

**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
" РІЧКОВИЙ ТА МОРСЬКИЙ ФЛОТ: ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ"**

23.03.2017 – 24.03.2017

Частина 2

Одеса – 2017

Матеріали науково-технічної конференції "Річковий та морський флот: експлуатація і ремонт ", 23.03.2017 – 24.03.2017. Частина 2. – Одеса: НУ "ОМА", 2017. –221 с.

Матеріали публікуються згідно з поданими авторами оригіналами.

ЗМІСТ

ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МОРСЬКОГО ТА РІЧНОГО ФЛОТУ.....	6
<i>Логищев И.В., Сапига В.В.</i> Направления совершенствования технической эксплуатации судов торгового флота Украины.....	6
<i>Логішев І.В., Стеценко М.С.</i> Оцінка перспективи роботи двигунів внутрішнього згоряння на водневих паливних елементах	8
<i>Сандлер А.К., Логищев И.В.</i> Разработка волоконного акселерометра для контроля высокочастотной вибрации судовых механизмов.....	14
<i>Калугін В. М.</i> Аналіз працездатності і причини відмов суднових дизелів.....	17
<i>Калугін В. М., Кирилюк Є. І.</i> Аналіз роботи суднових енергетичних установок в районах обмежень викидів забруднень в атмосферу	22
<i>Калугін В. М., Мошковський Є. Є.</i> Забезпечення ефективної роботи газотурбокомпресорів суднових дизелів	24
<i>Солодовников В.Г.</i> Разработка модульных схем построения судовых систем топливоподготовки.....	28
<i>Небеснов В.В.</i> Современные технологии в судоремонте	31
<i>Довиденко Ю.Н.</i> Характерные особенности рабочего процесса супердлинноходовых дизелей MAN B&W	32
<i>Кардаш В. П., Зеленский М. О.</i> Повышение долговечности исполнительных механизмов судовых устройств	36
<i>Голиков В.А., Репетей В.Д., Кулик В.Л.</i> Особенности эксплуатации маломерных судов прибрежного плавания	41
<i>Чепалис И.В., Козьминых Н.А.</i> Совершенствование системы топливоподготовки среднеоборотных газодизелей на судах- метановозах	44
<i>Харін В.М., Стукаленко О.М.</i> Про доцільність використання режиму спільної роботи насосів рульових машин.....	48
<i>Дрозд О.В., Худенко Г.О.</i> Особливості конструкції окремих елементів вантажного комплексу CSL суден	51
<i>Ольшамовский В.С.</i> Комбинированная система отвода теплоты конденсации холодильного агента.....	54
<i>Костюк Н.В., Ольшамовський В. С.</i> Удосконалення судової системи комфортного кондиціонування повітря	58
<i>Дулднер А.П.</i> Особенности математического моделирования процесса горения на стационарных режимах работы судового котла	64
<i>Лалетін Є.Л.</i> Визначення показників надійності суднових дизелів	66
<i>Макаренко Л.Н.</i> Динамические нагрузки в судовом кране при отсутствии качки судна	71
<i>Козицький, С. В. Сирбу В. В.</i> Використання наноматеріалів для збільшення ресурсу суднового обладнання.....	78

<i>Козицький С. В.</i> Отримання полікристалів методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється.....	83
<i>Латиш О.М.</i> Синтез наноматеріалів з нанопорошків та дослідження їх властивостей.....	86
<i>Опришико М.О.</i> Ергономіка навчального процесу	91
<i>Опришико М.О.</i> Ергономічні аспекти безпеки судна.....	94
<i>Швець О.І.</i> Перспективи застосування нанопорошків і матеріалів на їх основі для енергетичних установок	97
<i>Григор'єва О.С.</i> Впровадження ультрадисперсних порошків для покращення характеристик роботи суднових дизелів	99
<i>Кардашев Д.Л.</i> Ефективність сепарації суднових палив та масел	102
<i>Петров И.М.</i> Консигнационная форма технического снабжения судна как эргатическая функция морского агента	106
<i>Богач В.М., Молодцов Н.С.</i> Обеспечение надежности сопряжений СТС совершенствованием процессов смазывания.....	110
<i>Слободянюк И. М, Слободянюк Д. И.</i> Управление смазкой цилиндров судовых дизелей с учетом технического состояния поршневого кольца при прохождении продувочных окон втулок.....	114
<i>Слободянюк И.М., Молодцов Н.С.</i> Повышение надежности судовых дизелей путем ремонта головок поршней в зависимости от физико-химической природы их изнашивания	117
<i>Шебанов А.Н.</i> Повышение эффективности эксплуатации судовых двигателей путем усовершенствования систем смазывания цилиндров	120
<i>Лебедев Б.В., Евдокимов В.Д.</i> Влияние направленности текстуры на процесс и качество фрикционного нанесения пленки меди на сталь	123
<i>Журавлев Ю.И., Молодцов Н.С.</i> Общие принципы системного подхода к процессу упрочнения шеек коленчатых валов судовых дизелей.....	127
ІНЖЕНЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА МОРІ	135
<i>Пашенко Ю.В., Парменова Д.Г.</i> Конструкция формы корпуса судна, обеспечивающая безопасность мореплавания и повышение энергетической эффективности	135
<i>Голікова В.В., Шевченко О.И.</i> Гігієнічні аспекти змін в умовах праці та трудовому процесі моряків за останні десятиріччя	139
<i>Деркач В.Г.</i> Процедури контролю суден державою порту з питань, які пов'язані з безпекою на морі та запобігання забруднення моря	143
<i>Іванов А.И.</i> Основные направления подготовки специалистов по решению проблем профессиональной и экологической безопасности с учетом требований международного законодательства.....	150

<i>Пономарева Л.П., Касилов Ю.И.</i> Оценка уровня нефтяного загрязнения в донных объектах морской среды.....	158
<i>Селезнев В., Касилов Ю.И.</i> Современные требования по применению международной конвенции МАРПОЛ 73\78 в области сепарации	163
<i>Крайнова В.И.</i> Судовые системы очистки сточных вод (СОСВ)	167
<i>Худенко Г.О., Мамкичев Н.А.</i> Короткий анализ основных документов ИМО по предотвращению морской среды балластными водами с судов	172
<i>Мамкичев Н.А.</i> Новые поправки к Приложениям I, II к Конвенции МАРПОЛ, касательно требований обязательного оснащения нефтеналивных судов и судов-химовозов инструментом контроля остойчивости	182
<i>Приходько Е.А., Даниленко Д.В.</i> Правовые условия интеграции менеджмента риска в системы управления охраной труда на предприятиях морского транспорта.....	195
<i>Розлуцький О.М.</i> Вдосконалення суднових енергетичних установок....	204
<i>Басанец Н.Г.</i> «Человеческий фактор»: психофизические аспекты	207
<i>Коломейченко Г.Ю., Кащаков В.Д.</i> Ферментативная активность сестона северо-западной части черного моря	211
<i>Копейка П.И., Стельмах Г.Г., Чабан Е.Х.</i> Возможности использования полупроницаемых экранов в акваториях морских портов	217

ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ МОРСЬКОГО ТА РІЧНОГО ФЛОТУ

УДК 656.61.071.8(477)

Логищев И.В., Сапига В.В.

Национальный университет “Одесская морская академия”

Направления совершенствования технической эксплуатации судов торгового флота Украины

Важной особенностью развития международных отношений на современном этапе является укрепление, расширение и глобализация экономических связей, что в свою очередь ведет к увеличению товарооборота между странами и развитию средств доставки грузов и товаров.

Главенствующее место в этом процессе занимает морской транспорт, так по данным Комиссии ООН по вопросам торговли и развития (UNCTAD), более 80% международной торговли товарами осуществляется путем морских перевозок. В отношении морской отрасли Украины, в последние годы заметно изменилась как география морских перевозок, так и увеличился грузопоток через морские порты Украины [1] (в том числе, и возможная перспектива использования порта Черноморск в качестве логистического хаба в системе единого транспортного проекта “Шелковый путь”) и по внутренним речным путям. Однако количество технически и морально устаревших (со средним сроком эксплуатации от 21 до 25 лет) судов торгового флота Украины составляет чуть более 80% [2], что ставит перед судоходными компаниями проблему обеспечения безопасности судоходства. Решение этой проблемы, в условиях эксплуатации действующих судов с перспективой их замены на новые, возможно путем совершенствования существующей системы технической эксплуатацией флота, что позволит снизить риск возникновения техногенной ситуации на судах.

Исследуя техническую эксплуатацию флота с позиции системного подхода, позволило рассматривать ее как открытую самоуправляемую производственно-техническую систему и выработать направления управления такой системой. При этом необходимо учитывать, что полная формализация такой сложной производственно-технической системы, представляет значительную сложность из-за практически неограниченного множества элементов и связей, образующую ее.

Сегодня управление технической эксплуатацией судов зачастую рассматривается как исключительно технический вопрос. Считается, что за эту работу отвечает только технический персонал, и она не относится к сфере деятельности менеджеров всех звеньев вертикали управления, например, “директор судоходной компании – заместитель директора по эксплуатации – заместитель директора по мореплаванию – начальник службы флота – начальник отдела управления и эксплуатации флота”. В результате, эта сфера менеджмента оказывается наименее развитой. Такой подход повышает риск возникновения отказов судовых технических средств и аварий судов, а также веро-

ятность возможного ущерба окружающей среде, и является причиной значительных расходов, связанных с ремонтом и эксплуатационными простоями флота.

Неправильное построение вертикали управления технической эксплуатацией затрудняет, а иногда делает невозможной сертификацию судовладельца по МКУБ, увеличивает риск задержания судов. Причины большинства случаев задержания судов службами контроля государства порта идентифицируются как недостатки в системах управления безопасностью, причем более всего ссылок на недостатки в техническом обслуживании и ремонте судна. Поэтому управление технической эксплуатацией в компании должно строиться в соответствие с законами рациональной организации:

- приведение управленческих задач в соответствие с принципами компетентности и ответственности, согласование “поля решения” и доступной информации, способность компетентных функциональных единиц принять к решению новые задачи;
- обязательное распределение ответственности (не за сферу, а за “процесс”);
- короткие пути управления.

То есть, чем меньше ступеней управления и чем рациональнее связи между звенями и ступенями управления, тем эффективнее функционирует система управления. Поэтому с нашей точки зрения вышеприведенную вертикаль управления следует сократить до следующей: “директор судоходной компании – заместитель директора по мореплаванию – начальник службы эксплуатации флота”. Кроме совершенствования структуры самого менеджмента руководители судоходных компаний должны действовать в следующих направлениях повышения эффективности функционирования системы технической эксплуатации флота [3]:

- снижение затрат на топливо за счет: а) модернизации судовой энергетической установки; б) выбора оптимальной скорости судна; в) использования портовой инфраструктуры в вопросах энергоснабжения судна при стоянке судна; г) контроля за состоянием корпуса (своевременная очистка от обрастания, применение передовых технологий и систем по снижению биологического обрастания судна [4]);

- снижение трудоемкости технического обслуживания и ремонта, путем внедрения прогрессивных форм ремонта технических средств, внедрение системы диагностики для наиболее ответственных механизмов и оборудования, отказ которых приведет к потере хода и управления судном;

- создание мобильных групп из высококвалифицированных специалистов (в составе судоремонтного предприятия или мастерской) по техническому обслуживанию технических средств и выполнению аварийно-восстановительных ремонтных работ на судне, оснащенных мобильными диагностическими стендами и оборудованием, в период стоянки в порту или вне зоны судоремонтного предприятия, что обеспечит необходимую гибкость системы технического обслуживания и ремонта;

– внедрение современных систем по управлению обеспечением запасными частями и принадлежностями судовых технических средств, шкиперо-техническим и аварийно-спасательным имуществом по аналогу логистического обеспечения судов иностранных судоходных компаний.

Реализация данных направлений позволит не только повысить рентабельность существующего торгового флота, но и даст возможность дальнейшего развития (обновления) морского транспорта Украины.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 50 достижений Украины в январе 2017 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.profi-forex.org/novosti-mira/novosti-sng/ukraine/entry1008304783.html> Saturday, 18 February 2017 17:45:03.

2. Морская и речная отрасли Украины: реформы или регресс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ukrport.org.ua/morska/ <https://ukrport.org.ua/morskaya-i-rechnaya-otrasli-ukrainy-refo/> Wednesday, 22 February 2017 19:17:13.

3. Логищев И. В. Управление технической эксплуатацией флота / И. В. Логищев, О. А. Онищенко. – Одесса : Фенікс, 2016. – 232 с.

4. Абрамов В. А. Повышение эффективности эксплуатации СЭУ за счет предотвращения биологического обрастання судового оборудования и систем забортной воды / В. А. Абрамов // Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт : матеріали науково-технічної конференції, 17 – 18 березня 2016 року. – Одеса : НУ “ОМА”, 2016. – С. 41 – 52.

УДК 621.352

Логішев І.В., Стеценко М.С.

Національний університет «Одеська морська академія»

Оцінка перспективи роботи двигунів внутрішнього згоряння на водневих паливних елементах

Сучасна діяльність людини характеризується незмінним збільшенням темпу споживання енергії. Це обумовлює збільшення використання невідновлюваних природних горючих корисних копалин, частка споживання яких становить [1-3]: нафти – 39 %, вугілля – 22 %, газу – 23 %, ядерного пального – 7 %. Наслідком такої діяльності стала поява гострих проблем глобального потепління та виснаження викопних видів палива, оскільки тільки 9% ресурсів припадає на відновлювані джерела енергії. Згідно прогнозів за теперішніх темпів споживання вуглеводнів нафти і газу вистачить приблизно на 100 років, вугілля на 400 років. Таким чином, на сьогоднішній день першочергову наукову актуальність отримують наукові розробки методів синтезу чистого і стійкого джерела енергії.

Водень є важливим альтернативним видом палива, який, як очікується, замінить у майбутньому викопне паливо, оскільки переважає більшість відомих джерел енергії за показниками енергоефективності та екологічності [3, 4]. На даний час водень широко використовується, як реагент у хімічній промисловості.

словості. Але, в першу чергу, з міркувань охорони навколошнього середовища сьогодні водень розглядається як заміна традиційним вуглеводним паливам. Водень є екологічно чистим паливом, оскільки при його згорянні в кисні утворюється вода.

Крім того, треба вказати, що по фізико-хімічних і моторних властивостях водень різко відрізняється від традиційних палив. Енергія запалення у водню мінімальна (приблизно в 70 раз менше, чим у метану), період затримки становить 1 - 10 мкс, що веде до високої швидкості згоряння й можливої детонації (вибуху). В інтервалах температур робочої суміші 100 - 400°C швидкість поширення полум'я рівна 4 - 12 м/с. Детонаційне згоряння водню спостерігається вже при ступені стиску $\varepsilon = 6$ в області коефіцієнта надлишку повітря $0,2 \leq \alpha \leq 1,82$, при $\varepsilon = 15$ в області $0,12 \leq \alpha \leq 2,85$. Тому при використанні водню потрібні заходи, які запобігають можливі негативні наслідки цього явища. Наприклад, при використанні бідних сумішей можлива робота водневого двигуна в широкому діапазоні ступенів стиску без детонацій.

Використовувати водень як паливо для ДВЗ можна різними способами:

1. Використовуючи тільки сам водень.
2. Використовуючи його в суміші з іншими видами палива.
3. Застосування водню в паливних елементах.

Самий доступним методом виробництва водню є сьогодні електролітичний метод, при якім водень одержують із води, шляхом впливу сильного електричного струму, що виникає між різнополярними електродами. Сьогодні більш 90% водню, що добувається, проводиться з вуглеводних газів.

Використання чистого водню для живлення ДВЗ давно випробуване. І не одержує широкого застосування, зокрема, із цілого ряду об'єктивних причин, основна з яких є велика енерговитратність сучасних способів одержання цього виду палива.

Можливе використання водню в суміші із традиційним вуглеводним паливом. Використання такого методу обумовлене тими ж проблемами, що й метод роботи ДВЗ на чистому водні.

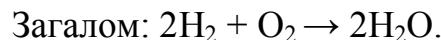
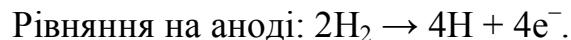
Самим кращим напрямком використання водню в двигунах багато фахівців визнають ДВЗ, що працюють із використанням паливних елементів (ПЕ). Ці пристрої використовують водневі (та інші) електрохімічні реакції.

