программ. Среди них можно назвать CorelDraw, AutoCAD, Тефлекс. Рассмотрим их соответствие перечисленным критериям.

Программа CorelDraw предназначена для выполнения графических построений и дизайнерских работ. Имеет достаточно широкое применение. Основные инструменты программы делают ее одинаково доступной как для школьника или студента, так и для дизайнера. Программа имеет несколько уровней сложности, обучение на которых может выполняться последовательно. Основное назначение программы – выполнение дизайнерских проектов.

Пакет программ автоматизации чертежных работ AutoCAD является мощным средством для черчения. Он обеспечивает быструю и точную генерацию чертежа, предоставляет средства, дающие возможность легко исправлять допускаемые в ходе черчения ошибки и осуществлять крупные корректировки без повторного изготовления всего чертежа.



Схема использования программ компьютерной графики

Пакет AutoCAD имеет набор инструментов для выполнения дизайнерских работ и имеет несколько уровней сложности, обучение на которых может выполняться последовательно. Основное назначение программы – выполнение чертежных работ и дизайнерских проектов.

Пакет программ Тэфлекс не имеет широкого распространения. Получение лицензионной программы для учебных целей возможно. Имеет достаточно большой набор основных инструментов. Программа имеет несколько уровней сложности, обучение на которых может выполняться последовательно. Основное назначение программы – выполнение чертежных работ. Из рассмотренных программ Тэфлекс предоставляет наименьшие возможности в работе.

Перечисленные программы компьютерной графики приблизительно одинаково пригодны для использования в процессе изучения черчения. Выбор одной из них обуславливается конкретными условиями ВУЗа. В ВУЗах Одессы при изучении черчения наиболее широко используются AutoCAD и Тэфлекс.

Использование как минимум одного пакета компьютерной графики для преподавания черчения в ВУЗах на современном уровне совершенно необходимо. Ниже представлена возможная схема преподавания черчения в ВУЗе.

В НУ «ОМА» черчение изучается на первом курсе, когда курсанты еще не готовы изучать программы компьютерной графики в полном объеме. Поэтому целесообразно при изучении черчения начинать первоначальное знакомство с

такими программами, когда курсанты осваивают только основной инструментарий и чисто прикладное применение программ.

В дальнейшем, на старших курсах, курсанты могут более углубленно изучать такие программы при прохождении специальных предметов. Учитывая распространенность системы AutoCAD и то, что она применяется в промышленности (в том числе и на морском флоте), целесообразно выбрать именно эту систему для повышения эффективности преподавания черчения. Более углубленное изучение программы должно выполняться на старших курсах (например, в курсе информатики), а также в процессе самостоятельной работы курсантов при выполнении лабораторных работ и курсовых проектов.

Исходя из современных требований к специалистам морского флота, при изучении черчения в ВУЗе, следует отметить, что необходимо широкое использование программ компьютерной графики.

УДК 744: 378.147

Корх М.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Методы активизации индивидуальной работы курсантов при изучении машиностроительного черчения

При обучении курсантов инженерных специальностей машиностроительному черчению, ставится задача привить будущим специалистам первые навыки профессиональной деятельности – коллективной, творческой и организаторской работы.

Для развития личности играет большую роль коллективная деятельность. В коллективной деятельности формируются такие важнейшие качества личности: независимость суждений, критичность к чужому мнению, самостоятельность поступков, готовность оказать помощь и т.п.

Наиболее продуктивным в организации коллективной работы курсантов является формирование микрогрупп и использование новой методики проверки расчетно-графических работ по черчению, отражающих принципы и особенности реального производственного процесса.

Формирование коллективов происходит на основе взаимной симпатии и психологической совместимости. В микроколлективе различия в знаниях и способностях не препятствуют учебным занятиям. То, что не осуществимо в полной мере для одного, может быть реализовано с помощью согласованной коллективной работы. Курсанты совместно решают возникающие вопросы и тем самым учатся. Каждый становится и учеником, и учителем.

Важным этапом формирования микрогрупп является выбор лидера из числа наиболее способных курсантов, который является организатором учебно-воспитательного процесса внутри своей микрогруппы – «нормоконтролер». Он осуществляет общее руководство по выполнению учебных задач и практи-

ческих работ, получает задание от преподавателя и совместно с членами своей группы распределяет его с учетом возможностей курсантов.

В соответствии с графиком работы каждая группа курсантов работает четыре недели. Курсантов знакомят с ГОСТ 2.11 – 68 «Нормоконтроль», где разъясняются цели и задачи нормоконтроля как завершающей стадии разработки конструкторской документации. В начале занятий расчетно-графические работы проверяются по коду ошибок нормоконтролером. Код ошибок разработан с использованием системы цифрового кодирования, применяемой нормоконтролером в конструкторских организациях.

Нормоконтроллер проверяет комплектность документации, правильность оформления основных надписей и спецификации, соответствие выполненных чертежей требованиям ЕСКД. Без подписи нормоконтроля чертежи преподавателем не принимаются. Разногласия между нормоконтролем и автором чертежа разрешаются преподавателем. Нормоконтроль обязан поставить номер кода ошибки в красном кружке и против него указать количество ошибок. Какие либо исправления на чертеже запрещены. Курсант – разработчик обязан сам отыскивать ошибки и исправлять их, после чего чертеж проверяет преподаватель и выставляет отметку. Работа нормоконтролера оценивается по результатам его деятельности.

Такая система проверки чертежей способствует активизации работы преподавателей и курсантов, сочетает типизацию и индивидуализацию, многовариантное повторение теоретического материала (ГОСТов), позволяет произвести гласный контроль на каждом занятии с установкой на бесконфликтную ситуацию. Отмечается повышение качества графических работ. По чертежам, прошедшим такую проверку, легко произвести анализ качества знаний каждого курсанта и группы в целом по всему курсу машиностроительного черчения.

Работа студентов в малых группах, деловое общение с товарищами в трудовой среде, резко повышает коммуникативные умения, развивает способности работать и решать проблемы в команде. Возникает потребность в более высоком уровне профессиональной подготовки для успешной конкуренции на рынке труда. Возникает постоянная ориентация курсанта на достаточно критичную самооценку своего результата, что, в свою очередь, подталкивает его к поиску внутренних механизмов и резервов саморазвития.

Такое обучение, когда внимание на определенном отрезке времени сосредотачивается на микрогруппе, более эффективно, располагает к доброжелательности и взаимному доверию.

Работа с микрогруппами дает возможность выработать у курсантов самостоятельность мышления и творческую активность, которая способствует повышению уверенности в собственных силах, в своих знаниях, мотивирует на изучение предмета и развивает чувство коллективизма, имеет творческую и исследовательскую направленность.

Использование метода активизации индивидуальной работы на занятиях инженерной графики позволяет сформировать умение ориентироваться в информационном пространстве, получить навыки обработки информации, выра-

ботать навыки проведения исследования, организовать коллективную работу в группе, научить самостоятельному достижению намеченной цели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокин Ю. Г. Преподавание и воспитание в высшей школе: методология, цели и содержание, творчество: учеб. пос. для студ. высш. учеб. заведений. Издат. центр «Академия», 2002. 224 с.
2. Інженерна та комп'ютерна графіка [Текст] : підручник для студентів ВНЗ / А.В. Бубенков, М.Я. Громов; Вища школа – К. : [б. и.], 2001. – 346 с. ; 22 см.
3. Ройтман И. А. Методика преподавания черчения. М.: ВЛАДОС, 2002. 240 с.

УДК 30.17+39.4

Опришко М.О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Тренажери та їх роль в навчанні фахівців водного транспорту

Загальновідомо, що сучасні судна, порти і судноремонтні заводи широко оснащуються все більш складними технічними системами. Зрозуміло і те, наскільки збільшується відповідальність людей, яким довірена ця техніка. Оператори, які обслуговують її, змушені часто працювати на межі психофізіологічних можливостей. Адже кожна допущена окремих фахівцем помилка веде до непередбачуваних, часом катастрофічних наслідків. Як показує статистика, рівень аварійності на морському транспорті залишається вельми високим. Значний відсоток навігаційних подій пов'язаний з помилками судноводіїв. Причому, ці помилки обумовлені недостатньою професійною підготовкою, ергономічне неопрацьованими принципами управління судном.

Найбільш ефективним засобом навчання новачків і тренувань фахівців морського профілю служать тренажери, тобто технічні пристрої, які дозволяють виробляти достатньо складні навички, необхідні людині при експлуатації автоматизованих систем реальної машини або механізму.

Ідея конструювання тренажерів заснована на принципі відтворення діяльності, яка за своєю внутрішньою психологічною структурою гранично схожа з реально виконуваними професійними обов'язками.

Переваги та вигоди використання тренувальної апаратури незаперечні. Насамперед вона сприяє чіткій організації навчального процесу. Робота на тренажері може бути спланована завчасно, оскільки на нього не впливають погодні умови і від нього не вимагається виконання будь-якої іншої задачі крім підготовки операторів. Важливо і те, що тренажер залишається готовим до дії в будь-який момент часу при відпрацюванні тем навчальної програми або на заняттях з безпеки праці.

Чималий виграш дає вартість тренажерної підготовки. Вона набагато нижче, ніж витрати на навчання персоналу в реальній системі.

Вельми цінна якість тренажерної апаратури - безпека її використання. При цьому практично виключається ймовірність впливу на операторів небезпечних нестандартних ситуацій, які можуть виникати в реальних системах. Крім того, тренажери дозволяють детально відпрацьовувати важкі і відповідальні операції в тих випадках, коли для досягнення максимальної безпеки на робочому місці необхідний високий рівень професіоналізму, а навчання на діючій реальній системі неможливе.

До числа переваг тренажерної апаратури безумовно належить можливість уважного та дієвого контролю за умовами і результатами навчання. Однак є дуже багато зовнішніх причин і умов, які надають сильний вплив на оператора і його діяльність, важко, а іноді немислимо імітувати їх в процесі навчання. У першу чергу це – вплив погодних умов на роботу екіпажів морських суден.