Сьогодні розроблено п'ять головних типів ПЕ і велику кількість електрохімічних енергоустановок на їхній базі. За типом електроліту ПЕ класифікують на лужні, твердополімерні, фосфорнокислі, розплавнокарбонатні та твердооксидні. За робочою температурою – на низько-, середньо- і високотемпературні. До найбільш розроблених належать ПЕ з лужним електролітом (розвчин їдкого калію) [1-3].

Як видно з рис. 1 [3], у типовому твердооксидному паливному елементі (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) проходить реакція відновлення води, що супроводжується виділенням електричної енергії. У SOFC використовують твердий матеріал, (найчастіше керамічний – цирконій, стабілізований ітрієм), в якості електроліту.

Твердооксидні паливні елементи вимагають високих робочих температур ($800\text{-}1000^{\circ}\text{C}$) і можуть працювати на різних видах палива, включаючи природний газ [1-3].

Хімічні реакції, що проходять у паливному елементі, зображеному на рис. 1, представлені наступними рівняннями.



Значення електрорушійної сили паливного елементу залежить від температури і парціальних тисків учасників реакції. За рівнянням Нернста електрорушійна сила дорівнює [1, 2]

$$E = E_0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{p_{\text{O}_2}^{0,5} p_{\text{H}_2}}{p_{\text{H}_2\text{O}}},$$

де $E_0 = \frac{\Delta G_0}{2F}$; ΔG_0 – зміна енергії Гіббса в результаті перебігу хімічної

реакції за нормальніх умов; F – стала Фарадея; R – універсальна газова стала; T – температура; p_{H_2} , $p_{\text{H}_2\text{O}}$, p_{O_2} – парціальні тиски водню, води та кисню, відповідно.

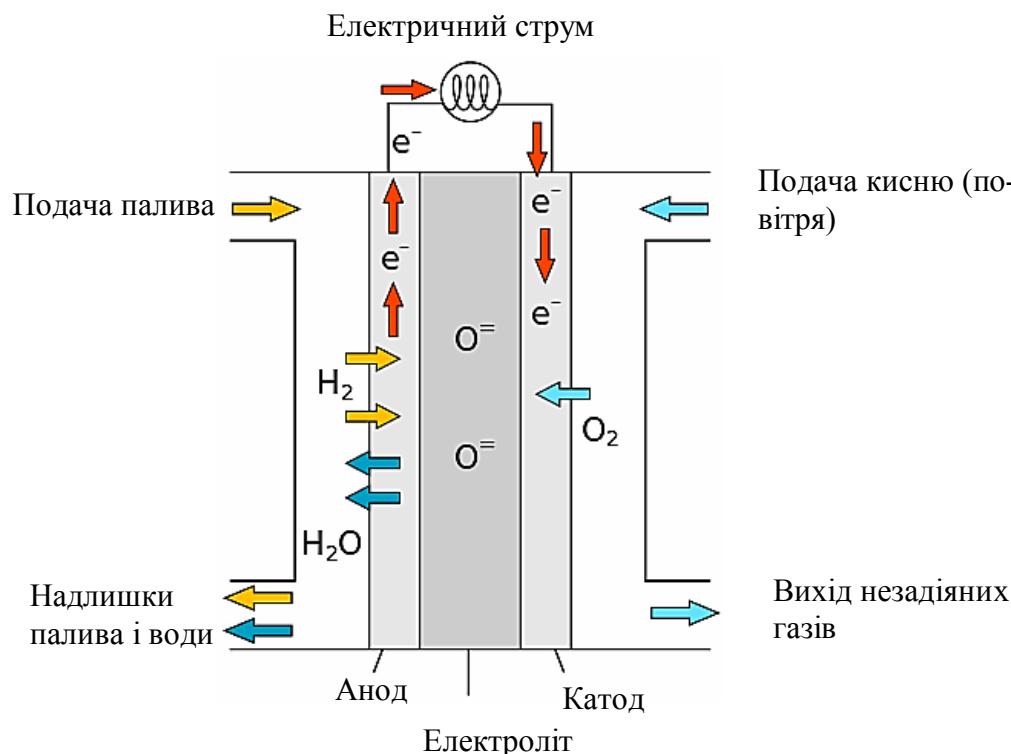


Рис. 1. Схема роботи твердооксидного паливного елемента

На сьогоднішній день, окрім описаного вище ПЕ, розроблені або розробляються близько двох десятків інших типів цих пристрій. Основного вжитку отримали наступні [1-5]:

- лужний паливний елемент (англ. Alkaline Fuel Cell, AFC),
- пряний метаноловий паливний елемент (англ. Direct-methanol Fuel Cell, DMFC),

- паливний елемент з прямим окисненням вуглецю (вугілля) (англ. Direct Carbon Fuel Cell, DCFC),
- паливний елемент на протон-обмінних мембронах, або з твердим полімер-ним електролітом (англ. Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC),
- фосфорнокислий паливний елемент (англ. Phosphoric Acid Fuel Cell, PAFC),
- паливний елемент на розплавлених карбонатах (англ. Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC) та інші.

Як видно з табл. 1, основними недоліками більшості типів ПЕ залишаються великі значення робочих діапазонів температури (наприклад, MCFC, SOFC), а також незадовільні значення ККД (наприклад, PEMFC, PAFC).

Оскільки ПЕ при роботі виділяють ту чи іншу кількість тепла, це вимагає створення складних технічних пристрій для утилізації тепла (парові турбіни та ін.), а також організації потоків палива і окиснювача, систем управління. Але при цьому ж висока температура процесу дозволяє виробляти теплову енергію, що істотно збільшує ККД енергетичної установки [1-4].

Таблиця 1 - Основні типи паливних елементів

Характеристика	Тип				
	AFC	PEMFC	PAFC	MCFC	SOFC
Електроліт	Розчин гідроксиду калію	Твердий органічний полімер з перфтор-сульфонової кислоти	Рідка фосфорна кислота	Карбонат калію або натрію	Твердий електроліт на основі оксиду цирконію
Кatalізатор	Платина, нікель/оксиди нікелю	Платина	Платина	Нікель/оксиди нікелю та літію	Нікель
Діючі іони	OH^-	H^+	H^+	CO_3^{2-}	O^{2-}
Робоча температура, °C	50-200	30-100	180-220	600-700	700-1000
Паливо	Водень	Водень	Водень	Водень, природний газ	Водень, природний газ
Оксинювач	Чистий кисень, повітря	Чистий кисень, повітря	Чистий кисень, повітря	Чистий кисень, повітря	Чистий кисень, повітря
Чутливі до	CO_2 , Hg , Cl , S	CO , S , Cl	CO , S , Cl	S , Cl	S , Cl
Потужність, MW	0,01-0,1	< 0,5	< 10	100	< 0,001
ККД, %	60-65	35-50	35-40	50-60	50-65

До недоліків паливних елементів з платиновими катализаторами можна віднести високу вартість платини та обмежений ресурс елемента внаслідок отруєння катализатора домішками. Крім того, платина для катализатора – непоновлюваний ресурс. Вважається, що її запасів вистачить на 15-20 років виробництва елементів. В якості альтернативи платиновим катализатором досліджується можливість застосування ферментів.

Впровадженню паливних елементів на транспорті, в першу чергу, заважає відсутність водневої інфраструктури. Також існує проблема отримання і зберігання водню. По-перше, він повинен бути досить чистий, щоб не сталося швидкого отруєння катализатора, по-друге, досить дешевий, щоб його вартість була рентабельна для кінцевого споживача.

Існує безліч способів виробництва водню, але на даний час близько 50% водню, виробленого в усьому світі, отримують не з води, а з природного газу. Всі інші способи поки що дуже дорогі. Очевидно, що при незмінному балансі первинних енергоносіїв, з ростом потреб у водні як у масовому паливі та розвитку стійкості споживачів до забруднень, зростання виробництва буде зростати саме за рахунок цієї частки, а з напрацюванням інфраструктури, що дозволяє мати його в доступності, дорожчі (але зручніші в деяких ситуаціях) способи будуть відмирати. Існує думка, що з ростом цін на енергоносії вартість водню також неминуче зросте.

На жаль, у водні, виробленому з природного газу, буде присутній СО і сірководень, що отруюють катализатор. Тому для зменшення отруєння катализатора необхідно підвищити температуру паливного елемента. Вже при температурі 160°C у паливі може бути присутнім 1% СО.

Принципово, що використання водню, як джерела енергії дає можливість відмовитися від двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), так як ПЕ на основі водню мають принципову перевагу завдяки нульовим значенням емісії у навколошнє середовище, високим значенням ККД перетворення енергії, низькому рівні шуму, кращим показникам надійності (не містять рухомих деталей) і т. д.

Серед промислових зразків особливу увагу привертають вперше встановлений на моторному човні «Hydra» паливний елемент типу AFC потужністю 6,5 кВт та енергетична установка підводних човнів німецьких й італійських військово-морських сил типу 212, яка складається з дев'яти паливних елементів PEMFC, кожен з яких забезпечує від 30 кВт до 50 кВт корисної енергії [6].

Цей приклад підтверджує гіпотези багатьох фахівців, що для маломірних суден застосування ПЕ найбільше доцільно.

Розробка ПЕ великої потужності з метою оснащення суден торгівельного флоту є подальшим завданням. Хоча для великих суден з потужним головним двигуном, який потребує велику кількість палива, найбільш перспективним є перехід до ДВЗ на водневім паливі. Це паливо повинне бути отримано електролізом води за рахунок електричного струму, виробленого прибережними електростанціями з гідрохвильовими генераторами [7]. Тобто кожний етап цього енергетичного ланцюгу виключає використання вуглеводних палив.

Висновки

1. Паливні елементи на сьогоднішній день за показниками енергоефективності та екологічності безумовно випереджають двигуни внутрішнього згоряння.

2. Основною проблемою ПЕ залишається виробництво чистого водню, оскільки витрати на цей процес на даному етапі розвитку науки і техніки залишаються незадовільно великими. Цей висновок ставить питання перед науковою спільнотою про перспективність проведення науково-дослідної роботи у напрямку розробки методологічних та технологічних рішень з підвищення ефективності дисоціації води (як колосального земного ресурсу) на водень і кисень у масштабах енергетичної установки (паливного елемента).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Басараба, Ю. Б. Паливні комірки – основа електро- та теплоенергетики майбутнього [Текст] / Ю. Б. Басараба, Т. М. Зasadний // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". – Луцьк. – 2011. – №35. – С. 193-200.
2. Ковтун Г. Паливний елемент – основа водневої енергетики [Текст] / Г. Ковтун, Є. Полункін // Вісник НАН України. – 2006. – № 3. – С. 78-83.
3. Михайлів, М. І. Створення локальних джерел електроенергії на базі паливних комірок [Електронний ресурс] Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nge_2012_1_13. /М. І. Михайлів, П. В. Савуляк // Нафтогазова енергетика. – 2012. – № 1.
4. Arpornwichanop, A. Investigation of a Dual-Bed Autothermal Reforming of Methane for Hydrogen Production [Text] / A. Arpornwichanop, M. Isuleewan, Y. Patcharavorachot, S. Assabumrungrat // Chemical Engineering Transactions. – 2011. – Vol. 25. – P. 929-934.
5. Chen, B. Operation Characteristics and Carbon Corrosion of PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) with Dead-Ended Anode for High Hydrogen Utilization [Text] Access mode: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.08.083> / B. Chen, at al. // Energy. – 2015. – Vol. 91. – P. 799-806.
6. Goodenough, R. H. “Hybrid nuclear/fuel-cell submarine” [Text] / R. H. Goodenough, A. Greig // Journal of Naval Engineering. – 2008. – Vol. 44. – №3. – P. 455–471.
7. Настасенко В.О. Современная концепция развития судовых двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoyay-konseptsiya-razvitiya-sudovyh-dvigateley-vnutrennego-sgoraniya#ixzz43YhFG9HE> / В.О. Настасенко, А.М. Подкоритов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. - Выпуск № 2 (10) - 2011.

Сандлер А.К., Логищев И.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Разработка волоконного акселерометра для контроля высокочастотной вибрации судовых механизмов

Постоянно изменяющиеся в течение длительных периодов времени гидродинамические и климатические условия эксплуатации пропульсивного комплекса судна, в сочетании с влиянием агрессивной морской среды, вызывают резкое снижение ресурса смазочных материалов, использующихся в газотурбинных двигателях (ГТД) и газотурбокомпрессорах (ГТК) дизелей. Нарушение режимов смазки неизбежно инициирует зарождение прогрессирующих с высокой скоростью дефектов в элементах подшипниковых узлов. Несвоевременное обнаружение деструктивных процессов в подшипниках роторов вышеуказанных механизмов приводит к полному выходу установки из строя и может иметь катастрофические последствия, как для судновой энергетической установки, так и для судна в целом судна,

Решающую роль в осуществлении мониторинга технического состояния подшипниковых узлов играют датчики вибрации – акселерометры.

К сожалению, существующие типы акселерометров [1,2,3] в условиях концентрированного воздействия мощных электромагнитных, термических и вибрационных полей, компактно расположенного судового оборудования, не обеспечивают эффективный контроль вибрации пошипников в наиболее информативном высокочастотном диапазоне.

Вычислить и компенсировать влияние дестабилизирующих факторов (ДФ) сложно, поскольку для их определения требуется подробная информация о законах возмущения неконтролируемых параметров. Поэтому особенно важно детально исследовать вопросы совершенствования характеристик чувствительных элементов (ЧЭ) акселерометров и повышения их инвариантности к ДФ [1].

В волоконно-оптических акселерометрах (ВОА) для преобразования параметров вибрации в изменение интенсивности светового излучения используют модуляционные эффекты двух классов: кинематические и фотоупругие [2].

К кинематическим относятся эффекты рассогласования апертур ВС и источника/приемника излучения, приводящие к модуляции интенсивности. Из-за низкой стойкости к ДФ открытых оптических поверхностей акселерометры, основанные на этих эффектах, распространение в судовой энергетике не получили.

Фотоупругие эффекты связаны с изменением эллипсоида показателей преломления вещества ЧЭ при механических деформациях. ВОА этого типа обычно дополняют промежуточными оптико-механическими устройствами, усиливающими влияние деформирующих воздействий на интенсивность излучения [3].

Характер взаимодействия оптико-механических устройств и ЧЭ заключается в создании микродеформаций на поверхности световода при его сжатии или изгибе. Микродеформации вызывают излучение части света из ВС и изменение мощности информационного сигнала.

Для анализа процесса генерации микродеформаций были проведены дополнительные экспериментальные исследования на стенде. В состав стенда были включены оптический рефлектометр, волоконный световод (ВС), опорный блок, тест-стекла, опорный цилиндр, генератор механических колебаний, прерыватель, блок питания.

В ходе первой серии тестов отрезок ВС фиксировался на основном на опорном блоке между двумя тест-стеклами из шлифованного кварцевого стекла. К верхнему стеклу подводился генератор, производящий колебания с частотой 130 c^{-1} . Радиус изгиба волокна до опорного блока и после устанавливался в пределах 30 мм. Время воздействия деформации сжатия на ВС – 240 часов. Эти показатели работы генератора были воспроизведены и в остальных тестах.

Во второй серии тестов волокно фиксировалось на цилиндре диаметром 20 мм и изгибалось в поперечном направлении.

В третьей серии на окончание ВС крепилась эксцентриковая масса с отражающим слоем. Само волокно крепилось к опорному блоку таким образом, чтобы эксцентриковая масса консольно выступала за пределы блока [3]. Механические колебания инициировали в ВС деформации кручения.

Результаты замеров затухания в ВС, зарегистрированных оптическим тестером, представлены на рис. 1.

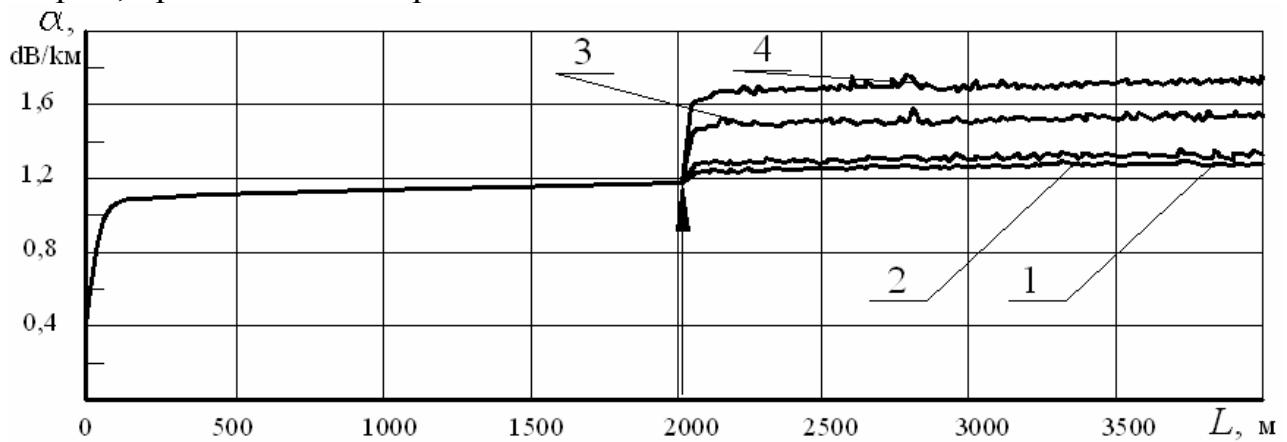


Рис. 1. Рефлектометрическая кривая затухания оптической мощности в ВС: 1 – уровень затухания до начала теста; 2 – затухание при кручении; 3 – при изгибе; 4 – при сжатии

Обработка экспериментальных данных показала следующее. При длительном времени взаимодействия деформера и ЧЭ, на поверхности последнего неизбежно возникают небольшие неоднородности, расположенные случайным образом. Уровень затухания оптической мощности в волокне, обусловленный взаимодействием деформера и ЧЭ зависит от длины сопряжения элементов. Возникшие неоднородности инициируют неконтролируемое и труднопрогнозируемое дополнительное снижение уровня информативного

сигнала, а также являются причиной начала деструктивных процессов в материале самого ЧЭ.

Таким образом, для ВОА наиболее рациональным представляется использование деформации кручения для преобразование параметров контролируемой вибрации в информативный сигнал. Этот вид деформации не нуждается в использовании дополнительных механических устройств тем самым устраняется причина ухудшения механико-оптических свойств ЧЭ и повышается надежность акселерометра в целом.

Для максимального снижения уровня влияния ДФ предложено следующее схемотехническое решение инвариантного волоконного акселерометра[4].

Акселерометр (рис. 2), который состоит из герметичного корпуса, основы из кварцевого стекла, оптического демультиплексора, одна из ветвей которого содержит G-линзы и оптический фильтр, соединяющий опорный световод, демультиплексор/ мультиплексор, выходы/входы которого связаны с опорным, измерительным и компенсирующим световодами, отражающими слоев из сапфирового стекла на торцах измерительного и компенсирующего световодов и эксцентриковой массы.

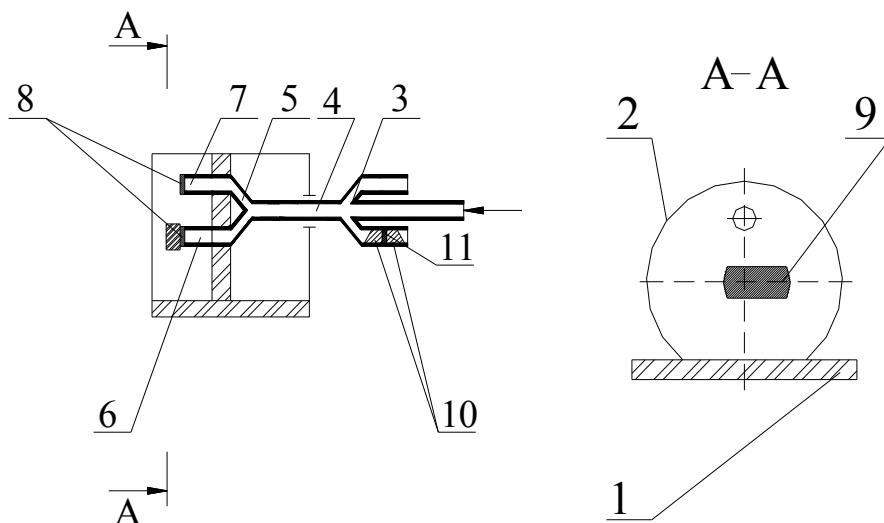


Рис. 2. Инвариантный волоконный акселерометр: 1 – корпус, 2 – основа, 3 – демультиплексор; 4 – опорный световод, 5 – демультиплексор/ мультиплексор; 6 – измерительный световод; 7 – компенсирующий световод; 8 – отражающий слой; 9 – эксцентриковая масса; 10 – G- линзы; 11 – оптический фильтр

Оптический демультиплексор выполнен как единый блок с компенсирующим и измерительным световодами. Отражающие стекла нанесены методом наращивания слоя. Эксцентриковая масса из монокристаллического кремния прикреплена к световоду с помощью сварки в плазме дуги высоковольтного разряда. Жесткое соединение ЧЭ, деформера и световода устраниет погрешности, обусловленные нарушением геометрии связи элементов или качества их поверхности. Использование маятниковой схемы деформации ЧЭ исключает взаимное влияние качества поверхностей деформера и волокна. В статическом режиме, то есть в отсутствии механических колебаний, в измерительном и компенсирующем световодах, происходит уменьшение интенсивности излучения, которое обусловленное только влиянием неконтроли-

руемых ДФ. Излучение, от двух световодов, имеет разные длины волн и благодаря комбинации G- линз 10 и оптического фильтра 11 после дальнейшей обработки взаимно компенсируется .

Движение эксцентриковой массы трансформируется в деформацию сдвига в измерительном световоде. При таких условиях меняется соотношение показателей преломления сердцевины и оболочки измерительного световода, что вызывает адекватное нарушение в нем условия полного внутреннего отражения света.

При таких условиях, часть излучения, которое введено в измерительный световод, будет выводиться за его границы. Часть света, что осталась, будет отражаться от отражающего слоя 8 и возвращаться по опорному световоду.

В компенсирующем световоде изменения оптических свойств будут проходить только под влиянием ДФ. В итоговом сигнале, величина которого пропорциональна величине измеренной вибрации, будет компенсирована составляющая от влияния дестабилизирующих факторов.

Таким образом, предложено техническое решение создания волоконного преобразователя, позволяющего при незначительной модификации существующих конструкций ВОА, достоверно контролировать вибрацию ГТД и ГТК в разных диапазонах и разных условиях эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высокочувствительные акселерометры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zetview.com/catalog/vibrodats/icp/sense.php>
2. П.П. Якобсон. Особенности вибрационной диагностики газотурбинных установок. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vibrotek.com/russian/articles/gtu/index.htm>
3. Сандлер, А.К., Логишев, И.В. Контроль положения валов судовых механизмов волоконно-оптическими устройствами.// Суднові енергетичні установки: експлуатація та ремонт: матеріали науково-технічної конференції – Одеса: ОНМА. – 2013. – С. 110-113.
4. Сандлер, А.К., Сандлер, О.А. Інваріантний волоконний акселерометр: Деклараційний патент України № 62437, МПК (2011) G01M 11/00. – заявл. 02.02.2011. // Опубл. 26.10.2011, бюл. № 18.

УДК:656.085: 621.431.74:621.431.74.052

Калугін В. М.

Національний університет «Одеська морська академія»

Аналіз працездатності і причини відмов суднових дизелів

Анотація:

Наведено узагальнення досвіду експлуатації суднових технічних засобів (СТЗ) і суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ), які були виконані Шведським страховим товариством «Swedish Club» і Британським кла-

сифікаційним товариством «Lloyd's Register», які дозволяють встановити значення основних показників їхньої надійності та визначити основні причини їх відмов. Основна мета цих досліджень полягає в скороченні частоти відмов СТЗ і головних двигунів (ГД), а також ступені тяжкості їх наслідків. Встановлена залежність надійності суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ), від низки факторів які впливають на причини пошкоджень компонентів СДВЗ.

Вдосконалення методів технічної експлуатації СТЗ, 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. Аналіз показників надійності дозволяє: виявляти найменш надійні компоненти СТЗ; встановлювати міру впливу відмов і ушкоджень СТЗ на працездатність окремих агрегатів, систем або судна в цілому; визначати комплекс заходів, рішення яких дозволить забезпечити належний рівень працездатності СТЗ. В той же час, відомості про якісні і кількісні характеристики надійності СТЗ, трудомісткості проведення їх технічного обслуговування і ремонту, є початковою інформаційною базою, яка дозволяє технічним службам судноплавних компаній здійснювати оптимізацію технічної експлуатації СТЗ. В цілому, використання показників надійності дозволяє забезпечити ефективну технічну експлуатацію СДУ і судна в цілому.

Дослідження та аналіз показників надійності СТЗ були виконані Британським класифікаційним товариством «Lloyd's Register» (LR) [1] і Шведським страховим товариством «Swedish Club» (SC) [2, 3], які дозволяє встановити значення основних показників їхньої надійності та визначити основні причини їх відмов.

Наведено відносна кількість суден зареєстрованих в SC за видом страхування «Hulls and Machinery» (H&M), в залежності від типу судна і відносних витрат з відшкодування позовних вимог, які спричинені їх аваріями і аварійними подіями за 2012-2014 роки. У порівнянні із загальною кількістю претензій, в монетарному вираженні, і за кількістю застрахованих судів, в залежності від типу судна, контейнеровози становлять значно більшу частину і на них припадає 37% від загальної кількості судів зареєстрованих в SC і 46% від загальної кількості витрат по страхових позовах поданих до SC. Другу позицію займають балкари, на них припадає 23,5% від загальної кількості судів зареєстрованих в SC і 22,5% від загальної кількості витрат по страхових позовах поданих до SC.

Також представлена відносна кількість суден, зареєстрованих в SC за видом страхування H&M і відносна кількість витрат за страховими позовами які спричинені аваріями і аварійними подіями з суднами, пов'язаних з відмовами ГД, а також частота їх подачі щодо відшкодування, в залежності від країни на верфях якої були побудовані ці судна. Кількість суден, побудованих на Корейських верфях, становить 31% від загальної кількості суден зареєстрованих в SC і на них припадає 12% від загальної суми витрат по компенсації позовних претензій пов'язаних з відмовами ГД. Співвідношення становить 0,40. Кількість суден побудованих на Китайських верфях, становить 30% від за-

гальної кількості суден, але на них припадає 36% від загальної суми витрат по компенсації позовних претензій пов'язаних з відмовами ГД. Співвідношення становить 1,20. Тобто витрати по компенсації позовних претензій пов'язаних з відмовами ГД для суден, побудованих на Китайських верфях в 3 рази більше, ніж для суден, побудованих на Корейських верфях і зареєстрованих в SC. В свою чергу, кількість суден, побудованих на Нідерландських верфях, становить біля 3% від загальної кількості суден зареєстрованих в SC, а на них припадає 5% від загальної суми витрат по компенсації позовних претензій пов'язаних з відмовами ГД. Співвідношення становить 1,67. Тобто витрати по компенсації позовних претензій пов'язаних з відмовами ГД для суден, побудованих на Нідерландських верфях в 4,2 рази більше, ніж для судів, побудованих на Корейських верфях і в 1,4 рази більше ніж для суден побудованих на Китайських верфях, зареєстрованих в SC.

У таблиці 1 наведені кількісні показники аварій та аварійних подій із суднами відповідно до позовних вимог які пред'явлени в SC, пов'язані з аваріями та аварійними подіями за страховими зобов'язаннями H&M із суднами Категорія «Машини та механізми» є провідною причиною аварій та аварійних подій із суднами. Позовні вимоги по цій категорії, з становили майже 51% від загальної кількості позовних вимог.

Таблиця 1 - Кількість аварій і аварійних подій пов'язаних з корпусом, механізмами і обладнанням суден - H&M

Категорії аварій і аварійних пригод із суднами	Загальна кількість	Відносна кількість, %
Машини і механізми	982	50,6
Контакт корпусу судна	228	11,8
Посадка на міліну	228	11,8
Зіткнення	244	12,6
Погані погодні умови	63	3,2
Пожежі та вибухи	34	1,7
Інші причини (пошкодження корпусу судна і втрата якоря)	162	8,3
Усього	1941	100

Позовні вимоги до SC, пов'язані з відмовами машин і механізмів були систематизовані за шістьма категоріями, що наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Показники відмов СТЗ по категорії «Машини і механізми»

Категорії СТЗ	Загальна кількість	Відносна кількість, %
Головні двигуни	370	37,7
Допоміжні двигуни	185	18,8
Кермові машини і механізми	55	5,6
Котли	59	6,0
Рушії	174	17,7
Інші СТЗ	139	14,2
Усього	982	100

Наведено порівняльні результати статистичних досліджень SC, в залежності від типу головних двигунів (ГД) що у 82,5% зареєстрованих суден в SC в якості ГД в якості ГД були встановлені МОД і на них прийшлося 69,8% витрат по відшкодуванню позовних вимог. У 17,5% зареєстрованих суден в SC в якості ГД були встановлені середньообертові двигуни (СОД), і на ці судна довелося 30,2% витрат по відшкодуванню позовних вимог. Тобто СОД, у порівнянні з МОД, відрізняються надмірно великою кількістю відмов, які призводять до аварій і аварійним пригод з суднами і великою кількістю витрат по відшкодуванню позовних вимог. Середні витрати на відшкодування позовних вимог викликаних відмовами ГД на одне судно за рік, в два рази вище для суден обладнаних СОД, ніж для суден обладнаних МОД і становлять відповідно 34800USD і 16.000USD.

Середні витрати по відшкодуванню позовних вимог, які викликані відмовами рядних головних СОД склали 475.000 USD, а V-подібних головних СОД склали 850.000 USD, тобто середні витрати по відшкодуванню позовних вимог що викликані відмовами V-подібних СОД приблизно в два рази вище, ніж рядних.

У таблиці 3 наведено, найбільш поширенні види пошкоджень конструктивних вузлів СДВЗ, які, за даними LR, призвели до відмов МОД).

Таблиця 3 - 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 таблиці 4 наведено компоненти, пошкодження яких, найбільш часто викликали пред'явлення позовних вимог по категорії «Головний двигун».

Таблиця 4 – 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

Технічні звіти сюрвейерів SC дозволяють встановити основні і найчастіші причини пошкоджень і відмов СДВЗ.

До основних причин пошкоджень і відмов СДВЗ відносяться:

- брудна мастильна оліва;
- виконання ремонтних робіт некваліфікованими робітниками;
- використання палива, яке не пройшло перевірку в лабораторії контролю якості палива;
- робота сепараторів з порушенням інструкцій з експлуатації;
- ремонтні роботи компонентів СДВЗ виконувалися з порушенням інструкцій заводу-виробника;
- екіпаж не мав достатнього досвіду і належної підготовки;
- пошкодження ГТК СДВЗ сторонніми предметами.

До найчастіших причин пошкоджень і відмов СДВЗ відносяться:

- нездовільне планування;
- недостатній досвід і неналежна підготовка екіпажу;
- недотримання процедур встановлених компанією;
- нечіткі процедури ТО, не повні і не чіткі інструкції по експлуатації;
- відсутність кваліфікованих фахівців для виконання капітальних ремонтних робіт пов'язаних з розбиранням, відновними роботами, складанням і наступного перевірками в дії (випробуваннями).

Особливу увагу сюрвейери SC звертають на недостатній досвід офіцерів машинної команди і необхідність забезпечення постійного дотримування дій на борту судна «Системи управління використання палива» (СУВП) (Onboard Fuel Management System – OFMS).

Недостатній досвід і неналежна підготовка екіпажу:

Добре відомий факт, що в найближчому майбутньому буде відчуватися дефіцит в досвідчених моряків. Існує ризик того, що офіцери машинної команди переходять до командного складу рівня управління, перш ніж вони змогли придбати необхідний практичний досвід. Важливо, щоб члени екіпажу морських суден мали необхідні знання та отримали належну підготовку. В рамках SMS (Системи Управління Безпекою - СУБ) судноплавної компанії повинні бути чітко визначені вищевказані вимоги щодо офіцерів машинної команди.

Управління процесами використання палива:

Розслідування численних позовних вимог по категорії «Машини і механізми» показує, що більша частина відмов СДВЗ була викликана некондиційним бункерним паливом. Цілком ймовірно, що цього можна було б уникнути або кількість відмов могло бути зведенено до мінімуму, якщо б була розроблена і постійно дотримувалася суднова СУВП.