Метеорологічні, або погодні, умови являють собою різноманіття таких природних явищ, як туман, дощ, сніг, димка, хмарність, обмерзання, ожеледь, турбулентність, вітер, град, хвилі та інші прояви, що роблять вплив на оператора і на систему. До них же відносяться температура повітря, тиск, щільність повітря і вологість. Процес тренувань з урахуванням названих природних обставин зазвичай здійснюється із залученням інших операторів. Двоє або більше учнів при цьому можуть тренуватися разом, як члени екіпажу, або працювати на тренажерах системи, що взаємодіють між собою в реальному житті.

І нарешті, суттєва перевага тренажерів полягає в тому, що вони відкривають прямий шлях до вдосконалення процесу навчання і досягнення якості роботи операторів вище рівня, який забезпечують реальні системи в тих випадках, коли відпрацьовуються завдання і виконувані системою задачі досить складні.

Морські тренажери як засіб навчання повинні відповідати ряду вимог. Найважливіша їх функція - із заданим ступенем наближення імітувати зовнішні умови, які зобов'язаний враховувати у своїй діяльності судноводій, гідродинамічні властивості суден, суднову обстановку, що має відношення до відпрацьовуючої оперативної задачі. Бажано, щоб всі виконувані дії як розумового, так і рухового характеру здійснювалися в реальному масштабі часу. Це дозволяє формувати навички в заданому професійному темпі. Ще краще, якщо заданий темп діяльності можна змінювати в міру формування навичок і доводити їх до рівня вищого, ніж в реальності. На тренажері повинні відтворюватися фактичні маневрені характеристики судна, а час виконання оперативної задачі має поступово скорочуватися і бути в ряді випадків менше, ніж час виконання аналогічної задачі в реальних умовах. Учня слід інформувати про те, скільки часу він витрачає на кожну спробу з виконання різних завдань, що повторюються в процесі вправи. Таким шляхом формується заданий професійний темп у можливій аварійній обстановці.

Можна виділити два основних види тренажерів з управління суднами:

макети пультів управління зі спеціальною проекційною системою візуальної обстановки і обчислювальних пристроїв для математичного моде-

лювання та вирішення завдань управління судном та натурні, в яких використовуються виконані в масштабі моделі суден.. Застосування тренажерів дозволяє не тільки підвищити ефективність навчання, а й вивчити поведінку людини в складній обстановці, визначити маневреність судна.

Важко перелічити все різноманіття існуючих на сьогоднішній день морських тренажерів або дати кожному хоча б коротку характеристику, проте їх роль і призначення незаперечні: всі вони служать благородній справі і завжди актуальною для людства мети - забезпечення безпеки плавання на морських судах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Бичаев Б.П., Зеленин В.М., Новик Л.И. Морские тренажеры (структуры, модели, обучение). -Л.: Судостроение, 1986. -288с.
2. Бедный Г.З., Зеленин М.П. Анализ процесса переработки информации человеком-оператором. Конспект лекций. - Одесса, 1989. - 56 с.
3. Бедный Г.З., Зеленин М.П. Эргономический анализ трудовой деятельности и безопасности труда на морском транспорте. Методическое пособие. - М.: Мортехинформреклама, 1988. - 88 с.
4. Зеленин М.П. Вопросы обеспечения безопасных условий труда на морском транспорте. - М.: Транспорт, 1980. - 85 с.
5. Зеленин М.П. Эргономика на морском транспорте / М.П.Зеленин – М.: Издательство «БАНТО», 1999. – 388с.

УДК 531.1

Швець О. І.

Національний університет «Одеська морська академія»

Визначення кінематичних характеристик довільних точок шатуна кривошипно-шатунного механізму

Визначення кінематичних характеристик (положення, швидкості та прискорення) довільних точок кривошипно-шатунного механізму (КШМ) є однією з задач теоретичної механіки. Зауважимо що, прискорення, які виникають при зворотно-поступальному русі поршня (чи будь-якої його точки B - рис.1), плоскому русі шатуна AB довжиною L , та обертальному русі вала з кривошипом OA довжиною r , у решті решт, визначають сили інерції при роботі КШМ.

Розглянемо рух точки C (наприклад, центру мас шатуна), яка розташована на шатуні AB на відомій відстані AC . Для цього розташуємо початок декартової системи координат у точці B_0 (ВМТ), спрямувавши вісь x вниз, вісь y – праворуч.

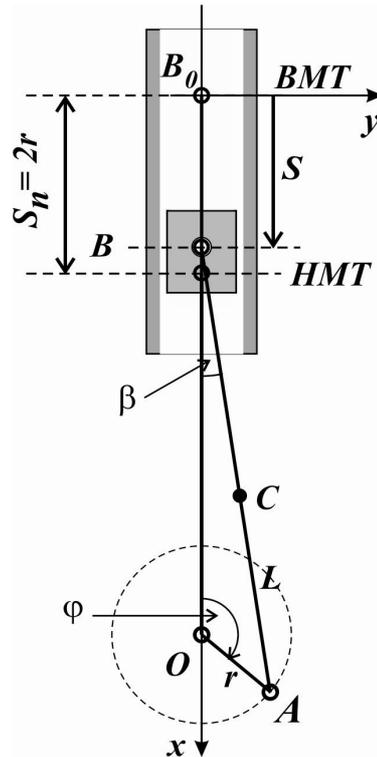


Рис.1. Основні елементи КШМ та система координат

Тоді для довільного кута повороту кривошипу φ отримуємо положення точки C у проекції на вісь x як

$$x_C = BC + r(1 - \cos \varphi) + AC(1 - \cos \beta),$$

чи, оскільки $BC = L - AC$, а $\sin \beta = \frac{r}{L} \sin \varphi$, то $\cos \beta = \sqrt{1 - (\lambda \sin \varphi)^2}$ і

$$x_C = r \frac{1}{\lambda} \left(1 + \lambda(1 - \cos \varphi) - \frac{AC}{L} \sqrt{1 - (\lambda \sin \varphi)^2} \right). \quad (1)$$

В останніх виразах $\lambda = r/L$ - стала механізму. Одночасно, для довільного кута повороту колінчатого валу φ отримуємо положення точки C у проекції на вісь y як

$$y_C = BC \sin \beta = BC \lambda \sin \varphi = (L - AC) \lambda \sin \varphi = \left(1 - \frac{AC}{L}\right) r \sin \varphi. \quad (2)$$

Рівняння (1) і (2) задають у параметричному вигляді закон руху довільної точки C і дозволяють визначити її траєкторію як функцію кута повороту кривошипу φ . При $AC = 0$ вони відповідають рівнянням руху точки з'єднання кривошипу з шатуном (коло радіуса r), а при $AC = L$ - прямолінійному руху поршня та будь-якої точки на ньому (відрізок довжиною $2r$).

З рівнянь (1) і (2) шляхом диференціювання їх по часу отримуємо відповідні проекції швидкості точки C на вісі - V_{Cx} , V_{Cy} , та її повну швидкість -

$$V_C = \sqrt{V_{Cx}^2 + V_{Cy}^2}.$$

Подальше диференціювання по часу отриманих виразів дозволяють визначити проекції прискорення точки C на вісі - a_{Cx} , a_{Cy} , повне її прискорення - $a_C = \sqrt{a_{Cx}^2 + a_{Cy}^2}$, а також тангенціальну - $a_C^{\tau} = \frac{a_{Cx} \cdot V_{Cx} + a_{Cy} \cdot V_{Cy}}{V_C}$, та нормальну - $a_C^n = \sqrt{a_C^2 - a_C^{\tau 2}}$ складові.

Отримані вирази для положення, швидкості та прискорення довільної точки шатуна дозволяють, при застосуванні сучасного програмного забезпечення, побудувати графіки залежності вказаних величин як функцій кута повороту кривошипу, та, можливо, спростити розгляд сил інерції, які виникають в КШМ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Истомин П.А. Динамика судовых двигателей внутреннего сгорания. – Л.: Судостроение, 1964. – 288 с.
2. Козицький С. В. Теоретична механіка. Задачі і приклади їх розв'язання [Текст]. навчальний посібник /С.В.Козицький, О.М.Латиш, О. І. Швець. - Видання 2-е доповнене та перероблене. – Одеса: ОНМА, 2015. – 369 с.

УДК 519.688

Удолатий В.Б.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Вычисление геометрических характеристик плоской фигуры с использованием расширения Matlab PDE Toolbox

При изучении многих технических дисциплин («Прикладной механики», «Сопротивления материалов», «Деталей машин и механизмов» и др.) приходится сталкиваться с определением геометрических характеристик поперечного сечения различных конструктивных элементов (в основном бруса) [1]. Поперечное сечение бруса представляет собой плоскую фигуру (часто довольно сложного очертания). При этом необходимо уметь вычислять следующие геометрические характеристики (рис. 1,б):

$A = \int_A dA$ - площадь фигуры; $S_{z_1} = \int_A y_1 dA$; $S_{y_1} = \int_A z_1 dA$ - статические моменты; $J_{z_1} = \int_A y_1^2 dA$; $J_{y_1} = \int_A z_1^2 dA$; $J_{z_1 y_1} = \int_A y_1 z_1 dA$ - осевые и центробежные моменты инерции относительно произвольных взаимно перпендикулярных осей z_1, y_1 , лежащих в плоскости фигуры [2].