Застосування СУВП дозволяє значно знизити ризики виникнення відмов СДВЗ і пов'язаних з цим дорогих і тривалих ремонтів. Компоненти, що входять до паливних систем є: цистерни зберігання палива, відстійні і витратні паливні цистерни, різні насоси, нагрівачі, фільтри і сепаратори.

На жаль, деякі судновласники і оператори суден, дозволяють використовувати в СЕУ неперевірені в лабораторіях палива, що призводить до ката-

строфічних наслідків. Під час тривалої нормальної експлуатації на дні відстійних і витратних цистерн накопичується осад, що включає значну кількість дрібних часток каталізаторів. У штормову погоду, осад що накопичився перемішується з паливом і розподіляється в ньому по всьому об'єму, забиваючи фільтри, засмічуячи нагрівачі і сепаратори. Частки каталізаторів є дуже твердими оксидами кремнію і алюмінію, тому можуть швидко призвести до масштабних абразивних зносам різних деталей і вузлів СДВЗ. За зазначені вище роки проведення аналізів страхових позовів щодо відшкодування збитків викликаних аваріями та аварійними подіями із суднами, причинами яких стали відмові СДВЗ, реєструвалось багато випадків відмов ГД, в результаті чого було необхідне буксирування суден і проведення подальших дорожих і тривалих ремонтів.

Тому дуже важливо, щоб відстійні і витратні цистерни регулярно, через певні проміжки часу, повністю осушувалися і очищалися вручну.

Пошкодження ГТК є найчастішими і на які були витрачені найбільші виплати на відшкодування позовних вимог викликаних відмовами ГД.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Main Engine Damage Study 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.swedishclub.com>.
3. Main Engine Damage Study 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.swedishclub.com>.

УДК:502.3:504.7: 621.181.1

Калугін В. М., Кирилюк Є. І.
Національний університет «Одеська морська академія»

Аналіз роботи суднових енергетичних установок в районах обмежень викидів забруднень в атмосферу

Анотація

Розглянуто конструктивні та експлуатаційні засоби адаптації суднових дизельних і котельних установок до роботи на паливах з низьким вмістом сірки.

Переважаюча частина експлуатаційних витрат морських суден становить паливна складова, що змушує судновласників та менеджерів судноплавних компаній віддавати перевагу суднам із найбільш ефективними енергетичними установками, розробці раціональних технологічних процесів і інших заходів, що забезпечують мінімізацію цих витрат.

Ефективна експлуатація судової енергетичної установки (СЕУ) може бути досягнута при умові раціонального використання палив та мастил, при безумовному забезпеченні надійної та економічної роботи усіх компонентів СЕУ а також забезпечення вимог щодо запобігання забруднення навколишнього середовища.

При вирішенні проблем з експлуатаційними витратами, судновласники, менеджері судноплавних компаній і ті що фрахтують судна повинні враховувати особливі вимоги до використання палив при роботі суден в районах контролю викидів шкідливих речовин в атмосферу з суден (Emission Control Area - ECA), до яких відносяться Північноамериканська, Європейська і Китайська ECA. У всіх сортах палива, які використовуються суднами у портах країн, що входять до складу Євросоюзу, портах Туреччини їх територіальних водах не повинен перевищувати 0,1% по масі. Слід зазначити, що у відповідності з вимогами Додатка VI міжнародної Конвенції МАРПОЛ, з 01 січня 2015 року в усіх районах ECA використовуються лише палива з вмістом сірки менше ніж 0,1%, тобто дистилятні сорти.

Слід враховувати, що робота дизельних і котельних установок сучасних морських суден на основних експлуатаційних режимах, розрахована для роботи на важких залишкових сортах палива і вони не пристосовані для тривалої роботи на дистилятних сортах палива. Особливу увагу слід звернути на такі проблеми при використанні палива з низьким вмістом сірки, як їх недостатня змащуваність, яка визначається низькими значеннями їх в'язкості. Недостатня змащуваність спричиняє знижування працездатності та пошкодження компонентів паливних систем і паливної апаратури суднових двигунів внутрішнього згорання (СДВЗ) і котлів. В свою чергу, це призводить до порушень процесів впорскування палива та його згоряння, що спричиняє їх відмови. Тому на часі стає реалізація конструктивних та експлуатаційних засобів адаптації останніх до роботи на паливах з низьким вмістом сірки.

До конструктивних методів адаптації відносяться:

- роздільне зберігання та перекачування на судні важких сортів палива (HFO) та дистилятних сортів палива (MGO);
- обладнання суден окремими від HFO відстійними та витратними цистернами MGO, останнє забезпечує униканню проблем з несумісністю палив;
- обладнання додатковими цистернами, призначеними для зберігання циліндрових мастил двотактних дизелів та циркуляційних мастил для допоміжних двигунів;
- обладнання паливних насосів високого тиску СДВЗ модифікованих конструкцій, які мають твердосплавне покриття рухомих прецизійних вузлів;
- обладнання паливних систем холодильними установками, в яких для цілей охолодження може бути реалізований парокомпресорний цикл або цикл абсорбційного охолодження;
- обладнання дизелів діагностичними системами контролю якості впорскування та згоряння палива в циліндрах;
- обладнання котельних установок пристроями контролю полум'я;

- пристосування різних типів форсунок до роботи на різних категоріях палива.

До експлуатаційних методів адаптації відносяться:

- розробка належних безпечних процедур переведення роботи з НFO на MGO і навпаки;

- використання циркуляційних мастил, лужне число яких відповідає вмісту сірки в паливі, та їх дозування;

- виключення утворення твердих відкладень на головках поршнів, основу яких складає кальцій з присадок до циліндрових мастил;

- відповідне регулювання устаткування, яке використовується в системах контролю і управління;

- регулювання подачі палива до циліндрів ДВЗ у відповідності до палива, що використовується;

- налаштування системі обробки палива на ефективне видалення абразивних часток якими є каталізатори процесу переробки нафти.

Практична реалізація вище наведених досліджень дозволить забезпечити безпечну роботу та високий рівень працездатного технічного стану СДВЗ і котлів, та допоміжного устаткування їх паливних систем.

Виконані дослідження присвячено реалізації нормативних вимог Додатка VI міжнародної Конвенції МАРПОЛ та погоджується із Директивою Євросоюзу 2005/33/ЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ), Книга III, пересмотренное издание = International Convention for Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), Book III, revised edition – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2009.–304 с.

2. For use of and switching to low sulphur marine gas oil in auxiliary boilers and associated equipment on board tankers to meet requirements of the EU Sulphur Directive 2005/33/ EC: Guidance for hazard identification. INTERTANKO and OCIMF Guidelines, December 2009. – 9 pp.

3. Use of low sulfur marine fuel for main and auxiliary diesel engines: Royal Belgian Institute of Marine Engineers. December 2009. – 4 pp.

УДК:656.085: 621.431.74:621.431.74.052:621.515

Калугін В. М., Мошковський Є. Є.

Національний університет «Одеська морська академія»

Забезпечення ефективної роботи газотурбокомпресорів суднових дизелів

Анотація

Розглянуто особливості формування нестійких режимів роботи газотурбокомпресорів (ГТК) суднових дизельних установок (СДУ). Виконано аналіз факторів, що роблять визначальний вплив на виникнення нестійких режимів. Запропоновано засоби усунення нестійких режимів ГТК в процесі експлуатації СДУ.

1 Формування та динаміка потоку повітря в міжлопаткових каналах робочого колеса компресору

Потік повітря в міжлопаткових каналах колеса компресору (КК) напіввідкритого типу з радіальними лопатками, як в'язкого стисливого середовища, має складний просторовий характер. Формальний опис такої течії пов'язано з серйозними математичними труднощами. У зв'язку з цим в інженерній практиці часто користуються коректними спрощеними припущеннями, які, принципово, не змінюючи загального характеру течії, дозволяють з достатньою для практичних цілей точністю вирішити поставлені завдання. Основне припущення в даному випадку – відсутність в'язкості робочого середовища, тобто повітря. Вплив стисливості враховується тільки при визначенні параметрів повітря й при високих швидкостях потоку.

Абсолютний рух частинки потоку повітря в каналі КК розглядається як сума переносного (обертання разом з колесом) і відносного (по відношенню до стінок каналу) руху. Переносний рух є обертання з окружною швидкістю $\omega = \omega r$, спрямованої перпендикулярно радіусу (r). Відносний рух повітря представляється у вигляді двох складових рухів обумовлених течією визначеної маси повітря через канал і течією викликаною обертанням КК. Останнє викликає розподілення тисків у каналі КК. Наявність перепаду тисків на всіх лопатках колеса спричиняє появу на них моменту від сил тиску і, отже, визначає здатність колеса повідомляти повітрю енергію, що підтверджується фізичними уявленнями про взаємодію КК з повітрям.

Встановлено, що характер зміни відносної швидкості уздовж осі каналу і епюри відносних швидкостей у поперечних перерізах справляють істотний вплив на ефективність роботи компресору. Зокрема, якщо циркуляційна складова відносної швидкості w , у передньої стінки лопатки буде більше витраченої, то в міжлопатковому каналі КК виникає зворотна течія потоку, як це зображенено на рисунку 1.

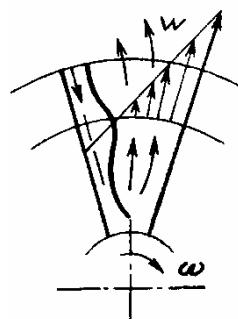


Рис. 1. Відносний рух потоку в каналі КК – від'ємна циркуляція

Розвиток зони зворотної течії повітря в прохідному перерізі каналу КК призводить до рециркуляції повітря в міжлопаткових каналах і порушення направленого руху повітря в КК зі сторони всмоктування на нагнітання, яке можна називати «перекиданням циркуляції». Це порушує стійкість роботи компресора і є однією з причин виникнення помпажу.

2. Формування нестійких режимів роботи компресору ГТК та їх усунення

Режим роботи компресору в загальному випадку визначається умовами на вході (тиск і температура повітря), частотою обертання і продуктивністю. За-

лежно від поєднання цих параметрів компресор буде розвивати ту чи іншу ступінь підвищення тиску, і споживати різну потужність.

Оцінка основних даних роботи компресора на будь-якому режимі виконується по його характеристиці (рис. 2).

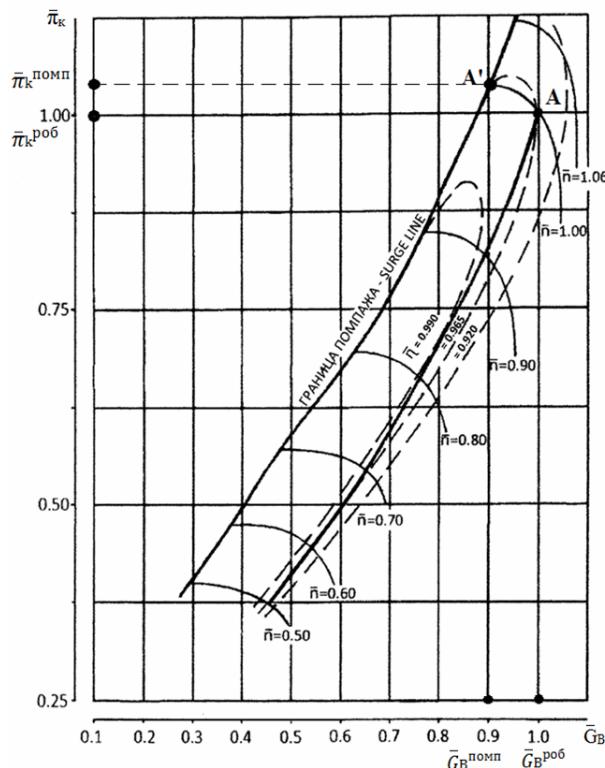


Рис. 2. Визначення запасу стійкості ГТК і дизеля

При витраті повітря через компресор нижче певної величини стійкість роботи компресора порушується.

У загальному випадку, помпаж компресору, що працює у складі дизеля викликається розузгодженням гідродинамічних характеристик ГТК і повітродіального тракту (ПДТ) дизеля. Внаслідок утворення протитоку в робочих каналах КК, рух повітря змінюється на протилежний – з боку нагнітання на сторону всмоктування.

Причинами цього може бути:

- «перекидання циркуляції»;
- збільшення опору ПДТ дизеля;
- перевищення витрати повітря, що подається компресором в порівнянні з тим, що можуть спожити циліндри дизеля;
- виникнення автоколивань в ПДТ у зв'язку з поперемінним відкриттям і закриттям впускних органів дизеля.

Надійність роботи компресору в складі дизеля, розташування розрахункової точки його роботи щодо межі помпажної зони оцінюють коефіцієнтом запасу стійкості $K_{ст}$. Під цим коефіцієнтом розуміють відношення ступеня підвищення тиску π_k до витрати повітря G_B , визначеними при однаковій частоті обертання на межі помпажу і в точці, що відповідає режиму спільної роботи з дизелем,

$$K_{ct} = \left(\frac{G_B^{роб}}{G_B^{помп}} \cdot \frac{\pi_k^{помп}}{\pi_k^{роб}} - 1 \right) \cdot 100\%,$$

де : $\pi_k^{помп}$ і $G_B^{помп}$ – ступінь підвищення тиску і витрата повітря в точці перетину лінії постійної частоти обертання компресора (точка А' на рис.2) з межею помпажу;

$\pi_k^{роб}$ і $G_B^{роб}$ – ступінь підвищення тиску і витрата повітря в точці спільної роботи компресора з дизелем (точка А на рис. 2).

Мінімальне значення коефіцієнта запасу стійкості - K_{ct} , при самих несприятливих умовах експлуатації, повинне бути більше 8%.

Для двохтактних дизелів «Sulzer» на номінальному режимі роботи, рекомендується значення $K_{ct} \geq 15\%$.

Характерні ознаки нестійкої помпажної роботи компресора – різкі звукові удари і вібрація корпусу. Експлуатація ГТК в помпажній зоні може привести до зачіпання ротора об статор, поломки робочих лопаток турбіни і компресора, виходу з ладу підшипників. Тому експлуатація двигуна на такому режимі, коли виникає помпаж компресора, неприпустима. На основі аналізу показників роботи двигуна і ГТК (температура випускних газів, тиск наддування, частота обертання) необхідно встановити причину помпажу і усунути її.

У тих випадках, коли (неважаючи на помпаж компресору) неможливо зупинити двигун або навіть зменшити частоту його обертання (проходження судна в вузькості, штормові умови і т.п.), необхідно перепускати частину повітря повз ПГТ двигуна, розвантажуючи тим самим опір ПГТ, що дозволяє збільшити зону сталої роботи компресору і усувати помпаж. Для цієї мети необхідно встановлювати розвантажний пристрій (клапан) на постачанні повітря компресором. При визначенні пропускного перерізу клапану (умовного діаметра) слід визначити кількість повітря, яке необхідно перепустити повз ПГТ, що забезпечить ефективну роботу ГТК в складі дизеля. При цьому температура випускних газів перед турбіною ГТК не повинна перевищувати допустиму.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зайцев В.И., Грицай Л.Л., Моисеев А.А. Судовые паровые и газовые турбины. – М.: Транспорт, 1981. – 312 с.
2. Калугин В.Н. Анализ опыта эксплуатации газотурбокомпрессоров судовых дизелей. – ООП ОУС, 1989 – 36 с.
3. Main Engine Damage Study 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.swedishclub.com>.

Солодовников В.Г.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Разработка модульных схем построения судовых систем топливоподготовки

В настоящее время существует тенденция изготовления судового оборудования в виде модулей. Примером такого модуля подготовки топлива служит система Fuel Completed System (FCS) фирмы «Alfa Laval» (Швеция), приведенная на рис. 1. Система создана с учетом многолетнего опыта в области изготовления модульных установок предварительной обработки и смешивания топлива [1]. Основной функцией системы является обеспечение надежности подготовки тяжелого топлива от приемного танка и до двигателей. Система обеспечивает подачу топлива с учетом необходимого расхода, давления и вязкости. Модули данной системы отличаются по своему целевому назначению, а также по способу преобразования энергии.