Расширение Matlab PDE (Partial Differential Equation) ToolBox предназначено для интегрирования дифференциальных уравнений в частных производ-

ных с использованием зависимостей метода конечных элементов (МКЭ). При этом некоторые функции PDE могут быть использованы для решения других задач – например, определения геометрических характеристик плоской фигуры сложного очертания [3]. Область решения (плоскую фигуру) в PDE можно сформировать из простых областей (геометрических примитивов) – многоугольника, прямоугольника, эллипса и логических операций *(и), +(или), – (и не) [4]. Примитивы задаются в виде матрицы **gd**, число столбцов которой равно числу примитивов (каждый столбец содержит информацию по одному примитиву и обозначается, символами), например, **p** (polygon), **r** (rectangle), **e** (ellipse). Чтобы сформировать из заданных примитивов область, требуется задать в программе соответствующую формулу. В настоящей работе будет создана область в виде уголка равнополочного 100x100x10 ГОСТ 8509-86 (рис.1,а). Для этого рассмотрены 8 примитивов – пять прямоугольников и три окружности. В этом случае матрица **gd** имеет 8 столбцов – $ns='r1r2r3e1r4e2r5e3'$, а формула имеет структуру $sf='(r1 - (r2-r3+e1) - (r4+e2) -r5+e3)'$. Формирование области выполняется командой **[dl,bt]=decsг(gd,sf,ns)**. Массив **dl** содержит разложенную матрицу геометрии области; в массиве **bt** содержится булевская таблица соответствия примитивов построенной области [5]. Удаление внутренних границ осуществляется командой **[d1l,bt]=csgdel[dl,bt]**.

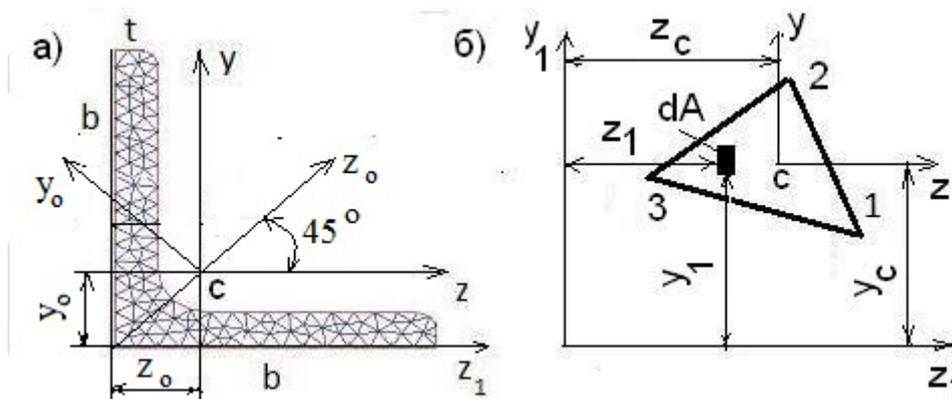


Рис. 1. Уголок равнополочный (а) и оси координат треугольного КЭ (б)

1. **gd = [2;4;0;10;10;0; 0;0;10;10]; % первый многоугольник (а)**
2. **gd = [gd,[2;4;1;10;10;1; 1;1;10;10]]; % второй многоугольник(б)**
3. **gd = [gd,[2;4; 1;2.2;2.2;1; 1;1;2.2;2.2]]; % центральный многоугольник(с)**
4. **gd = [gd,[1; 2.2;2.2;1.2; 0;0;0;0;0;0]]; % центральная окружность (d)**
5. **gd = [gd,[2;4; 0.6;1;1;0.6; 9.6;9.6;10;10]]; % верхний многоугольник (e)**
6. **gd = [gd,[1; 0.6;9.6;0.4;0;0;0;0;0;0]]; % верхняя окружность (f)**
7. **gd = [gd,[2;4; 9.6;10;10;9.6; 0.6;0.6;1;1]]; % нижний многоугольник(g)**
8. **gd = [gd,[1; 9.6;0.6;0.4;0;0;0;0;0;0]]; % нижняя окружность (i)**
9. **ns = 'abcdefgi' % строка соответствия столбцов**
10. **fs = '(a-(b-c+d)-e+f)-g+i' % формула операций**
11. **[dl,bt]=decsг(gd,fs,ns);; % формирование области**

12. `[dl1,bt1]=csgdel(dl,bt); % удаление внутренних границ`
13. `[p,e,t]=initmesh(dl1,'Hmax',0.5); % формирование сетки`
14. `z=p(1,:); y=p(2,:); np1=t(1,:); np2=t(2,:); np3=t(3,:);`
15. `pdemesh(p,e,t) % изображение сетки МКЭ`

Листинг 1. Формирование и триангуляция области решения

Формирование треугольной сетки осуществляется командой `[p,e,t]= initmesh(d1)`. Массив `p` содержит координаты z_k, y_k (`z=p(1,:); y(2,:)`) узлов конечного элемента (КЭ). Массив `t` содержит номера узлов КЭ (`np1=t(1,:); np2=t(2,:); np3=t(3,:)`) – см. Листинг 1. Узлы пронумерованы против хода часовой стрелки (рис. 1,б).

Площадь треугольного КЭ может быть вычислена по формуле $A = 0,5 * [(x_1 y_3 - x_3 y_1) + (x_2 y_3 - x_3 y_2) + (x_1 y_2 - x_2 y_1)]$; координаты центра тяжести КЭ вычисляются по формулам: $z_c = (z_1 + z_2 + z_3) / 3$; $y_c = (y_1 + y_2 + y_3) / 3$. Моменты инерции треугольного КЭ относительно центральных осей z, y могут быть вычислены по выражениям:

$$J_z = A [(y_1 - y_2)^2 + (y_2 - y_3)^2 + (y_3 - y_1)^2] / 36;$$

$$J_y = A [(z_1 - z_2)^2 + (z_2 - z_3)^2 + (z_3 - z_1)^2] / 36;$$

$$J_{zy} = A [(y_1 - y_2)(z_1 - z_2) + (y_2 - y_3)(z_2 - z_3) + (y_3 - y_1)(z_3 - z_1)] / 36.$$

Для уголка равнополочного 100x100x10 ГОСТ 8509-86 (рис.1,а) вычислены площадь сечения, координаты центра тяжести, и моменты инерции относительно центральных осей (операторы, соответствующие этому этапу расчета в листинге не приведены) - $A = 19,24 \text{ см}^2$; $z_0 = y_0 = 2,83 \text{ см}$; $J_z = J_y = 178,3 \text{ см}^4$; $J_{zy} = -104,4 \text{ см}^4$. В таблице сортамента для рассмотренного уголка приведены следующие значения перечисленных величин - $A = 19,24 \text{ см}^2$; $z_0 = y_0 = 2,83 \text{ см}$; $J_z = J_y = 178,95 \text{ см}^4$; $J_{zy} = 110,0 \text{ см}^4$. Величина центробежного момента J_{zy} на самом деле должна составлять $\pm (J_{x_0} - J_{y_0}) / 2 = 9283,83 - 74,08) / 2 = \pm 104,9 \text{ см}^4$. Знак центробежного момента инерции в таблице сортамента учитывать не принято. Совпадение сравниваемых результатов хорошее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: АСАДЕМА, 2003.
2. Ахметзянов, М.Х. Соппротивление материалов / М.Х. Ахметзянов, П.В. Грес, И.Б. Лазарев. – М. : Высшая школа, 2007. – 334 с.
3. Баженов В.А. и др. Численные методы в механике [Одесса, 2005].
4. Гонсалес Р. и др. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB [Техносфера, 2006].
5. Коткин Г.Л., Черкасский В.С. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB [НГУ, 2001].

Батынский А.И., Хнюнин С.Г.
Национальный университет «Одесская морская академия»

Информационная модель технологического процесса использования систем дистанционного доступа в морском заочном образовании

На современном этапе развития информационно-коммуникационных технологий разработана среда, способная обеспечить эффективное образование и переподготовку кадров за счет широкого доступа учащихся и преподавателей к высококачественным электронным образовательным информационным ресурсам, организации индивидуальных траекторий обучения, проведения непрерывного мониторинга качества полученных знаний, перехода к системе открытого образования на основе интерактивных дистанционных технологий обучения [1]. Эти технологии реализуются в виде систем дистанционного обучения (СДО) и систем дистанционного доступа (СДД).

Все существующие системы хранения и доступа к информации по разным причинам не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к дистанционному обучению в морском заочном образовании. Возможности использования СДО в море ограничены особенностями Интернет связи и организацией труда и отдыха на морских судах. Для заочного образования морских специалистов целесообразно использовать СДД, в которых предусмотрено отсутствие стабильного прямого интерактивного контакта преподавателя со студентом-заочником [2]. Это накладывает дополнительные требования на организацию технологического процесса информационного взаимодействия студентов и преподавателей между собой через СДД, а также с самой системой.

Информационную модель СДД можно разделить на следующие части [3]: функциональная модель, организационная модель, собственно информационная модель.

При построении функциональной модели необходимо: идентифицировать макропроцессы, очертить границы микропроцессов, определить входы и выходы, установить существующие взаимосвязи между процессами на уровне событий.

Построение функциональной модели дает возможность увидеть функционирование существующей системы в виде цельной формализованной схемы. Функциональная модель СДД представлена на рис. 1.

Организационная модель - система элементов, объединенных отношениями и функциями управления. В организационной модели должны быть представлены как формально существующие структурные единицы, так и объединения структурных единиц по целевому признаку. Как видно из рис. 1, организационно СДД состоит из следующих структурных единиц: база данных, блок контроля доступа, блок электронной почты.

Эти структурные единицы объединены функциями управления с администратором базы данных (БД), который осуществляет контроль сохранности БД, сохранение резервных копий и восстановление БД. В его функции входит регистрация новых пользователей с выделением им определенных прав и кон-

троль доступа в СДД зарегистрированных пользователей, а также пользователей с правами Гостя. Администратор БД является модератором электронной почты, которой обмениваются между собой и с ним внешние пользователи системы.

Кроме того, с БД функционально связаны пользователи – преподаватели и студенты-заочники. Преподаватели имеют два уровня доступа к БД – Корректирующий преподаватель и Не корректирующий преподаватель. Студенты-заочники имеют один уровень доступа – Читатель. Дополнительно пользователи всех типов имеют уровень доступа Гость, но в этом случае перечень доступных предметов и курсов ограничен.

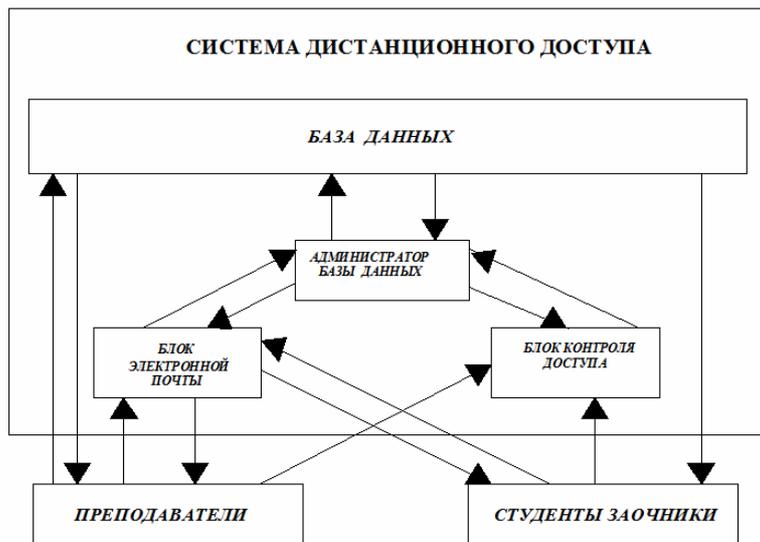


Рис. 1. Функциональная модель СДД

Информационная модель должна строиться на основе функциональной модели, с отражением документооборота, связывающего макропроцессы на уровне событий. Это позволяет отделить главные информационные потоки в системе управления (информационные потоки первого уровня) от информационных потоков внутри макропроцессов (потоки второго уровня). Кроме того, информационные потоки подразделяются на входящие и исходящие по отношению к СДД.

Исходящие информационные потоки представлены в табл. 1. Здесь перечислены информационные потоки первого и второго уровня. Источником информации являются информационные объекты, а получателями – адресаты.

Исходящие информационные потоки представлены в табл. 2. Здесь также перечислены информационные потоки первого и второго уровня. Источники порождают информационные потоки, а получателями являются информационные объекты.

В БД размещены учебные и методические материалы по отдельным предметам, варианты контрольных работ, курсовых проектов и инструкции по их выполнению, а также экзаменационные вопросы. СДД позволяют заочнику загружать через Интернет все необходимые учебные материалы. При этом моряк заочник должен иметь возможность задать вопрос по материалу из любого предмета, адресованный просто в СДД в виде электронного письма. В

блоке электронной почты письмо классифицируется, определяется непосредственный адресат, которому письмо и направляется для ответа. Развернутый ответ на заданный вопрос направляется заочнику в виде электронного письма. В конечном итоге, СДД должна обеспечивать такого рода электронные консультации при нестабильном Интернет соединении.

Таблица 1. Исходящие информационные потоки

Информационный объект	Наименование информации	Адресат
База данных	Перечень предметов по специальностям и годам обучения	Студенты заочники. Преподаватели.
	Учебные программы по предметам	Студенты заочники. Преподаватели
	Задания на контрольные работы	Студенты заочники. Преподаватели
	Экзаменационные вопросы	Студенты заочники. Преподаватели
	Методические указания	Студенты заочники. Преподаватели
Администратор базы данных	Контроль базы данных.	База данных.
	Восстановление базы данных.	База данных.
	Подключение новых пользователей.	Блок контроля доступа.
	Восстановление логинов и паролей пользователей СДД.	Блок контроля доступа
Электронная почта	Ответы на вопросы по изучаемым предметам	Студенты заочники.
	Консультации по пользованию СДД	Студенты заочники.
	Логины и пароли для доступа в СДД	Студенты заочники.
Блок контроля доступа	Логины и пароли пользователей СДД.	Администратор базы данных

Таблица 2. Входящие информационные потоки

Информационный объект	Наименование информации	Источник
База данных	Корректировка и дополнение перечня предметов по специальностям и годам обучения	Преподаватели.
	Корректировка и дополнение учебных программ по предметам	Преподаватели.
	Корректировка и дополнение заданий на контрольные работы	Преподаватели.
	Корректировка и дополнение экзаменационных вопросов	Преподаватели.
	Корректировка и дополнение методических указаний	Преподаватели.
Администратор базы данных	Создание резервной копии базы данных	База данных.
	Создание резервной копии логинов и паролей пользователей СДД	Блок контроля доступа
Электронная почта	Вопросы по изучаемым предметам	Студенты заочники.
	Консультации по пользованию СДД	Студенты заочники.
	Запросы на создание логина и пароля	Студенты заочники.
Блок контроля доступа	Резервная копия логинов и паролей пользователей СДД	Блок контроля доступа
	Логины и пароли пользователей СДД	Студенты заочники. Преподаватели

Анализ проблем, которые испытывают студенты заочники морских специальностей при использовании СДД, показывает, что одной из основных является проблема связи с СДД непосредственно в период рейса. И уровень этой проблемы практически не меняется, хотя и наблюдается заметный рост использования СДД прямо на судне [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потемкина С.В., Кашуба Л.А. Технологии дистанционного образования // Компьютеры в образовательном процессе. М., - 2000. - № 2. - С. 5 – 23.
2. Батынский А.И., Хнюнин С.Г. Рекомендации по повышению эффективности дистанционного обучения студентов заочников морских специальностей // Наука і освіта, 2012. - №7. – С. 19 – 25.
3. Ландэ Д.В. Основы интеграции информационных потоков: Монография. -К.:Инжиниринг, 2008. – 240 с.
4. Батынский А.И., Хнюнин С.Г. Необходимость усовершенствования использования системы дистанционного доступа в морском заочном образовании на базе статистики за 2011 - 2014 годы // Матеріали науково-технічної конференції на тему «Морський та річковий флот: експлуатація та ремонт», Ч. 2, - Одеса: ОНМА, 2015, - С.210 – 212.

УДК: 378. 147

Богомолов О.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Презентация сборника упражнений для изучающих дисциплину «Английский язык профессиональной направленности»

(для вахтенных механиков и электромехаников)

Написанию учебника английского языка для судовых вахтенных механиков и электромехаников, т.е. Вводного курса английского языка для судовых инженеров, предшествовало внимательное изучение Программы навчальної дисципліни «**Англійська мова за професійним спрямуванням**» для освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр.

Согласно этой учебной программе, целью изучения названной дисциплины на данном этапе обучения: 3, 4 и 5 семестры, является овладение английским языком как средством устного и письменного общения в условиях найма на работу в составе этнически смешанного судового экипажа.

На начальном этапе реализации данной учебной программы, курсанты и студенты инженерных факультетов национального университета должны научиться извлекать с помощью словаря профессионально значимую информацию, содержащуюся в технических текстах и релевантных судовых документах. С помощью коммуникативных упражнений студенты должны овладеть элементарными умениями устного общения на английском языке в таких ситуациях как прибытие нового члена этнически смешанного экипажа на судно, вступление в должность, принятие своего заведования, выполнение обя-

занностей „вайпера”, „ойлера”, машинного кадета и вахтенного механика, участие в судовых учениях.

В разделе аннотаций смысловых модулей упомянутой учебной программы устанавливается предметно-тематическое содержание изучаемой и активизируемой на данном этапе обучения лексики и фразеологии необходимых для получения и передачи информации относительно порядка несения вахты в машинном отделении, обязанностей судомеханика ответственного за несение безопасной вахты в машинном отделении, общих обязанностей персонала инженерно-технической службы, управления, обслуживания и ухода за механизмами, оборудованием и общесудовыми системами на транспортных судах.

В отдельном разделе учебной программы даётся перечень минимальных знаний и умений, которые должны быть сформированы у изучающих данную дисциплину студентов. Реализация этой задачи предполагает наполнение и расширение профессионального словаря студентов за счет лексики и фразеологии, которая охватывает эксплуатационные аспекты, связанные с несением вахты в машинном отделении и обеспечением безопасности на судне, что даст им возможность в будущем понимать при чтении смысл соответствующей документации.

На данном этапе обучения студенты должны научиться правильно понимать на слух и произносить информацию, касающуюся скорости и режимов работы главного двигателя, выполнения технологических операций по управлению и обслуживанию механизмов в штатных и чрезвычайных ситуациях, а также во время судовых учений.

К концу данного этапа обучения у студентов должны сформироваться знания и умения рассказывать о функциях членов рядового состава инженерно-технической службы, об обязанностях вахтенного механика, о порядке несения вахты в машинном отделении и личных действиях на судовых учениях и в реальных чрезвычайных обстоятельствах. Необходимость применения таких знаний и умений может возникнуть при проверке компетентности судового экипажа инспекторами Госпортконтроля и кандидатов на зачисление в штат судна - инспекторами крюинговых агентств.

Изучив программу учебной дисциплины, можно было приступить к созданию учебно-методического комплекта и, прежде всего, к написанию учебника как основного средства обучения и неотъемлемого компонента учебного процесса.

При отборе текстового материала для учебника, учитывались положения учебной программы о предметно-тематическом содержании лексики и фразеологии, подлежащей изучению и активизации, сведения о характере и содержании штатных и чрезвычайных производственных ситуаций, участниками которых могут оказаться вахтенные механики и электромеханики, коммуникативные и когнитивные интересы и потребности студентов, будущих профессионалов, методический потенциал учебных текстов и ряд других моментов.

Особо отметим использованный нами критерий аутентичности учебного материала, который предполагает отбор текстов, изначально не предназна-

чавшихся для учебных целей, созданных носителями языка, взятых из зарубежных источников и специально не обработанных.