Модуль очистки обеспечивает требуемый структурный состав топлива и используется как в комплексе с другими модулями подготовки системы, так и для автономного режима работы. В последнем случае происходит «внутренняя» циркуляция топлива, в результате которой достигается требуемое качество его очистки. Данный модуль подготовки топлива является самым энергоемким, поскольку включает в свой состав такие элементы, как отстойно-расходные цистерны, топливо перекачивающие насосы, топливные подогреватели и топливные сепараторы. При этом само топливо, находясь в данном модуле, имеет наихудшие во всем своем «жизненном» цикле характеристики – высокую вязкость, механические примеси, шламовые включения. Именно в этом модуле происходит максимальный подвод тепловой энергии от внешних источников (паровых или электрических подогревателей) к топливу и качественное изменение его структуры. Температура топлива в этом модуле изменяется от 20...30°C до 90...100°C, вязкость от 750 сСт (для сверх тяжелых топлив) до 20...50 сСт, содержание механических примесей снижается до минимального значения, из топлива практически полностью выводится вода.

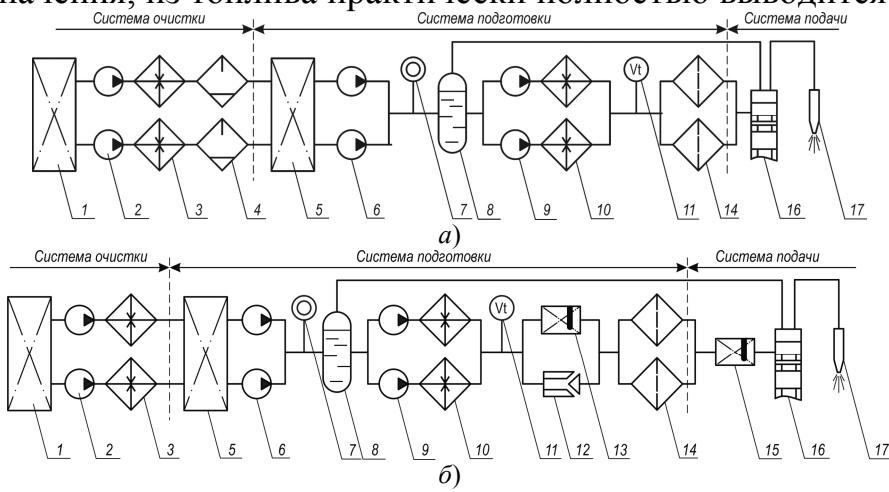


Рис. 1. Модульная схема построения топливной системы подготовки топлива: а) стандартная; б) при использовании ультразвуковой обработки и гидродинамической активации топлива:

1 – отстойно-расходные цистерны; 2 – топливо перекачивающие насосы;

3 – подогреватели топлива 1-ой ступени; 4 – сепараторы топлива;
5 – расходная цистерна; 6 – топливо подкачивающие насосы;
7 – расходомер; 8 – деаэрационный резервуар; 9 – циркуляционные насосы; 10 – подогреватели топлива 2-ой ступени; 11 – датчик вязкости;
12 – гидродинамический активатор топлива; 13 – ультразвуковая установка 1-ой ступени; 14 – автоматический фильтр; 15 – ультразвуковая установка 2-ой ступени; 16 – ТНВД; 17 – форсунка

Второй модуль (система подготовки) обеспечивает окончательную подготовку топлива перед его непосредственной подачей в цилиндр дизеля. Основными составляющими данного модуля являются топливо подкачивающие и циркуляционные насосы, подогреватели топлива 2-ой ступени, фильтрационные установки, автоматические устройства, обеспечивающие контроль сплошности потока и регулирование вязкости топлива. В данный модуль также входит бустерная установка, с помощью которой поддерживается требуемое давление в системе, а также деаэрационные и дегазационные резервуары, очищающие топливо от воздушных и газовых примесей. Топливо в этот модуль поступает в предварительно подогретом состоянии, что снижает затраты энергии на его подготовку.

Данные два модуля составляют основу подсистемы низкого давления. Работа данных модулей должна обеспечить требуемые эксплуатационные параметры топлива – отсутствие в нем механических примесей, размер которых превышает зазор в прецезионных парах топливной аппаратуры высокого давления.

Третий модуль представляет собой топливную систему высокого давления и обеспечивает подачу топлива в цилиндр дизеля. Энергия в данном модуле производится самим дизелем и передается топливу через кинематическую схему коленчатый вал – распределительный вал – толкателей ТНВД. Энергоемкость данного процесса относится к механическим потерям дизеля и может достигать 5...7% его мощности. В конечном счете, в данном модуле за счет химической реакции окисления топлива кислородом воздуха потенциальная энергия топлива превращается в тепловую энергию газов и, в последствие, в полезную работу поршня дизеля [2].

В результате проведенных в исследований предлагается перекомплектация модулей подготовки топлива. При этом основной акцент направляется на использование ультразвуковой обработки топлива с возможным отказом от процесса сепарации топлива, который не только относится к одному из самых энергоемких, но и снижает теплотворную способность топлива (за счет отвода в шлам горючих составляющих). Измененная система топливоподготовки показана на рис. 5.2, б. при этом в данной схеме отсутствует узел сепарации топлива в системе очистки, а система подготовки дополнительно укомплектована блоками ультразвуковой подготовки 1-ой и 2-ой ступени, целесообразность использования которых была показана в п. 4.7. Кроме того, блок ультразвуковой подготовки 1-ой ступени предусматривает как непосредственно использование процесса ультразвуковой кавитации, осуществляемом с помощью генератора 13, так и гидродинамическую активацию, выполняемую в активаторе 12.

В процессе своего «жизненного цикла» от приемных цистерн до сгорания в цилиндре дизеля, топливо последовательно проходит целый ряд технологических процессов, позволяющих реализовать все основные функции топливной системы [3].

Процесс очистки топлива обеспечивается за счет его гравитационного отстаивания, грубой и тонкой фильтрации, а также сепарации.

Стабилизация вязкости осуществляется за счет подогрева топлива, а ее контроль и регулирование выполняется с помощью автоматической системы регулирования топливосжигания.

Данные технологические процессы осуществляются в модулях очистки и подготовки топлива (см. рис. 1).

Сжатие топлива в ТНВД и впрыск через распылитель форсунки происходит с помощью топливной аппаратуры высокого давления, при этом необходима синхронизация с ходом поршня с учетом угла поворота коленчатого вала и угла между последовательными вспышками в цилиндре, а также формирование закона подачи топлива.

Параллельно с подачей топлива в цилиндр происходят триботехнические процессы в топливной аппаратуре высокого давления, которые непосредственно влияют на качество распыливания и дальнейшего воспламенения топлива. Снижение энергетических потерь в топливной аппаратуре высокого давления (в модуле подачи топлива) возможно за счет улучшения качества ее изготовления, а также за счет интенсификации процессов в модулях очистки и подготовки.

Комплектация и работа современных топливных систем судовых МОД происходит в строгом согласовании технологических процессов и рабочих характеристик всех составляющих их модулей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солодовников В. Г. Использование в судовых дизелях топлив различного фракционного и структурного состава / В. Г. Солодовников // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2014. – № 33. – Одесса: ОНМА. – С. 110-117.
2. Солодовников В. Г. Использование топлив с повышенным содержанием серы при эксплуатации судовых среднеоборотных дизелей / В. Г. Солодовников // Проблеми техніки: науково-виробничий журнал. – 2014. – № 2. – С. 65-71.
3. Sagin S. V. Cavitation Treatment of High-Viscosity Marine Fuels for Medium-Speed Diesel Engines / Sagin S. V., Solodovnikov V. G. // Modern Applied Science; Published by Canadian Center of Science and Education, Vol. 9, № 5. – 2015. – P. 269-278.

Небеснов В.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Современные технологии в судоремонте

Применение сплава Nimonic

В судовой энергетике сплавы Nimonic применяются для изготовления и ремонта штоков и седел выхлопных клапанов. На рынке известно создание наплавленного твердосплавного покрытия из сплава Inconel 718 на основном материале клапана из нержавеющей стали, где твердосплавное покрытие подвергают накатке и термической обработке, чтобы создать материал посадочной фаски с желательными механическими свойствами. В сплаве Inconel 718 содержание Fe необходимо для медленного выделения повышающих прочность частиц. Это медленное выделение считается уникальным для сплава Inconel 718 и обеспечивает этому сплаву особые преимущества среди жаропрочных сплавов в конкретной отрасли производства турбин. Сплав Inconel 718 имеет состав из 19% Cr, 5,2% Nb, 0,9% Ti, 52,5% Ni, 3% Mo, 0,5% Al и остального количества Fe. Клапан этого типа имеет то преимущество, что сплав Inconel 718 обладает превосходными механическими характеристиками, что требуется для зоны посадочной фаски клапана, включающими прочность и пластичность. К сожалению, клапан этого типа не имеет коррозионной стойкости при высоких температурах, сравнимой или лучшей, чем коррозионная стойкость сплава Nimonic 80A. Сплав Nimonic 80A не поддается наплавке, и, следовательно, необходимо весь клапанный диск делать из сплава Nimonic 80A, так как нельзя создать твердосплавное покрытие на основном материале, таком как нержавеющая сталь. Сплав Nimonic 80A имеет состав 19% Cr, 2,4% Ti, 0,2% Fe, 1,7% Al и остальное Ni. Клапан, изготовленный из сплава Nimonic 80A или Nimonic 81 снабжен слоем из сплава Inconel 625 или Inconel 671 в зоне посадочной фаски, для придания посадочной фаске более высокой коррозионной стойкости, чем основная деталь из сплава Nimonic.

Применение сплава Нитинол

Нитинол (англ. nitinol, от англ. nickel никель, англ. titanium —титан, англ. Naval ordnance laboratory, сокр. NOL — Лаборатория морской артиллерии США (англ.), где был разработан материал). Нитинол представляет собой никель-титановый сплав (55%Ti, 45%Ni), обладающий необычным свойством — сохранять первоначальную форму. Поэтому иногда его называют запоминающим металлом или металлом, обладающим памятью. Нитинол способен сохранять свою первоначальную форму даже после холодного формования и термической обработки. Для него характерны сверх- и термоупругость, высокая коррозионная и эрозионная стойкость. Обратимость эффекта памяти формы состоит в том, что данный функциональный материал способен "запомнить" не только высокотемпературную форму, но и низкотемпературную, в которую он переходит при понижении температуры ниже определенного значения.

Поначалу нитиноловые изделия служили преимущественно для военных целей – с их помощью в боевых самолетах соединяли различные трубопроводы, доступ к которым ограничен. Соединение производилось муфтой, свободно надевавшейся на концы соединяемых трубок. После пропускания электрического тока муфта нагревалась примерно на 30° С и принимала первоначальную форму с меньшим диаметром, плотно прилегая к концам трубок. Применение такой технологии в судовой энергетике могло бы значительно облегчить ремонт и безопасность судовых систем. Тяжелое топливо требует подогрева перед подачей его в двигатель, а следовательно, соединительные муфты, выполненные из нитинола, постоянно сохраняли бы свою форму, предотвращая возможность повреждения, а так же ,в случае разрыва трубопровода, обеспечивали бы быстрый и пожаробезопасный ремонт трубопровода.

В настоящее время нитинол используется при изготовлении составного коленчатого вала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.findpatent.ru/patent/219/2199037.html>
2. <http://bibliotekar.ru/estestvoznanie-2/153.htm>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нитинол>
4. Nimonic compound exhaust valve spindles for diesel engines via hot isostatic pressing
5. <http://www.vanwest-holland.com/exhaust-valve-spindles-seat/>
6. (WO2011050815) an exhaust valve spindle for an internal combustion engine, and a method of manufacturing
7. Auslassventil einer Diesel-Brennkraftmaschine und Verfahren zum Herstellen des Ventils
EP 0521821 B1
8. <http://www.findpatent.ru/patent/255/2555918.html>
9. <https://en.wikipedia.org/wiki/Nimonic>
10. An exhaust valve spindle for an exhaust valve in an internal combustion engine and a method of manufacturing the exhaust valve spindle
EP 2682571 A1

УДК629.5.064-843:621.431.74

Довиденко Ю.Н.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Характерные особенности рабочего процесса супердлинноходовых дизелей MAN B&W

Высокая экономичность современных длинноходовых дизелей MAN B&W достигается за счет внедрения ряда прогрессивных мероприятий:

- увеличение отношения хода поршня к диаметру цилиндра;
- введение изобарного наддува;
- повышение КПД турбокомпрессора до 72%;

- совершенствование системы очистки рабочего цилиндра от отработавших газов с переходом на прямоточную продувку и оптимизация фаз газораспределения;
- повышение коэффициента избытка воздуха до 3, степени сжатия до 13-15 и, соответственно, максимального давления сжатия;
- повышение максимального давления сгорания до 14 МПа;
- интенсификация смесеобразования для сокращения задержки самовоспламенения и периода сгорания топлива;
- уменьшение доли потери теплоты с охлаждающей жидкостью;
- повышение максимального давления впрыскивания топлива до 150 МПа и оптимизация фаз топливоподачи с уменьшением продолжительности впрыскивания;
- повышение механического КПД до 94%.

В настоящее время, с помощью современных компьютерных систем диагностики, появилась возможность исследовать влияние отдельных факторов на характер протекания рабочего процесса. Теплотехнические испытания, проведенные с помощью системы диагностики DEPAS, показали, что главной характерной особенностью рабочего процесса супердлинноходовых дизелей MAN B&W является поздний момент начала самовоспламенения топлива. В данном случае оказалось нарушенным введенное в классической теории рабочего процесса понятие “угол опережения впрыска”. Отрицательное “опережение”, т.е. “запаздывание” момента впрыскивания топлива, как выяснилось, является одной из характерных особенностей современных супердлинноходовых дизелей.

На кривой давления газов в цилиндре, которая записана на режиме нагрузки двигателя, близком к номинальному, показано, что процесс начала самовоспламенения с последующим резким нарастанием давления начинается на линии расширения (рис.1, А, точка 1), когда коленчатый вал находится в положении 3,4 гр. ПКВ после верхней мертвоточки и поршень движется вниз. Несмотря на то, что начало нагнетательного хода плунжера насоса высокого давления (ТНВД), как показано на вибродиаграмме отсечки (рис.1, В, импульс 2), соответствует 6,4 гр.ПКВ до ВМТ, подъем иглы форсунки и фактическое начало впрыскивания топлива в цилиндр происходит уже за ВМТ (рис. 1, С, импульс 5).

Такой характер работы топливной аппаратуры объясняется особенностями ее конструкции и настройки для супердлинноходовых моделей дизелей и связан с ограничением максимального давления сгорания при высоком значении давления наддувочного воздуха.

ТНВД оборудованы системой VIT (Variable Injection Timing), предназначеннной для автоматического регулирования угла опережения ТНВД в зависимости от нагрузки двигателя. Соответствующая настройка системы обеспечивает:

- поддержание значения Рz на постоянном уровне в диапазоне нагрузок 80-100%;

- разницу максимального давления сгорания и давления сжатия не более 35 бар;
- относительное повышение Рz на долевых режимах.

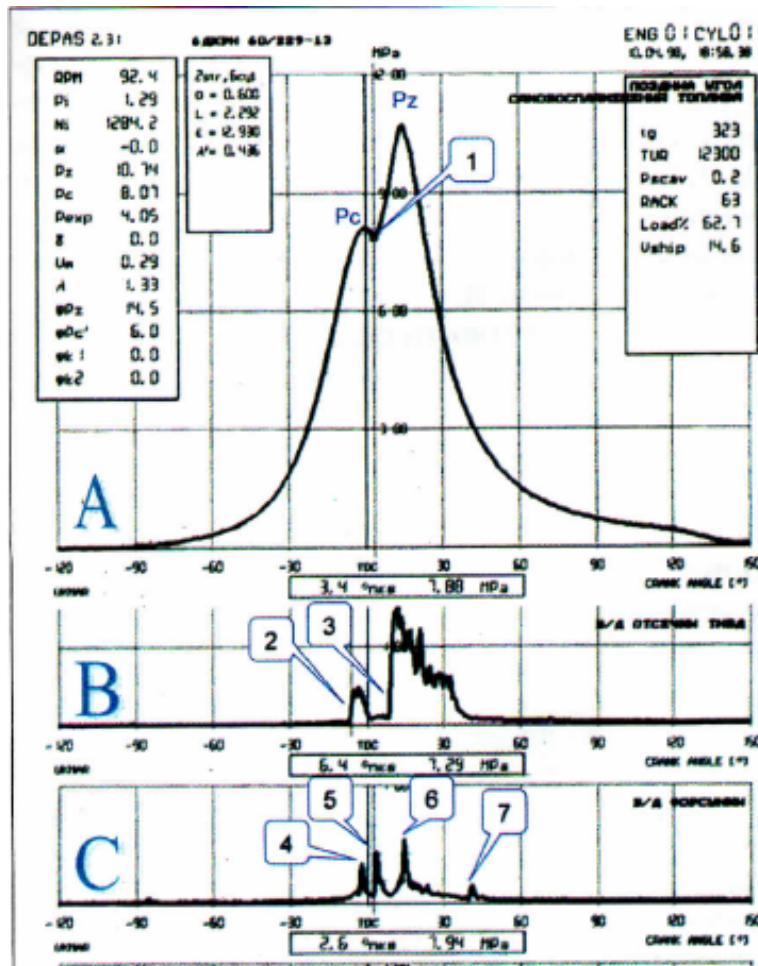


Рис.1. Вибродиаграмма отсечки

В целом это обуславливает высокую экономичность двигателя и уменьшение динамических нагрузок.