В итоге, были подготовлены методические указания, изданные под названием «**Английский язык профессиональной направленности**» (для вахтенных механиков и электромехаников) и являющиеся, на самом деле, учебным пособием для курсантов и студентов по самостоятельному накоплению первоначального запаса профессиональной лексики и фразеологии в рамках программной тематики и отработке навыков ознакомительного и изучающего чтения.

Далее было необходимо разработать систему упражнений, которая характеризовалась бы научной обоснованностью и коммуникативной направленностью, взаимообусловленностью упражнений, последовательностью и повторяемостью языкового материала и речевых действий.

Поставленная задача была реализована в виде сборника упражнений, состоящего из 29 однотипных структурных единиц, уроков или тематических циклов, каждый из которых посвящён единой лексической теме. Отдельно взятый урок структурно однотипен. В него включены одни и те же по характеру упражнения, в одинаковой последовательности и примерно в равном объёме, однако лексическое и текстуальное наполнение в каждом уроке новое.

По мнению специалистов, такая организация материала способствует быстрому вхождению учащихся в нужную речевую деятельность, так как набор и последовательность упражнений им знакомы, по предыдущим циклам. Понимание сути заданий снимает излишнее напряжение учащихся, обеспечивает правильное выполнение упражнений и повышает эффективность учебного процесса.

Разработка адекватной системы упражнений, прежде всего лексических, основывалась на следующих положениях.

1. Для успешной речевой деятельности на иностранном языке необходимо владение соответствующими лексическими навыками, т.е. операциями с лексическим материалом, входящими в состав речевых умений говорения (Speaking), чтения (Reading), аудирования (Listening) и письма (Writing).

2. При таком подходе основой развития лексических навыков является деятельность со словами. Учащиеся должны не только запомнить слова и конструкции, их формы и значение, у них должны сформироваться навыки использования этого лексического материала при решении речевых задач. В ходе операций с языковым материалом происходит его запоминание и закрепление в памяти.

3. Необходимо организовывать систематическое повторение лексики в процессе выполнения упражнений. Причём, повторение должно быть не процессом закрепления в памяти учащихся самих слов и словосочетаний, а поддержанием и закреплением приобретённых ранее навыков их использования для порождения и восприятия высказываний.

4. Для введения слов преподаватели самостоятельно подбирают адекватные средства их семантизации, в том числе - наглядность, дефиниция, догадка на основе контекста и словообразовательной модели, перевод, с учётом таких

факторов как характер слова, возможность его наглядной семантизации и употребления в недвусмысленном контексте, словообразовательные формы.

5. Подлинная связь между понятием и словом устанавливается в результате упражнений. Эти упражнения, устные и письменные, репродуктивные и рецептивные, выполняются прежде всего с целью образования звукомоторных образов слов и конструкций.

6. Основными видами упражнений на формирование лексических навыков являются следующие: а) Заполнение пропусков в предложении словами, соответствующими данному минимальному контексту - Put a preposition from the box into each gap.

б) Дополнение предложений по смыслу - Complete the sentences with verbs from the box and your own ideas. Look at the Chief Engineer's schedule. What does he do at different times of the day? Choose a verb. Complete the schedule. в)

Вопросно-ответные упражнения с использованием новых слов - Here are the answers to some questions about Write the questions. Use the words in brackets.

г) перефразирование с целью отработки форм новых слов - Complete the sentences so that they have the same meaning as the original sentences. Use modals. д)

придумывание предложений с новыми словами - Tell your study partner what you like doing and what you don't like doing from the list of activities. Ask questions about the activities. е) группировка слов по тематическому или ситуативному признаку: Put the words into the correct columns (Things to read; Professions; Things to eat; Places; Verbs; Adjectives). There are five words for each column. ж)

отработка сочетаемости слов - Match a line in A with a line in B to make a question. Then find an answer in C. з) условно-речевая деятельность в заданной ситуации. и) Подготовка информации в письменном виде. к) Аудирование. л) Чтение.

Каждая структурная единица Сборника упражнений состоит из двух частей: HOME TASKS (6-7 домашних упр.) и IN CLASS ACTIVITIES (8-10 классных упр.)

Каждая структурная единица Сборника упражнений состоит из двух частей: HOME TASKS (6-7 домашних упр.) и IN CLASS ACTIVITIES (8-10 классных упр.)

УДК 378.147.091.32:004

Шалёв А. С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Использование интернет технологий в процессе обучения

Одной из основных задач педагога является пробуждение и развитие интереса обучающегося к своему предмету, активизация его когнитивной деятельности. Немалую роль в этом играет профессиональная подготовленность педагога, его общая эрудированность и осведомлённость в новых тенденциях. В настоящее время учитель перестаёт быть источником знаний. Некоторые его функции, такие как, справочные, например, сейчас перебирает на себя всемирная паутина. Поэтому воистину безграничным источником информации может послужить бесконечное множество Интернет-ресурсов посвящённых изучению иностранных языков, а в нашем случае – английского языка [1].

Эти ресурсы можно классифицировать следующим образом: справочные (содержат сведения по грамматике, синтаксису, пунктуации, стилистике); справочно-тренировочные (кроме сведений справочного характера предоставляют возможность пройти интерактивные тесты на закрепление пройденного материала); интернет-библио/видео/CD-ROMтеки; интернет-видео уроки, языковые игры и многое другое [2].

Немаловажным также является визуализация предлагаемых учебных материалов на некоторых Интернет-ресурсах, которая играет очень важную роль в процессе обучения. Рассматривая этот вопрос с физиологической точки зрения, находит подтверждение тот факт, что зрительные нервы толще слуховых и способны переносить во много раз больше информации и задействовать, включать больше эмоций во время познавательного процесса, что впоследствии скажется на процессе запоминания пройденного материала [3].

Применяющийся сейчас коммуникативный подход к обучению английскому языку реализуется в работе в парах для обсуждения прочитанного или увиденного, в малокомплектной группе для нахождения выхода из проблемной ситуации, в проектной деятельности, в использовании новых информационных технологий, которые помогают обеспечивать индивидуализацию и дифференциацию обучения с учётом способностей курсантов.

На практических занятиях английского языка в нашем ВУЗе опробован метод демонстрации специально подобранных по темам, пройденных в методических материалах в соответствии с рабочими программами, видеосюжетов взятых на Интернет-ресурсе Ютьюб (www.youtube.com). При их помощи курсанты имели возможность проактивизировать уже пройденную лексику, усвоить новую, обсудить увиденное, задействовав свой профессиональный запас знаний, а также и по diskutieren с товарищами по группе по поводу знаний полученных на предметах по специальности на английском языке. В результате такой деятельности у курсантов формировалась их коммуникативная компетентность, что, по сути, и является основной задачей их обучения.

В предъявленном видеоматериале на пройденную тему можно услышать и увидеть не только выходцев из Великобритании и США, но и из Канады, Австралии, Новой Зеландии, и из многих других стран, для которых английский не является родным и уж этот навык пригодится курсантам в работе в многонациональных, смешанных экипажах. Они имеют возможность уже в рамках занятия знакомиться с особенностями аутентичного произношения их профессиональной лексики разными носителями английского языка, что будет стимулировать изучение учебного материала и вырабатывать адекватное языковое поведение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милеева М. Н. Авторская методика преподавания английского языка в условиях многоуровневого обучения студентов технических вузов / М. Н. Милеева // Материалы всероссийской научно-практической конфе-

- ренции «Иностранный язык в техническом ВУЗе: проблемы и перспективы». – Иваново: ИГХТУ, – 2009. – С. 83-88.
2. Преподавание в сети Интернет: Учебное пособие / Отв. редактор В. И. Солдаткин. – М.: Высшая школа. 2003. – 792 с.
 3. Титова С. В. Ресурсы и службы Интернета в преподавании иностранных языков / С. В. Титова. – М.: Издательство Московского университета, 2003. – С. 267.
 4. [Электронный ресурс]: https://en.wikibooks.org/wiki/ICT_in_Education/The_Uses_of_ICTs_in_Education — Назва з екрана.
 5. [Электронный ресурс]: <http://er.educause.edu/articles/2006/1/the-future-of-online-teaching-and-learning-in-higher-education-the-survey-says> — Назва з екрана.

УДК 629.5.035=111

Bosyi E. A., Shalyov A. S.
NU 'OMA'

Azipods. their origins and development

What is Azipod?

Azipod is the registered brand name for ABB Group's range of electric podded azimuth thrusters. They were developed in Finland jointly by the shipbuilding company Masa-Yards and ABB, Azipod is a marine propulsion unit consisting of a fixed pitch propeller mounted on a steerable gondola ('pod') which also contains the electric motor driving the propeller [2].

Concept

- In the traditional azimuth thrusters, the propeller is driven by an electric motor or a diesel engine inside the ship's hull. The propeller is coupled to the prime mover with shafts and bevel gears that allow rotating the propeller about a vertical axis. This type of propulsion system has a long tradition throughout the 1900s and today such propulsion units are produced by a number of companies around the world.
- In the Azipod unit, the electric motor is mounted inside the propulsion unit and the propeller is connected directly to the motor shaft. By avoiding the use of a traditional propeller shaft, the propeller can be placed further below the stern of the ship in a clear flow of water, thereby providing greater hydrodynamic and mechanical efficiency.
- Electric power for the propulsion motor is conducted through slip rings that let the Azipod unit rotate 360 degrees about the vertical axis. Azipod units utilize fixed-pitch propellers, that is why power is always fed through a variable-frequency drive or cycloconverter that allows speed and direction control of the propulsion motors.

- The pod's propeller usually faces forward because in this pulling configuration the propeller is more efficient due to operation in undisturbed flow. Azipod it can rotate around its mount axis, so the pod can apply its thrust in any direction. Azimuth thrusters allow ships to be more maneuverable and enable them to travel backward nearly as efficiently as they can travel forward [3].