Угол опережения изменяется посредством автоматического перемещения втулки плунжера в вертикальном направлении.

При низких нагрузках система VIT не работает, что исключает частые изменения угла опережения и, следовательно, частые перемещения втулки плунжера. При увеличении нагрузки до 80% происходит увеличение угла начала впрыскивания и более интенсивное нарастание Рz, которое в точке излома достигает своего номинального значения. Дальнейшее увеличение нагрузки при поддержании Рz на постоянном уровне обеспечивается срабатыванием системы VIT на уменьшение угла опережения. Таким образом, при увеличении нагрузки свыше 80% VIT-система уменьшает угол фикровне. Такое регулирование приводит к тому, что на режима, близких к номинальному, начало впрыскивания топлива приходится за ВМТ, а индикаторная диаграмма при этом имеет выраженный двугорбый характер, что представляет собой отличительную особенность рабочего процесса супердлинноходовых дизелей последней модификации.

Второй особенностью рабочего процесса дизелей MAN B&W, начиная с 4 модификации, является необычная форма вибродиаграммы впрыска топлива, что объясняется особенностями конструкции применяемых на этих дизелях форсунок (рис.2). При работе топливоподкачивающего насоса топливо по центральному каналу поступает к распылителю и через радиальное отверстие в упоре (с) заполняет внутреннюю полость форсунки и сливаются через отверстие во фланце – происходит циркуляция топлива. Давление топлива подкачки также воздействует на дифференциальную площадку клапана, но не поднимает его, так как давление подъема клапана, определяемое пружиной (е), составляет 1 Мпа, а давление, создаваемое топливоподкачивающим насосом составляет 0,75-0,85 МПа.

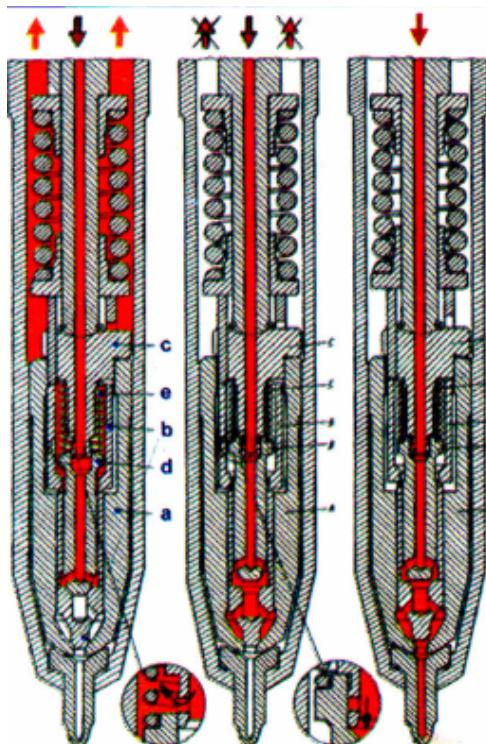


Рис.2 Особенности конструкции применяемых на этих дизелях форсунок

В начальный момент хода плунжера происходит повышение давления, поскольку пропускная способность циркуляционного отверстия масла. Давление топлива в форсунке быстро достигает 1,0 Мпа, происходит подъем клапана по направляющей до упора и циркуляционное отверстие перекрывается. Удар клапана (д) об упор (с) фиксируется на вибродиаграмме форсунки (рис.1, С, импульс 4). Большой период между началом нагнетательного хода плунжера и подъемом иглы форсунки объясняется, во-первых, перетеканием топлива через циркуляционное отверстие в клапане распылителя и, во-вторых, протечками через зазор между корпусом всасывающего клапана и втулкой плунжера. Также перетеканием топлива через отсечное-всасывающее окно втулки плунжера; протечки в прецизионных парах и физическая характеристика сжимаемости топлива.

Вышеперечисленные факторы объясняют фазовый сдвиг, в данном случае 2,8 гр.ПКВ, началом хода плунжера и моментом прекращения циркуляции (рис 1, В, С, между импульсами 2 и 4). После перекрытия циркуляционного отверстия давление топлива воздействует только на дифференциальную пло-

щадку иглы. Согласно требованиям инструкции по эксплуатации пружина иглы должна быть отрегулирована на давление подъема иглы 25,0 +- 2 МПа. Такое давление достигается при нагнетательном ходе плунжера через 5,8 гр.ПКВ после перекрытия циркуляционного отверстия, при этом происходит подъем иглы и удар ее о верхний упор. Таким образом, второй импульс на вибродиаграмме форсунки (рис. 1, С, импульс 5) означает окончание подъема иглы. С этого момента начинается непосредственный впрыск топлива в цилиндр, и, как видно из диаграммы впрыска, это происходит уже в начале расширения при повороте КВ на 3,4 гр.ПКВ за ВМТ.

После отсечки топлива (рис. 1, В, импульс 3) и падения давления в форсунке игла под действием пружины садится на место и перекрывает канал к сопловому наконечнику. Форсунка переходит в промежуточное состояние между окончанием впрыска и началом циркуляции. Удар иглы о седло фиксируется на вибродиаграмме (рис. 1, С, импульс 6). Поскольку падение давления в форсунке с 25 МПа до 1 МПа происходит менее интенсивно, чем его подъем в начале впрыска, окончательная посадка клапана иглы и открытие циркуляционного отверстия происходит значительно позже на такте расширения при 40 гр.ПКВ за ВМТ (рис.1, С, импульс 7). После чего снова начинается циркуляция топлива через форсунку и соответственно ее охлаждение до следующего цикла.

Из приведенного выше следует, что предварительный, без демонтажа, контроль технического состояния форсунки и ТНВД возможен путем анализа вибродиаграммы форсунки, т.е. угловой и временной длительности между отдельными фазами состояния форсунки. Следует отметить, что при нарушении гидроплотности отдельных узлов топливной аппаратуры эти фазы будут изменяться на одинаковых режимах нагрузки двигателя. Контроль их состояния в начальный период эксплуатации и в последующем дает возможность определить степень износа узлов топливной аппаратуры.

УДК 629.5.061-233.2

Кардаш В. П., Зеленский М. О.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Повышение долговечности исполнительных механизмов судовых устройств

В современном судостроении значительное количество судовых устройств (СУ) оборудуется исполнительными механизмами, в которых используются подшипники скольжения и качения в качестве устройства, обеспечивающих поддержание и стабилизацию положения осей валов СУ.

Несущая способность рабочих поверхностей трущихся узлов определяется: удельным давлением на площадь контакта, минимальной толщиной масляной пленки между выступающими гребнями шероховатостей поверхностей трущихся деталей, вязкостью масла, а также зависит от формы входных поверхностей, образующих смазочный зазор. Нагрузка на рабочие поверхности

носит динамический характер, что приводит к уменьшению масляного слоя и, как следствие – выходу из строя подшипниковых узлов.

Смазочный материал находится в очень жестких условиях, так, например, максимальное герцевское давление может достигать 3-4 ГПа, скорость вовлечения смазки достигает 1 м/с. Время прохождения зоны контакта составляет около 10-4 с, а скорость сдвига 107÷108 с-1. На дорожках качения реализуется граничный режим трения. Тепловыделение, обусловленное сдвигом, повышает температуру смазки на десятки и даже на сотни градусов и увеличивает температуру сопрягаемых тел вблизи зоны контакта. Наряду с высоким давлением на единичных контактах фактической площади контакта и скорости сдвига, термические эффекты приводят к неньтоновскому поведению смазки.

Смазка выполняет и другие функции, в частности, может предотвращать перегрев труящихся поверхностей, защищать их от коррозии. При этом смаэзать в процессе эксплуатации может насыщаться влагой за счет конденсирования влаги из атмосферного воздуха или кислотами и становиться опасной в этом смысле: происходит разрушение смазочной пленки, создаются условия для адгезионного изнашивания. Наряду с этим имеет место и абразивное изнашивание, вызванное загрязнением смазки продуктами износа.

Поэтому надо искать новые способы повышения нагрузочной способности узлов, в частности отдаление одной поверхности от другой, что увеличит толщину масляной пленки или повысит ее несущей способности.

Заводы, производящие СУ, работают преимущественно в двух направлениях. Первое – это инженерия поверхности, второе – изменение реологических характеристик смазочных материалов.

Решение обеих задач подчинено адаптации работы подшипников в составе СУ для обеспечения минимальных потерь на трение (и таким образом сокращения затрат топлива) и минимизации износа подшипника (что приводит к сокращению затрат на обслуживание и ремонт).

Инженерия поверхности в последнее десятилетие является основным направлением, позволяющим решить задачу повышения ресурса работы подшипников СУ.

В настоящее время один из эффективных способов для повышения износостойкости узлов трения: на поверхность деталей наносят пленки, организованные в результате химической или адгезионной связи. Присутствие в зоне трения таковой пленки существенно изменяет протекающие в ней триботехнические процессы.

Основными механизмами воздействия тонкой пленки можно считать следующие:

- создается положительный градиент механических свойств по толщине пленки, сдвиг материала в пленке происходит с небольшим сопротивлением;
- изменяется характер смачивания и растекания смазочных материалов;
- большинство неметаллических покрытий, представляющие собой сложные неорганические соединения, являются ориентантами, упорядочивающими и создающими структуру в смазочном материале.

Создание пленки на предварительно обезжиренной поверхности детали происходит на рабочих поверхностях деталей узлов трения непосредственно путем окунания детали в раствор перфторкислоты на время 3 минуты. По истечении указанного времени деталь извлекалась из раствора и сушилась в воздушной среде при комнатной температуре. Через 10 мин. на рабочую поверхность наносился смазочный материал, и деталь поступала на сборку узла.

Для исследования кинетики слоя покрытия на сталях, измерение толщины осажденной на стальной поверхности пленки, производилось эллипсометрическим методом. После выдержки в растворе в течении 180 с. толщина пленки стабилизируется и составляет $h = 15 \pm 2$ нм.

На следующем этапе исследовалось изменение энергетических характеристик поверхности после нанесения покрытия путем измерения работы выхода электрона из металла.

Выходу электрона из металла препятствуют силы взаимодействия с кристаллической решеткой, т.е. на поверхности металла имеется поверхностный молекулярный барьер. Покинуть металл могут лишь те электроны, которые имеют энергию, достаточную чтобы преодолеть эти силы. Эта энергия и названа работой выхода электрона из металла.

Для определения энергетических характеристик поверхности металлов производилось измерение краевого угла смачивания. Методом краевого угла смачивания поверхностная энергия материала определяется по измерениям растекания капли масла с известной поверхностной энергией.

По измерениям размеров капли смазочного материала, ее краевого угла смачивания была рассчитана поверхностная энергия материала подложки, результаты предоставлены в таблице.

Было установлено снижение поверхностной энергии стали ШХ-15.

Табл. 1 «Влияние ориентанта на поверхностную энергию стали ШХ-15»

Поверхность стали ШХ 15	Высота капли, мм	Диаметр капли, мм	Краевой угол, град	Поверхностная энергия, Дж/м ²
Чистая	0,06	3,48	3,704	129,246
Покрытая ориентантом толщиной ~15нм	1,14	2,29	89,873	64,684

Пленка перфторкислоты снижает поверхностную энергию стали ШХ-15.

Выполненные исследования указывают на то, что исследуемое покрытие является эффективным барьерным покрытием, которое препятствует вытеканию смазочных материалов из зоны трения, выполненной из стальных деталей, покрытых перфторкислотой.

В связи с этим необходимо исследовать вопрос влияния на граничный смазочный слой покрытия металла тонким слоем перфторкислоты. Наличие поверхностного слоя жидкости определенной толщины обеспечивают межмолекулярные силы. Обычно толщина поверхностного слоя жидкости составляет несколько молекул.

Чем больше межмолекулярные силы, тем на меньшее расстояние молекула может диффундировать с поверхности, тем меньше толщина поверхностного слоя.

Внутренняя граница слоя соответствует началу изменения структуры жидкости в объёме. Стремление поверхности уменьшить свою энергию обуславливает и стремление к снижению поверхностного натяжения. Твердые тела, как правило, уменьшают свою поверхностную энергию за счет этой составляющей благодаря адсорбции других веществ.

К этому способны и жидкости, на поверхности которых, благодаря стремлению уменьшить поверхностную энергию, происходит, кроме того, определенное ориентирование молекул.

Ориентированность молекул особенно характерна для веществ, имеющих несимметричные молекулы. Находясь на поверхности, они ориентируются таким образом, чтобы в сторону, например газовой фазы была обращена та часть молекулы, которая обеспечивает меньшее поверхностное натяжение. Для обеспечения линейной поверхностной энергии молекулы находятся на поверхности, а функциональная группа внутри фазы. Ориентирование поверхностных молекул, безусловно, снижает энтропийную составляющую внутренней энергии поверхностного слоя, так как обеспечивает определенную упорядоченность молекул на поверхности. Таким образом, структура поверхностного слоя формируется в результате самопроизвольного уменьшения поверхностной энергии.

Такое состояние вещества принято считать жидкокристаллическим. Жидкие кристаллы существуют в двух различных состояниях: нематическом и смектическом, зависящих, определенным образом, от распределения атомных групп в молекулах. В нематическом состоянии силы притяжения распределены равномерно по всей длине молекулы. В смектической фазе проявляются заметные центры притяжения.

Только среди органических соединений известны вещества, образующие жидкокристаллическое состояние. Четкого представления о молекулах, способных образовать жидкие кристаллы, пока не имеется. Однако, некоторые общие вопросы относительно их морфологии, типах связей между молекулами и способности веществ находятся в состоянии мезофазы, хорошо изучены.

В результате выполненного анализа выдвинута гипотеза о жидкокристаллическом состоянии граничных смазочных слоев жидкости, которая подвергалась нами экспериментальной проверке путем исследования оптической и диэлектрической анизотропии граничных смазочных слоев.

Ориентационная упорядоченность молекул граничного смазочного слоя приводит к анизотропии их физических, в том числе оптических свойств. В частности, такие упорядоченные фазы обладают оптической анизотропией, знак которой определяется типом ориентационной упорядоченности молекул, а величина зависит от степени ориентационной упорядоченности среды.

Создание гомеотропной структуры пристенного слоя смазочного материала позволяет снизить интенсивность изнашивания до $I_h = 10^{-12}$, что увеличивает долговечность подшипниковых узлов в три раза, обеспечивает гидро-

фобные свойства, а также снижает эксплуатационные затраты на обслуживание и ремонт СУ.

Внедрение нанотехнологий для подшипников качения в судовой энергетике рассмотрим на примере судовых механизмов.

Так, срок службы судовых механизмов в устройстве достигает 20...40тыс.ч. работы. Наработка на отказ в значительной степени зависит от состояния трибосистем механизмов, в которых используются подшипники качения.

Для управления процессами трения в подшипниках качения была использована технология нанесения на рабочие поверхности тонкопленочного ориентанта, который позволяет получить в пристенном смазочном слое заданную структуру расположения молекул (рис.1). Для снижения износа необходимо реализовать гомеотропную структуру пристенного смазочного слоя.

На металлическую поверхность трибосистемы высаживали из раствора пленку толщиной 15нм. В качестве ориентанта использовали высокомолекулярное фтористое соединение, нанесение которого на предварительно обезжиренные поверхности деталей осуществляли из 0,5%-ного раствора ориентанта в хладоне R-113.

Для этого подшипники окунали в растворе на 3 мин. Затем деталь извлекали из раствора, сушили в воздушной среде при температуре 18...25°C, а через 10 мин. наносили базовый смазочный материал на рабочую поверхность, и деталь поступала на сборку узла изделия.

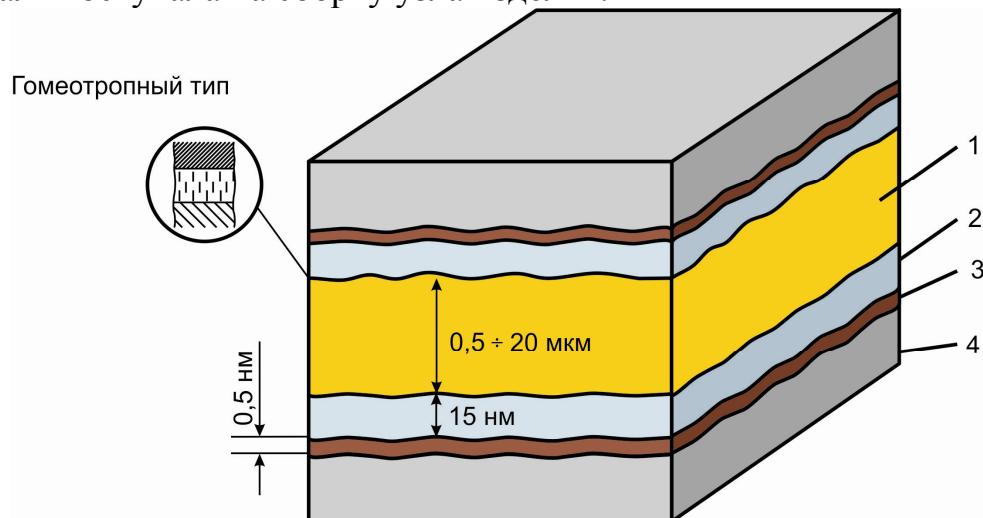


Рис. 1. Схема нанесения смазочного материала на рабочую поверхность узла:
1 – базовый смазочный материал; 2 – ориентант; 3 – пленка оксида металла; 4 – металлическая поверхность узла

Наличие ориентационной упорядоченности поверхностного слоя смазочного материала позволяет повысить удельную нагрузку на пару трения и снизить интенсивность изнашивания на отдельных режимах в 10-100 раз.

Температура подшипников качения, покрытых пленкой ориентанта, в зависимости от нагрузки снизилась на 15...20 °C; наблюдается тенденция к увеличению этой разности с ростом нагрузки. При этом также отмечается снижение шумности на 2...5 Дб.

Можно утверждать, что применение технологии управления процессом трения за счет использования ориентанта на рабочих поверхностях трибосистем приводит к повышению несущей способности смазочного слоя, что достигается упорядочиванием его структуры, созданием барьерного покрытия и удержанием смазочного материала в зоне трения, при этом обеспечивается улучшение условий работы трибосистем особенно на пусковых и переходных режимах работы механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дерягин Б.В., Поповский Ю.М. Жидкокристаллическое состояние граничных слоев некоторых полярных жидкостей // Коллоид журн.1982. Т.44. №5. С. 863-870.
2. Ханмамедов С.А., Пизицали Л.В., Кардаш В. П. Нанотрибология в судновой энергетике // Трение и смазка в машинах и механизмах: научно-техн. и произв. журнал. М. 2011. № 6. С. 23-28.

УДК656.1.61.052

Голиков В.А., Репетей В.Д., Кулик В.Л.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Особенности эксплуатации маломерных судов прибрежного плавания

Постановка проблемы в общем виде и её связь с важными научными и практическими задачами, связана с аварийностью морских судов в прибрежном плавании. Она характеризуется навалами, посадками на мель, опрокидыванием поломками оборудования, сложными навигационными условиями, усталостью экипажей.

Наибольшее количество аварийных морских событий(АМС) в зависимости от места их наступления происходит: в портовых водах – 70%, в прибрежном плавании – 13%, в открытых водах – 17%. По причинам наступления АМС разделяют на: навигационные – 50%, технические – 35%, и организационные – 15%.

Если в портовых водах отмечаются посадки на мель, потеря контроля управления, повреждения, потеря остойчивости, затопления, пожары и взрывы, в в открытых водах – выход из строя судовых технических средств, то в прибрежных водах наиболее часты столкновения и менее часты затопления. Важную роль в АМС играют этапы рейса: заход/выход из порта – 75%, постановка на якорь – 14%, в начале перехода – 7%, а в конце -4%.

В виду того, что средние статистические данные по этапам рейса информативны, то за основу в данном исследовании взят территориальный признак наступления АМС из-за катастрофичности их последствий.

Анализ результатов последних публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.

В монографии В.В. Голикова и В. Д. Репетя [1] приведена статистика, особенностью которой является детальное рассмотрение конкретных обстоятельств аварий с различными типами судов, выявление их причины, определение наиболее аварийно-опасных районов территориальных вод Украины. За последние годы произошло 365 АМС, из которых большую долю занимают маломерные суда однако необнаружено рекомендаций по их устраниению или предупреждению.

В книге В. В. Ярисова [2] приведён анализ АМС с малотоннажными судами на попутном волнении в условиях заливания палубы. Внимание автора акцентировано на АМС в открытом море и влиянии размерений малых судов на опрокидывание предоставленное в виде гистограмм АМС в зависимости от размерений судна: - В/Т – характеристики остойчивости; L/B – скоростной характеристики; H/T – характеристики непотопляемости, где L,B,T,H – длина, ширина, щадка и высота надводного борта судна.

Проанализированы характерные причины АМС связанные с погодными условиями, местом происшествия, интенсивностью волнения, силой и направлением ветра, скоростным режимом судов, родом перевозимого груза и его размещения, в соответствии с которыми около 40% от общего числа аварий опрокидывание судов на попутном волнении, заливание палубы с кормы крупной волной, разворот в сторону накренённого борта, крен на встречу волне, опрокидывание при накате последующих волн.

Автором [2] обращено внимание и на то, что при плавании на попутном волнении необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- наличие фальшборта так как в условиях крутого или разрушающего волнения фальшборт малых судов играет отрицательную роль, когда высота борта соизмерима с высотой разрушающих волн, поэтому фальшборт способствует восприятию судном дополнительного усилия от волнения, а сильная заливаемость палубы низкобортных судов при этом становится неизбежной, поэтому фальшборт следует заменить леерным ограждением;

- недопустим ход судна с большой скоростью по высокому попутному волнению, когда длина волны сравнивается с длиной судна;

- при воне в корму, когда наблюдается оголение кормовой оконечности, рекомендуется уменьшать скорость, чтобы избежать длительной постановки судна на гребень волны;

Службой береговой охраны США представлен статистический отчёт [3] по количеству зарегистрированных аварий. Основными причинами АМС являются столкновения судов и их опрокидывание: опрокидывание стало причиной 439 АМС, повлекших за собой гибель 463 человек.

Подавляющее большинство несчастных случаев на воде происходит вследствие недооценки явления **брочинга** водителями судов, который требует более подробного изучения.

В публикации [4], рассматриваются особенности плавания и поведения судна на попутном волнении. При движении судна на волнении не высота и не длина волн по отдельности, а их крутизна уменьшает скорость хода. При курсе судна на попутном волнении или волнении с кормовых углов возможно

опасное понижение остойчивости и управляемости судна (особенно для малых судов, имеющих длину , углы волнения «в раковину», уменьшают остойчивость, а опасность представляет волна с длиной $(0,6-1,2)L_c$, где L_c – длина судна, м, которая приводит к опрокидыванию от резонанса.

При длине волны $L_b < L_c$ возможна значительная килевая качка судна с оголением гребных винтов особенно, если скорость судна V_c меньше скорости движения волн V_b .

При этом увеличивается рыскливость судна. При положении судна на вершине волны уменьшается его момент инерции, площадь действующей ватерлинии и остойчивость формы. На переднем склоне попутных волн, с $L_b >> (0,6-1,2)L_c$ происходит захват судна волной, потеря управляемости и самопроизвольный его разворот лагом к волне – **брочинг**.

Брочинг происходит в две основные фазы: 1) захват судна волной; 2) разворот судна лагом к волне. Брочингу подвержены малые с $L \leq 50$ м.

Наиболее опасным является захват судна на переднем склоне попутных волн, при $V_c > V_b$ судно на слушается руля из-за прекращения его обтекания гидродинамическим потоком воды, создавая момент опрокидывания.

Если скорость судна больше скорости волн, а $L_b > (0,6-0,8)L_c$, то оно захватывается задним склоном волны. Этот захват проявляется даже при повышенных оборотах двигателя. При этом судно устойчиво держится на курсе.

Выход судна из захвата возможен либо после разворота его лагом к волнам (этот вариант опасен из-за угрозы опрокидывания судна), либо снижением скорости, включая и задний ход.

Разворот судна, движущегося с малой скоростью, лагом к волнению возможен и без захвата его волной. Силы Архимеда на подошве волны вызывают сильное рыскание судна против часовой стрелки, а на вершине волны – слабое рыскание по часовой стрелке. В результате, при прохождении нескольких волн судно постепенно разворачивается лагом к волнам.

Наиболее опасен брочинг при $L \in [1,0; 1,3L]$ при дифференте судна на нос и малой осадке. Такова физическая природа брочинга и управления судном на попутном волнении для маломерных судов.

Выводы

Результатом возникновения брочинга судна «Иволга» на переднем склоне волны стала гибель 34-х пассажиров 15 октября 2015г. В подходном канале п. Белгород-Днестровский.

Безаварийное плавание маломерных судов, обслуживающих пассажиров, требует особой бдительности, из-за непостоянства и кратковременности пребывания людей на борту, которые не готовы к борьбе с морской стихией. Частое игнорирование членами экипажа информации об остойчивости судна, правил размещения пассажиров, неправильный выбор режима хода являются основными причинами возникновения резонанса качки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Репетей В.Д. Аналитика аварийности судов водного транспорта 2001 – 2011: справочник / В.Д. Репетей, В.В. Голиков, А.В. Шемелин // Одесса: Ук-рМорИнформ 2011. – 226с.
2. В.В. Ярисов Особенности эксплуатации малотоннажных судов на попутном волнении в условиях заливаемости палубы в свете обеспечения безопасности мореплавания / В.В.Ярисов// Судостроение: Учебное пособие - 2003. – 48с.
3. Статистический отчет службы береговой охраны США
4. В.Г. Сизов С34 Теория корабля / В.Г. Сизов // [Текст] Учебное пособие – Одесса: ФЕНИКС, 2003 -284с

УДК 621.433.2

Чепалис И.В., Козьминых Н.А.

Дунайский институт Национального университета "Одесская морская академия"

Совершенствование системы топливоподготовки среднеоборотных газодизелей на судах-метановозах

Особенности конструкции мембранных грузовых танков метановозов определяют узкий эксплуатационный диапазон давлений паров груза 4 – 9 кПа. Стабилизация давления паров в грузовых танках производится посредством отбора «горячих» паров из купола танка. Значительное количество и высокий энергетический потенциал паров груза определил их использование в качестве топлива энергетической установки, как наиболее рациональный метод утилизации паров СПГ [1].

Состав паров груза характеризуется значительным содержанием низкокипящим компонентов сжиженного природного газа (СПГ): метана и азота. Пропорции метан–азотной смеси зависят от компонентного состава самого груза, его температуры и условий транспортировки/хранения. В зависимости от состава теплотворность газа будет колебаться в широких пределах, но тем не менее, характеризуется высоким метановым числом. В результате, в двигатели метановозов может поступать газ с различными эксплуатационными свойствами.

В таблице 1 указаны молярные составы паровой и жидкой фаз СПГ в грузовых танках метановозов непосредственно после погрузки с некоторых охлаждающих заводов. Состав паровой фазы получен на основании уравнения состояния Пенга-Робинсона, результаты которого с достаточной точностью [2] описывают поведение многокомпонентной смеси нормальных углеводородов в области линии кипения при давлениях близких к атмосферному. Как видно из таблицы 1, увеличенное содержание азота в составе паров груза можно наблюдать в случаях относительно «холодного» груза (Хаммерфест, Арзев, Рас Лаффан).

Таблица 1. Состав паровой и жидкой фаз для СПГ некоторых охлаждающих заводов

Ожижательный завод	Фазовое состояние	Молярный состав, %							Температура
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂	
Рас Лаффан	Жидкость	92,95	6,28	0,14	0	0	0	0,63	-160,3
	Пар	95,19	0	0	0	0	0	4,81	
Хаммерфест	Жидкость	92,176	5,568	1,18	0,109	0,3	0,018	0,649	-161,9
	Пар	84,27	0	0	0	0	0	15,73	
Арзев	Жидкость	87,7	8,4	2,19	0,299	0,447	0	0,96	-161,55
	Пар	82,41	0	0	0	0	0	17,57	
Поинт Фортина	Жидкость	97,88	1,79	0,25	0,033	0,0229	0,0059	0,0224	-159,6
	Пар	99,95	0,02	0	0	0	0	0,03	
Бонни	Жидкость	91,79	5,53	2,02	0,32	0,29	0,011	0,039	-159,1
	Пар	99,87	0,02	0	0	0	0	0,11	

Проблемы неустойчивой работы среднеоборотных газодизелей после погрузки упоминались в [3]. Отмечалось, что после погрузки на некоторых ожигательных заводах СПГ длительность открытия впускного газового клапана газодизелей значительно превышалась и двигатели аварийно преключались на жидкое топливо. После установки в систему топливоподготовки газового хроматографа было установлено, что молярная доля азота в парах груза достигала $y_{N_2} \approx 30\%$.

Азот снижает теплотворность газа и, соответственно, возможность устойчиво использовать пары груза в качестве топлива. Влияние теплотворности горючей смеси на мощность двигателя можно заметить из уравнения эффективной мощности двигателя:

$$N_e = KV_h Q_{cm} \eta_v \eta_i \eta_m n,$$

где K – коэффициент; V_h - рабочий объем двигателя; Q_{cm} – теплотворность рабочей смеси Дж/нм³; η_v – коэффициент наполнения; η_i – индикаторный КПД; η_m – механический КПД; n – частота вращения.

Из уравнения следует, что мощность двигателя прямо пропорциональна теплоте сгорания горючей смеси [4].

Кроме того, из опыта эксплуатации газодизелей отмечено, что при повышенной концентрации азота в парах груза происходит неравномерное распределение нагрузки по цилиндрам, кратковременные забросы температуры выхлопных газов, значительно снижается приемистость и увеличивается склонность двигателя к детонации.

Производитель двигателей Wärtsilä предъявляет требования к минимальной теплотворности газового топлива для среднеоборотных газодизелей

$H = 28$ МДж/нм³ (табл. 1), что соответствует молярной концентрации азота в составе паров груза $y_{N_2} \approx 30\%$. Однако из наблюдений автора за работой газодизеля Wärtsilä 6L50DF было установлено переключение на жидкое топливо при нагрузке 82%, когда концентрация азота в парах груза составляла $y_{N_2} \approx 4,39\%$.

Таблица 2. Основные требования к качеству газового топлива газодизеля Wärtsilä 50DF

Параметр	Единицы измерения	Величина
Объемная низшая теплота сгорания, мин	МДж/нм ³	28
Метановое число, мин		80
Содержание метана, мин	%	70
Температура	°C	0 - 50 °C

На рис.1 представлена схема системы топливоподготовки среднеоборотных газодизелей на метановозах, из которой видно, что подготовка газового топлива происходит только по параметрам температуры, а удаление азота не предусмотрено.

Из вышесказанного можно сделать вывод: для устойчивой работы газодизелей на парах груза необходимо максимально отделить их от азота.