Development

- In 1987, the Finnish National Board of Navigation made a co-operation proposal to the multinational electrical equipment corporation ABB Group and the Finnish shipbuilder Masa-Yards for the development of a new type of electric propulsion unit.
- The development of the prototype started in 1989 and the first unit was ready for installation in the following year. The 1.5 MW unit, dubbed 'Azipod' (short for azimuthing electric podded drive) was installed on the 1979-built Finnish fairway support vessel Seili at Hietalahti shipyard in Helsinki, Finland. After the refit, the vessel's icebreaking performance was considerably increased and she was also found out to be capable of breaking ice astern (backwards). This discovery of a new operating mode eventually led to the development of the double acting ship concept in the early 1990s.
- Azipod units considerably increased the icegoing ability of the vessels that were already built with independent icebreaking capability in mind. Since the 1990s, the vast majority of ships capable of operating in ice without icebreaker escort have been fitted with Azipod propulsion system [1].

Azipods Today

Today, ABB is the largest manufacturer of electric podded propulsion systems with over 250 units delivered to over 100 ships and cumulative operating hours exceeding 7 million. Following the success of the Azipod concept, 'azipod' is sometimes used as a generic trademark for podded propulsion units even when referring to competing products such as Queen Mary 2's Mermaid pods. As of 2014, most of the world's production of azimuthing propulsion systems is located in Finland with Rolls-Royce and Steerprop producing Z-drive thrusters in Rauma and ABB having the Azipod manufacturing plant in Helsinki.

LIST OF USED LITERATURE

1. Steerable Propulsion Units: Hydrodynamic issues and Design Consequences / Tom van Terwisga, Frans Quadvlieg and Henk Valkhof – MARIN, Wageningen, The Netherlands – 2001 – 15 p.
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Azipod>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Azimuth_thruster

Nedoseikin V. A., Shalyov A. S.
NU 'OMA'

Synchronous compensator

Introduction

The electric system loading along with the active one always contains a reactive constituent, so between the source of electric power and the consumer, except active energy accomplishing useful work in the mains, reactive energy also flows not accomplishing any useful work. Besides it is the reactive power (energy) in a circuit that results in the electric power quality decline, defects of phases, and high-frequency harmonics. Flowing along cables and coils reactive current results in thermal losses, and similarly to the growth of electric power losses that can make from 10 to 50 % of average energy consumption. To solve such problems compensating devices are used which besides localization of these problems also decrease loading on transformers, wires, cables, reduce loading on switchgears due to the dropping of currents in circuits.

An active power is energy that is consumed by the alternating current circuit at a time unit. It is expressed by multiplication of active values of current – U , current strength – I and phase change between these values by the angle – φ , $P = UI\cos\varphi$. An active power is obtained as a result of primary types of energy transformation (for example, fuel incineration in power stations). The active power streams are always directed from power stations generators to the mains [1].

A reactive power is needed to electric energy consumers which by principle of their operation use magnetic field energy. Reactive power consumers are asynchronous engines, induction stoves, luminescent lighting, arc-welding transformers, and also separate electric energy transmission links – transformers, reactors, lines and others.

Reactive power formula $Q = UI\sin\varphi$ by its structure is identical to active power formula $P = UI\cos\varphi$. Moreover, in complete power expression both these components are equivalent. However, physically P and Q are substantially different, and likeness between them is formal.

Synchronous compensators purpose and modes of operation

Transmission of reactive power from power stations generators to consumers is associated with losses of energy in electricity transmission lines, transformers and distributive networks. Therefore the reactive power from power stations decrease and its producing near consumers is considered beneficial. It allows us to reduce the losses of energy and current in the mains, to increase electricity lines transmission carrying capacity and simultaneously to increase current levels on receiving substations bus bars. Thus, synchronous compensators are economical controlled reactive power source in electric systems.

When there are loading changes (in value and direction) transferrable along these lines, current on the bus bars of receiving and intermediate substations is controlled reactive power streams along lines are compensated and the substantial increase of their carrying capacity is provided by means of synchronous compensa-

tors. They also support power stations work electro-dynamic stability during short circuits.

A synchronous compensator is an unloaded synchronous electric motor with a wide range of excitation current control.

When there is an excitation current which is equal to the idling current, it consumes from the mains a little active power which is determined by losses in a synchronous compensator. If an excitation current is decreased (mode of under excitation), then in the current consumed by a synchronous compensator from the composite substation bus bars, the inductive constituent will appear and increase, that corresponds to the reactive power consumption from the mains, meanwhile losses will increase there. In the mode of over excitation, an excitation current exceeds the idling current, and a synchronous compensator consumes a leading current from the mains, that corresponds the reactive power distribution. Thus, relative to the mains a synchronous compensator operates depending on the excitation current value such as inductance or capacity, executing the role of a reactive power consumer or source accordingly [2].

Current and excitation system control

The set mode of a synchronous compensator operation can spontaneously change as a result of external current change for some reason or other, and also when there is a short circuit in the mains. Excitation automatic forcing is needed in the latter case to support power stations parallel work stability and decrease consumers current vibrations. Under normal operation conditions, the synchronous compensator excitation control is imposed automatically, however it may also be imposed manually.

Conclusion

A synchronous compensator is a convertible device. It is expensive, occupies a lot of space, and also causes noise and vibrations. Its operation is not cheap, and a long repair is required when rotatory elements fail to operate. But, as a synchronous compensator carries out the appointed functions, it is wide in use.

LIST OF USED LITERATURE

1. Kotrikov K. P. Ship electric machines / Higher education institutions textbook: 'Transport' publishing house, 1995 – 239 p.
2. Romanovskiy V. V. Ship electric machines / Higher education institutions textbook: 'Transport' publishing house, 1997 – 272 p.

Кузнецова О.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

English Language Skills Development in a Technical Higher Education Institution. On Maritime English Correspondence

1. Every coast country has import and export business, and biggest part of the products is transported by sea. So shipping industry is of an international character, and Maritime English is the only working language in the shipping industry, so each employee in the ocean shipping industry has to be skilled in the Maritime English. Within the communication tools, written maritime English correspondence plays a very important role in ocean shipping industry.
2. Through many years' development, the maritime English correspondence has formed its own integral language system with its special written requirements including courtesy, completeness, conciseness, concreteness, and correctness, clarity, consideration, which are called the principle of "7Cs".
3. For *courtesy*, not only the polite vocabulary must be selected for compiling a letter, but also polite and unobtrusive expression is also needed. Responding mail in the timely manner is another important part of courtesy. Maritime correspondence should express the meaning and content in a *complete* way. All misunderstandings or disputes should be expressed in every detail. In maritime correspondence each sentence and word must express real intention in an exact way so that simple, concise sentences and words would be more readable, but double-meaningful, equivocal sentences and words have to be avoided. The relative position of various words is also very important. Sometimes the change in the position of words will cause the actual meaning change, so special care shall be paid to the relative position among words. In maritime English correspondence the word "*consideration*" means you should consider the feeling of an addressee and express your meaning according to the addressee's thinking mode and only in this way communication can become more effective. *Conciseness* means using less words to express real meanings in the premise of integrity, concreteness and courtesy, so that the correspondence must be easy to understand. In maritime correspondence simple sentences are better than complex sentences; repetitions have to be avoided, but they can be used in case they are needed for emphasizing some important information. *Concreteness* means that the content in correspondence (e.g. time, place, parts quantity) is definite and concrete.
4. In conclusion it must be noted that Maritime English Correspondence plays an important role in defining English language knowledge of the shipping companies' employees and maintains the business relationship among different parties, that's why special care must be given to developing all aspects of the English language among seafarers.
5. **References**

6. Qi, Zhiying. (2004). *Business English Correspondence*. Beijing: Mechanical Industry Press.
7. Shen, Jiang. (2007). Analysis of Maritime English Teaching and Strategy for Improvement. *Maritime Education Research*. No.4. P.32-34.
8. Wang, Jianping. (1998). *Ocean Maritime English Written*. Dalian: Dalian Maritime University Press.
9. Wang, Yuange. (2007). *Commercial English Letters Written*. Beijing: Beijing University Press.
10. Zhao, Bingbing. (2002). Brief Introduction to the Training of Maritime English. *World Shipping*. No.2. P.21-22.

УДК: 811.111.001.2: 656.61

Кадохов А. Л., Богомолов О. С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

The Potential of Methanol as a Fuel

In recent years there has been an explosion of interest in LNG as a fuel. But a lot of shipowners want greater freedom and flexibility in selecting propulsion arrangements and fuel types. In order to meet these requirements MAN Diesel & Turbo Company demonstrated a liquid gas injection (LGI) engine at its Diesel Research Centre in Copenhagen.

The company has been looking into cheaper (and greener) alternatives to MGO/MDO for a number of years. The ability of ME-LGI engine to run on sulphur-free fuels offers great potential. Methanol carriers have already operated at sea for many years. With a convenient and economic fuel already on board.

To date MAN Diesel & Turbo has received orders for 7 ME-LGI engines. The very first engine will be produced by Mitsui Engineering & Shipbuilding (MES) for a vessel currently under construction by Minami Nippon Shipbuilding for MOL.

Methanol as a ship fuel is attractive because it does not contain sulphur and is liquid in ambient air conditions. This simplifies onboard storage compared to LNG. Since methanol can be stored in normal, unpressurised tanks, it is easy to transport. As delivery by train, truck or ship is already in place in many areas, the existing methanol infrastructure is regarded by MAN to be feasible. In contrast with the ME-GI engine where fuel is injected in its gaseous phase, the MAN ME-LGI engine is the dual-fuel solution for low-flashpoint liquid fuels. The ME-LGI's operation principle and safety concept are similar to those of the already accepted ME-GI concept. Fuel injection is accomplished by a fuel booster injection valve (FBIV) .

The recent successful conversion of the ROPAX vessel to a dual-fuel methanol propulsion system at Poland's Shipyard marks a notable milestone in the development of this technology. The new fuel arrangement will combine methanol as primary fuel with marine gas oil (MGO) as a back-up power source. SO_x emissions are expected to be cut by 99%, NO_x by 60%, particulates by 95% and CO₂ by 25%.

A unique feature of the converted engines are its new dual-fuel injection nozzles that can inject both methanol and diesel fuel. Each engine is supplied by its own high-pressure of 600 bar. The construction team will use several different exhaust gas treatment technologies. Altogether five LR teams from four countries were involved in the tests, joined by representatives from the engine builder and ferry operator.

Rolls-Royce has signed a collaboration agreement with Spanish energy company Gas Natural Fenosa to develop and install a pure-gas Bergen engine aboard a ferry. Bergen C26:33 L6 AG the auxiliary engine generating 560 kWe of clean power, substantially reduces emissions during port stays. The new engine will be fully integrated into the electricity plant on the vessel, enabling operation with any of the onboard auxiliaries. When Abel Matutes is in port the gas engine will be connected to the distribution infrastructure ashore or the LNG tank located on board. The ferry will also consume natural gas during approach and departure manoeuvres to generate electricity, replacing the HFO previously used for this purpose.

LNG carriers being built at the Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) yard in South Korea will be powered by a total of 30 Wartsila 50DF dual-fuel engines. The vessels will operate in Arctic conditions. The order was placed with Wartsila's joint venture company, Wartsila Hyundai Engine Co. The engines will primarily operate on LNG but can also run on conventional marine diesel fuels. Wartsila has been contracted to supply 90 dual-fuel engines to 15 ice-class LNG carriers. This is a clear support of the very high efficiency and reliability of the machinery.

УДК: 811.111.001.2: 656.61

M. Budurov, Kolomiichenko L. A.

Contracted and Loaded ip (CLT[®]) Propellers

INTRODUCTION

The current market trend, the rising cost of fuel, the concern for pollution and the introduction of Energy Efficiency Design Index and Operational Indicator (EEDI and EEOI) are all factors that require propulsion systems to be the more and more efficient.

At the same time two types of unconventional propellers have been developed: surface propellers, which bear little interest for commercial shipping, and tip propellers.

The first claims about the potential advantages of tip loaded propellers (Tip Vortex Free propellers, TVF propellers) were published in October 1976 in "Ingeniería Naval" by Prof. G. P. Gomez, later contributions by Klaren, Sparemborg, Anders, Kappel followed.

Since then the tip plate propeller concept has been evolved continuously and nowadays it is the dominant choice in respect with ship propulsion.

Currently two different types of tip propellers are available for ship propulsion: the Kappel propeller and the CLT propeller.

The Kappel propeller was developed by Mr. J. Kappel, his design company was recently incorporated by MAN.

In the Kappel propeller the tip is located on the suction side of the propeller, the transition between the blade and the tip is smooth, the tip is hydro-dynamically loaded and it is designed so as to contribute to the generation of lift and thrust.

About 10 Kappel propellers have been installed to date, the gain in efficiency, in respect to an equivalent state-of-the-art conventional propeller is reported as up to 6%.

CLT PROPELLERS

CLT propellers were developed after the first trials with the TVF propellers, when it was realized that the contraction of the fluid vein crossing the propeller disk was to be considered in defining the geometry of the tip plate. The name was consequential:

Contracted and Loaded Tip Propeller.

Subsequently SISTEMAR was established with the purpose of designing and further developing CLT propellers.

SINM is a partner and a shareholder of SISTEMAR and it is also active in the development of CLT propellers.

CLT propellers are characterized by the following:

The tip chord is finite.

An end plate is fitted at the blade tip, located on the pressure side.

The blade tip bears a substantial load.

The pitch increases from the root to the tip of the blades.

Low to moderate skew.

It should be noted that in the CLT propeller, contrary to Kappel propellers, the end plates are unloaded and operate as barriers, avoiding the communication of water between the pressure and the suction side of the blades, allowing to establish finite load at the tip of the blade.

The fundamental goal of the CLT propeller is to improve the propeller open water efficiency by reducing the hydrodynamic pitch angle through the reduction of the magnitudes of induced velocities at the propeller disk.

ADVANTAGES OF CLT PROPELLERS

Up to date CLT propellers, both of fix and controllable pitch type, have been successfully installed on more than 280 vessels, of very different types.

The application range has been extremely wide:

Up to 300,000 DWT

Up to 22 MW per propeller

Up to 36 knots.

The advantages of CLT propellers over conventional propellers resulting from full scale installations and from several comparative full scale trials and long term observation are the following:

Higher efficiency (between 5 - 8%)

- Fuel saving
- Reduced emissions

- Saving on maintenance
- Higher top speed
- Greater range

Inhibition of cavitation and of the tip vortex

- Less noise
- Less vibrations
- Lower pressure pulses
- Lower area ratio

Greater thrust

- Smaller optimum propeller diameter
- Better maneuverability.

It should be remarked that the advantages offered by CLT propellers in terms of reduced emissions and fuel consumption add to what achieved by other means (e.g. hull form optimization, hull maintenance, slow steaming, exhaust gas treatment...).

CLT propellers can be applied both for new buildings and ships in service, either in FP or CP type. The boss for FP applications and the blade flange for CP are interchangeable with the ones of the alternative conventional propeller/blades and the inertia is almost the same, therefore the installation of CLT propeller/blades does not introduce any modification in the shaft line neither for new buildings nor retrofits.

LATEST PROJECTS AND INSTALLATIONS

CARNIVAL CORPORATION has recently launched decided to investigate CLT propellers by means of a series of model tests, the goal is to compare a state-of-the-art conventional propeller with a CLT propeller on basis the Grand Class.

The propulsion system is composed by two 21 MW Siemens electric motors, each driving a FP propeller via conventional shafting.

Resistance and self-propulsion model tests with will be performed by CEHIPAR while cavitation tests and pressure pulses measurements will be performed by HSVA (Hamburg) in the HYKAT.

The results of the complete experimental program will provide CARNIVAL CORPORATION very valuable information on CLT propellers.

LPP	289.9	m
B	35.97	m
T	7.92	m
GT	109,000	-
Capacity	4,314	People
Built	1998	-

Table 1. Main characteristics of Grand Class

The Brazilian company EMPRESA DE NAVEGAÇÃO ELCANO has signed a new building contract with ESTALEIROS ITAJAI shipyard for three 7,500 m³ LPGs to be chartered to PETROBRAS. The propulsion system will consist of a two

stroke Diesel engine, MCR 4,400 kW, driving a 3.9 m CP CLT propeller. Model tests have been satisfactorily carried out at CEHIPAR, Madrid, in early 2015.

SISTEMAR is currently designing CLT propellers for a wide range of vessels, including Kamsarmax Bulkers, Handysize Tankers, Gas Carriers and fast patrol boats.

CONCLUSIONS

Tip propellers in general and CLT propellers in particular are a mature technology.

The merits of CLT propellers (higher efficiency, lower noise and vibration levels and better maneuverability characteristics) have been demonstrated in about 280 full scale applications on very different ship types.

The efficiency increase (and hence the achieved fuel saving) is in the range of 5 – 8 %, being higher for slow vessels with high block coefficient as tankers, bulkers, etc... making CLT propellers the most attractive device for increasing the propulsion efficiency and lowering the EEDI and the EEOI.

From the above it follows that CLT propellers are a dominant choice for new buildings due to the very short return of investment (3 to 6 months).

In addition they do not require any modification what so ever to the vessel, therefore they can be introduced also as retrofits or for vessels the design of which has been already concluded.

Finally CLT propellers are compatible with most of the PID currently offered, thereby allowing to achieve even higher energy efficiency.

REFERENCES

Magazine “MER”, article “Contracted and Loaded Tip (CLT[®]) Propellers”, Spanish, 2015.

УДК: 811.111.001.2: 656.61

Kazantsev D., Kolomiichenko L.A.

Learning from experience.Lubrication.

Since 1 July 2010,all ships operating in the EU Emission Control Area have had to burn fuel with a maximum sulphur content of 1%,down from the previous limit of 1.5%.Shipowners are faced with not only difficulties with fuel-switching but with the additional need for lubricant switching as they move in and out of the Emission Control Areas(ECA).

Furthermore,when the USA/Canada Emission Control area comes into force in 2012,it will affect on 50% of maritime traffic,and the issue of which lubricant to use will be absolutely vital.

International marine lubricants supplies:Total Lubmarine.
Oil:Talusia Universal.

Patrick Havil,global marketing manager of Lubmatine,said:”When difficulties of operating in ECAs are raised we often hear about the challenges involved in

switching fuels. What is often not mentioned is the fact that ship operators also face similar challenges in terms of lubricant switching". Havil also outlined Lubmarine's progress with the next incarnation of the new generation of lubricants.

Havil explained how Lubmarine is new green efficient lube oil is key to sulphur limit compliance: "Talusia Universal has been the only lubricant on the market until now which can be used with fuel of all sulphur contents, meaning that the need to switch lubricants when moving in and out of an ECA is completely removed"

It is believed that Talusia Universal is the only lubricant to have achieved a successful field test with over 4000 operational hours with a HFO containing less than 1% sulphur.

Properties of the lubricant.

УДК: 811.111.001.2: 656.61

Osypchuk K., Kolomiichenko L.A.

The business of lubricants

The Port of Cork Company (PoCC) has agreed to use Castrol Marine's range of environmentally -responsible lubricants. Port of Cork has turned to Castrol Marine to further reduce its environmental footprint and protect the sensitive waters in which it operates. Castrol Marine's Bio Range of environmentally-responsible lubricants is designed for use throughout a vessel where leakage presents a risk. The agreements cover the use of Castrol BioBar 46, a high specification, environmentally-responsible hydraulic oil, which is being used in two key Port of Cork vessels, the Multi-cat work boat MV Denis Murphy and the tug boat MV Gerry O'Sullivan.

The MV Gerry O'Sullivan is fitted with a Voith-Schneider propulsion system and the BioBar 46 offers reduced environmental impact when compared to conventional hydraulic fluids, with superior biodegradation and significantly reduced bio-accumulation and toxicity.

In addition to its environmental benefits, BioBar 46 delivers extended oil life up to 50% from proven in long field experience, when compared to conventional mineral oils. Its high viscosity index and low pour point allows start-up at low temperatures, and provides a thicker lubricating film and therefore enhanced component protection at high temperatures, with excellent wear and corrosion protection performance.

In other news, SKF has recently acquired US-based Lincoln Holdings Enterprises, a supplier of lubrication systems and tools. SKF paid around 1Bn of dollars on a cash and debt free basis for Lincoln Industrial. Lincoln Industrial, which is headquartered in St. Louis, Missouri, USA, is expected to report generated sales approaching 400M of dollars with an operating profit margin of around 24%.

The company will be part of newly created business unit for lubrication systems within SKF's Industrial Division.

As Tom Johnstone, SKF President and CEO said: 'This acquisition is in line with our strategy to grow in the lubrication systems market, and Lincoln Industrial

complements SKF's existing lubrication systems business in a very good way. With this acquisition we broaden our competencies within this area and we will be able to support our customers with even better solutions.'

УДК: 811.111.001.2: 656.61

Koblik V.V.

National University «Odessa Maritime Academy»

Standards of Education towards STCW Competency

SOLAS allows any onboard working language understood by each crew member, and requires English for bridge-bridge-shore safety communications. STCW requires watchkeepers to have a good command of English, with other requirements for watch ratings and crew assisting passengers. The ISM Code implicitly refers to English in the context of management systems, requiring mariners to receive information in a working language, most likely English on a multicultural ship. The MSC urges that "... management recognize(s) the potential problems stemming from the employment of multinational crews on the same vessel, a practice that might result in language barriers and in social cultural and religious isolation, all of which may lead to safety problems".

The International Transport Workers Federation (ITWF) (2011) emphasises the importance of shared language. There are less than 9% of English first language speakers worldwide, but 80% of nations use English as a second language in industry, numbers more illustrative than definitive. It is estimated that 80% of SOLAS vessels have multinational crews, with one third of maritime accidents having cultural and/or linguistic attributions. The lack of English language proficiency is despite IMO's 2001 Standard Marine Communication Phrases (SMCP), and the best efforts of teaching "Maritime English" (ME), which over the past 25 years has accumulated fourteen different definitions, with no consensus on content and scope. ME is a mixture of nautical and communication English and there is controversy as to whether it is for specific purposes or simply a terminology.

Neither do SOLAS or STCW provide definition as to the form of English.

There are, however, international standards, such as the International English Language Testing Service (IELTS), or Test of English as a Foreign Language (TOEFL), or the General English Proficiency Test (GEPT).

There are specific systems such as the International Shipping Federation (ISF) Marlins, or Maritime Tests of English Language (MarTEL) The ME Model Course, initially developed for IMO by ISF and redrafted following the 2010 Manila Amendments, provides a practical instrument to improve language proficiency.

The actual English language competence of marine engineers in practice. Statements obtained from some students and seafarers clearly point to the gap between international language requirements and the actual situation at sea. It is clear that, irrespective of the international and national requirements stating that engineers have to possess English language knowledge in order to perform their duties

safely and satisfactorily, everyday practice has been quite different for some time now. So why is this the case? The responsibility for the overall safety of the ship and protection of the environment is normally shared by engineering and deck officers. A safe and productive voyage is a goal of every seafarer and operator. In it, the communication proficiency of watchstanding officers, both on deck and in the engine room, plays an important role. However, most maritime English syllabi focus on deck officers, whose English proficiency is addressed by the STCW Convention, a collection of Seaspeak manuals, Standard Marine Communication Phrases and a number of books commonly used in Maritime English training.

On the other hand, engineers, apart from a few rather general requirements set out in the STCW Convention, have no internationally accepted teaching standards for developing communication skills. IMO language competence requirements (table A-III/1 of the STCW Code) suggest that engineers should know how to read and write in English so that they may use engineering publications and perform their duties and clearly understand and correctly interpret all technical information.

However, this is rather general and not enough to establish the actual level of English required of an engineer to carry out his duty safely and satisfactorily, and consequently one is forced to take a deductive approach. Thus, by investigating which engineers' duties require some communicative competence and studying parts of well organised company standing orders, one quickly realises that there are considerably more jobs that require written than oral communication. In fact, whatever happens in the engine room has to be recorded and reported in writing and only a few routine duties are associated with oral communication. Writing is a real problem. Everything is so evident on a piece of paper. The Technical Department immediately sees how capable a seafarer is. This must surely be taken into account when (re)defining standards of English language competence for marine engineers more precisely and when creating appropriate language training materials. Finally, if standards of English language competence for marine engineers were precisely established and strictly implemented, the overall shipping community would benefit, shipowners would decrease operating costs and engineers themselves would gain greater personal and professional satisfaction.

УДК: 811.111.001.2: 656.61

Koldunov V., Koblik V.V.

Basic Separation Theory

The removal of oil and grease from produced waters can be accomplished by the use of several well-known and widely accepted techniques. However, the performance of any given separation technique will depend entirely on the condition of the oil-water mixture. Present techniques for the separation of oil from water are based on their difference of density. Stoke's Law states that rising velocity (V_r) is a function of the square of the oil droplets' diameter.

$$\text{Equation (1) } V_r = g d^2 (\rho_w - \rho_o) / 18 \eta$$

Where: V_r = rise velocity of oil droplet; g = acceleration due to gravity; ρ_w = density of water; ρ_o = density of oil; d = oil particle diameter; η = viscosity of water.

From Stoke's Law, it can be seen that droplet size has the largest impact on the rising velocity rate. Consequently, the bigger the droplet size, the less time it takes for the droplet to rise to a collection surface and thus the easier it is to treat the water. The oil in the produced water can be present as free-oil, and/or emulsified, and/or dissolved states in different proportions. This oil droplet size distribution is one of the most important factors affecting the design of oil-water separators. Free-oil is defined as an oil droplet of 150 microns, which will float immediately to the surface due to its large size and high rise velocity.

An emulsion is defined as oil which is dispersed in the water in a stable fashion due to its small diameter and thus to its low rise velocity. Emulsions can be classified into two categories: mechanical and chemical emulsions. Mechanical emulsions are created through the process of pumping, large pressure drops through chokes and control valves. Chemical emulsions are sometimes intentionally formed using chemicals to stabilize the emulsions for an industrial process need or other use. Gravity separation is the mechanism most commonly used for the removal of oil from waste waters. This process primarily affects free oil. Tight oil emulsions and dissolved oil will not be removed by gravity separation alone. The objective in treatment of waste water containing emulsified oils is to destabilize the emulsion so that the oil will separate by gravity or flotation. Essentially what is done is to promote inter-droplet contact with the purpose of developing larger droplets that will be easier to remove. Once the emulsion is broken, the same removal techniques applicable to free oil can be utilized. Small oil droplets are always difficult to separate. The smaller the droplets, the lower their rising velocity will be. A prerequisite for efficient separation is, therefore, that oil droplets coalesce (become larger and rise more rapidly).

One of the common methods of oil and grease removal is through induced (IGF) or dissolved (DGF) gas flotation. Gas is introduced (either at atmospheric pressure or dissolved under pressure) to produce bubbles, which tend to attach to the oil droplet, decrease its specific gravity and float it quickly to the surface. Rapid oil removal is achieved when compared to gravity separation alone. Finally, it is often necessary to use chemical coagulants with flotation units. Chemicals such as demulsifiers, alum, ferric chloride and cationic polyelectrolytes are used to improve the efficiency of oil and grease removal.

Another factor that affects the rise velocity of an oil droplet is the acceleration force (see Stoke's Law). Hydrocyclones are mainly governed by the centrifugal (g -force) applied to a spherical droplet in a centrifugal separation field. A liquid-liquid hydrocyclone separates free and dispersed oil from waste waters with an applied centrifugal force many orders of magnitude greater than gravity. Centrifugal force causes the heavier water phase to migrate to the vessel wall while the lighter oil phase forms a central, low-pressure core from where it is recovered. Treatment chemicals may enhance hydrocyclone performance by facilitating emulsion breaking and droplet coalescence. Field applications showed that emulsions larger than

15 to 20 microns are removed efficiently by hydrocyclones. The centrifuge is another enhanced gravity separation process, which combines high acceleration forces (5000 to 10,000 g-force) and a large settling area to simultaneously separate dispersed oil down to 3 to 7 microns droplets from oily-waters.

Filtration, another category of the oil separation process, is used but in limited applications due to its high maintenance cost requirements. In filtration, oily water is passed through a porous medium with or without the addition of treatment chemicals. Applied pressure is used to overcome the flow resistance of the filter medium. Oil is usually retained and removed in the medium. The end of the filtration run is indicated when the filter medium becomes excessively contaminated with oil, at which point the medium must be cleaned or replaced. A single or multi-bed media material can be used as filtration medium. The most commonly used are sand, anthracite, crushed walnut and pecan shells, which can be used as a single-media or a combination of those. All of these materials must be backwashed or replaced when saturated which will create subsequent treatment and disposal problems (frequency of backwashing depends on service but 24 hour cycles are not uncommon). Performances vary widely depending on the type of filter, the operating conditions and the oily water's unique characteristics.

Матеріали науково-технічної конференції
« Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт»,
17.03.2016 – 18.03.2016.

Підписано до друку 16.03.2012. Формат 60×84/16.
Обл.-вид. арк. 10,87. Тираж 100. Зам. № И12-03-64.

ОНМА, центр „Видавінформ”
Свідоцтво ДК № 1292 от 20.03.2003
65029, г. Одеса, вул. Дідрихсона, 8
тел./факс: (0482) 34-14-12
publish@ma.odessa.ua