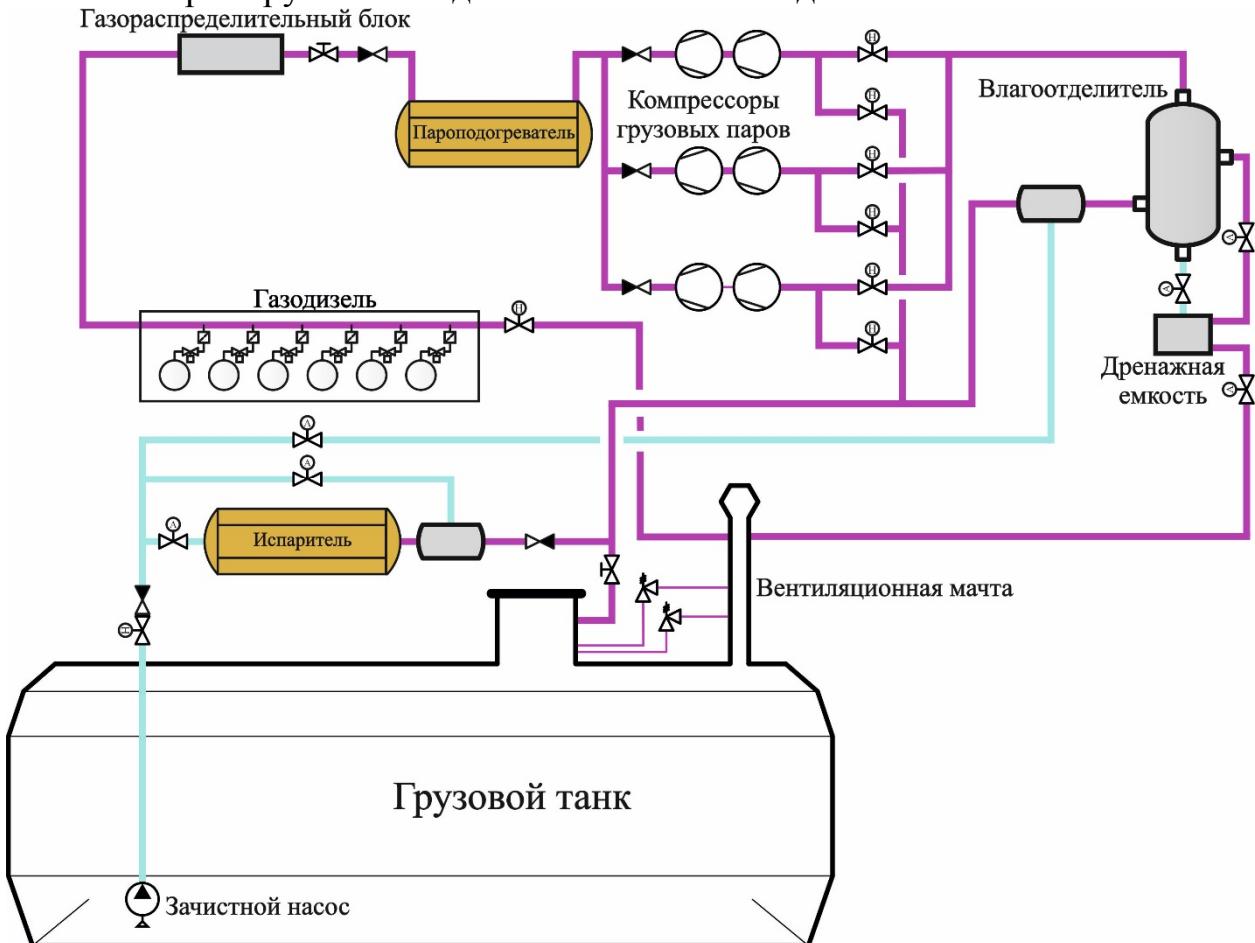


Рис. 1 Система топливоподготовки среднеоборотных газодизелей на метановозах

На сегодняшний день в отрасли переработки природного газа существуют четыре основных метода отделения азота от природного газа.

Установка криогенного разделения с одной колонной, может быть использована для смесей с содержанием азота < 20%. Однако, экономически выгодным этот метод является при потоках газа 60000 – 125000 нм³/ч, что более характерно для охлаждающих заводов.

В основе процесса адсорбционного разделения газовых сред лежит явление связывания твердым веществом, называемым адсорбентом, отдельных

компонентов газовой смеси. Это явление обусловлено силами взаимодействия молекул газа и адсорбента. Работа адсорбционных газоразделительных систем основана на том, что поглощение компонента газовой смеси сильно зависит от температуры и парциального давления. Таким образом, регулирование процесса поглощения газов и регенерации адсорбента происходит путем изменения давления и/или температуры. Однако технология также экономически более оправдана при значительных потоках газа.

Сепарация потока через мембранные. Мембранные – селективные, полупроницаемые барьеры, которые позволяют проходить компонентам газа при различных потоках. Проницаемость определяется как поток, при котором газ проходит через мембрану стандартной толщины при стандартной движущей силе (перепад давлений 1 см.рт.ст.). Этот метод более энергоэффективен, по сравнению с остальными из-за своей простоты [5] Технология мембранныго разделения газов получила распространение в сфере переработки природного газа в середине 80-х годов прошлого столетия для отделения CO₂. Разделение происходило за счет разницы размера молекул и проницаемости CO₂ в 10-15 раз больше метана. Однако, разница в размерах молекул метана и азота незначительны: кинетический диаметр CH₄ = 3,8 Å ; N₂ = 3,64 Å . На сегодняшний день разработаны мембранные, сепарация которых основана на разнице в растворимости двух газов в мембране. Метан в семь раз более растворим в некоторых полимерах, чем азот. Эта разница в растворимости используется для производства мембран, которые в 3 - 4 раза более проницаемы для метана, чем для азота.

Сепарация метан-азотной смеси мембранный технологией отличается простотой конструкции, энергоэффективностью при относительно малых потоках и приемлема для использования в судовых условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чепалис И.В. Анализ систем подачи природного газа в двухтактные газодизели на судах-метановозах // Технические газы, 2016. - № 3. – С. 65-70.
2. Брусиловский А.И. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа. // Москва: “Грааль”, 2002. - 575 с.
3. Jean-François Castel, Jérémie Leriche Feedback on the operation of the dual fuel diesel electric propulsion on LNG carriers: impact of gas fuel quality on propulsion efficiency.
4. Коллеров Л.К. Газовые двигатели поршневого типа. // Москва: Машгиз. 1955. – 211 с.
5. Albert Bradley Curtis III, Monique Wess. Commercialization of Nitrogen - Rich Natural Gas. 2008. – 33р.

Харін В.М., Стукаленко О.М.

Національний університет «Одеська морська академія»

Про доцільність використання режиму спільної роботи насосів рульових машин

Усталена багаторічна практика використання рульових машин така: при плаванні у відкритому морі працює один насос, а в складних навігаційних умовах (протоках, каналах, шлюзах, акваторіях портів, в льодовій обстановці тощо) та при швартовних операціях (у портах та відкритому морі) включають в паралельну роботу обидва насоса, що забезпечує підвищення швидкості перекладки керма приблизно в 2 рази. У цьому випадку зменшується стала часу затримки повороту і за рахунок цього судно швидше реагує на керуючі впливи.

Зауважимо, що всі без винятку фірми-виробники рульових машин дозволяють використовувати режим роботи двох насосів. Однак при цьому режимі багато рульових машин працюють недостатньо надійно, відбуваються їх відмови, в тому числі "загадкового" характеру. Створилася, таким чином, суперечлива ситуація, коли капітани, як правило, "за" використання режиму спільної роботи насосів, а старші механіки - "проти". Ця ситуація виявилася міжнародною, тому IMO була змушенна розглянути її, але прийняла цікаве рішення в поправках до МК "СОЛАС-74", 1981р., (правило 19-1) [1].

Воно сформульоване так: "В районах, де судноводіння вимагає особливої обережності, на суднах повинно працювати більше одного силового агрегату рульового приводу, якщо такі агрегати можуть працювати одночасно".

Така рекомендація нічого не дала експлуатаційникам (судноводіям і механікам) і це не випадково. Для вирішення суперечливої проблеми потрібні результати докладних досліджень за двома напрямами:

1. Який вплив режимів роботи рульових машин на маневрені характеристики суден і наскільки суттєво вони поліпшуються при роботі двох насосів в порівнянні з одним?

2. Які причини відмов рульових машин при спільній роботі насосів і які можуть бути запропоновані рекомендації для їх запобігання?

Такі дослідження раніше не проводилися, тому рішення IMO виявилося неспроможним.

Однак такі дослідження проводилися протягом багатьох років на кафедрі СДУ ОНМА (нині НУ «ОМА») та отримані докладні результати [2].

Були проведенні в натурних умовах дослідження повороткості суден при різних характеристиках і режимах роботи ГРМ. Використовувалися типові маневри: координат, відворот від зустрічного судна і зигзаг.

Зокрема маневр зигзаг для судна «М. Свєтлов» (водотоннажність 11600 т) показаний на рис. 1. Тут позначено: ϕ – курсовий кут судна; α – кут перекладки керма; 1 – графік маневру при роботі одного насоса ЕГРМ; 2 – графік маневру при роботі двох насосів; 3 – графік зміни кута α при роботі двох насосів; A_1 і A_2 – максимальні величини курсових кутів (амплітуди коливань

судна на курсі); T_1 і T_2 – періоди маневрів. При одному насосі час перекладки керма відповідає $t_p = 24$ с, а при двох – 13 с.

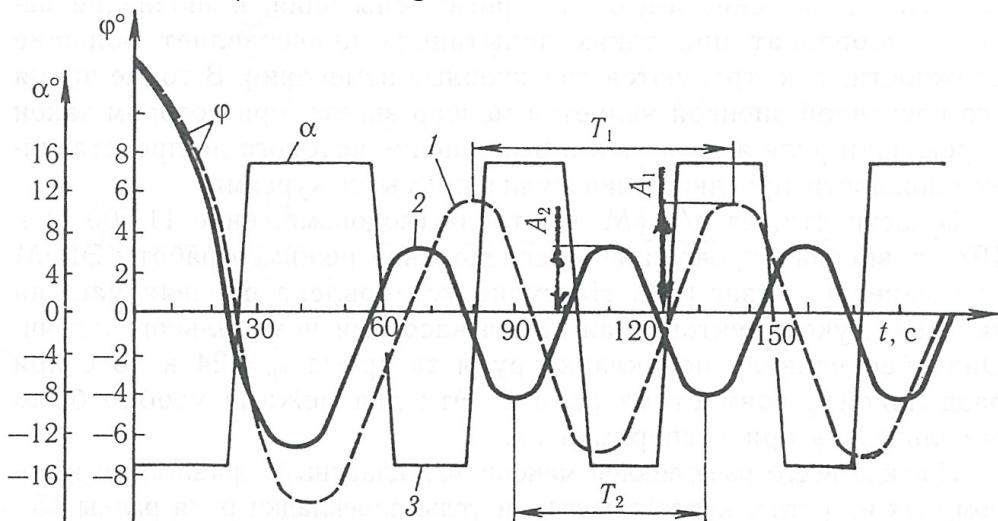


Рис. 1. Типові графіки маневру зигзаг при роботі рульової машини з одним та двома насосами

Порівняння графіків 1 і 2 показує, що при спільній роботі насосів (графік 2) значно зменшуються курсовий кут A_2 і період T_2 щодо A_1 і T_1 . Наприклад, час виконання маневру T_2 зменшується від 60 до 44 с. Це характеризує підвищення маневреності судна.

Натурні випробування були продовжені на суднах різної водотоннажності: серія "Славянськ" (18300 т), "Герої Панфиловць" (20000 т), "Зоя Космодем'янська" (62000 т) і ін.

Встановлені на цих суднах російські ГРМ марок Р17, Р18 і Р21 забезпечували перекладання керма з одного борту на інший за час $t_p = 24$ с при дії одного насоса і 13 с при спільній роботі двох насосів.

Методика виконання натурних експериментів була аналогічною.

В процесі натурних випробувань не обов'язково креслити графіки. Можна використовувати штатний курсограф, який накреслить на стрічці зміну курсового кута.

На рис. 2, а наведена курсограма т/х "Зоя Космодем'янська" при виконанні маневру "експлуатаційний" зигзаг. Позначення параметрів відповідають попереднім графікам. Вертикальна вісь являє зміну курсового кута ϕ . Ділянка 1 курсограми відповідає роботі ГРМ з одним насосом, а ділянка 2 – спільній роботі насосів. Різниця амплітуд $2A_2$ порівняно з $2A_1$ і періоду T_2 порівняно з T_1 очевидна.

На рис. 2, б показана курсограма маневру "експлуатаційний" зигзаг, виконаного т/х серії "Ізвестия" (водотоннажність 17800 т).

Ці судна обладнані лопатевими рульовими машинами марки HS 180D і авторульовими типу "Decca Pilot 757". Їх гвинтові насоси постійної подачі забезпечують перекладання керма за 42 с при дії одного насоса і за 21 с – при їх спільній роботі. Зауважимо, що Правила Регістру допускають комплектацію такими насосами суховантажних суден

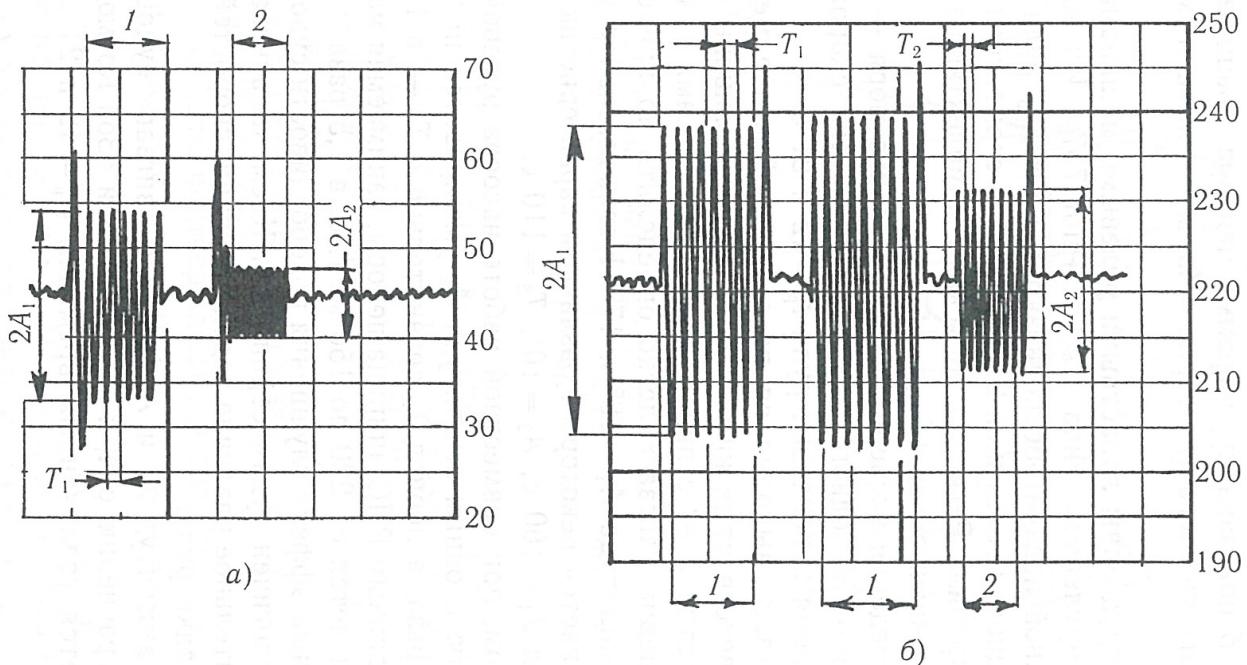


Рис. 2. Курсограма суден при виконанні маневру "експлуатаційний" зигзаг. "Зоя Космодем'янська" (а) і "Ізвестія" (б)

Умови проведення експериментів: стан моря – штиль; перекладання керма від 30° одного борту до 30° іншого; швидкість судна – 7,5 вуз. Час перекладки керма $t_p = 42$ і 21 с.

Маневр "зигзаг" виконувався за аналогічною методикою. Ділянка 2 відповідає режиму роботи рульової машини з двома насосами, а ділянки 1 – з правим і лівим насосами роздільно. Параметри маневру "зигзаг" легко визначити за наведеною курсограмою: амплітуда $A_1 = 18^\circ$, $A_2 = 10^\circ$, $T_2 = 110$ с.

Таким чином, при спільній роботі насосів амплітуда A_2 зменшується порівняно з A_1 в 1,8 рази, а період T_2 порівняно з T_1 – в 1,5 рази. Крім того, за даними РЛС, ширина смуги, займана "зигзагом", зменшується від 220 до 150 м, тобто в 1,5 рази.

Позитивний ефект поліпшення маневрених характеристик суден серії "Ізвестія" аналогічний суднам серії "Зоя Космодем'янська", незважаючи на значну відмінність водотоннажностей, швидкостей ходу і часу перекладки керма.

Однак зауважимо, що амплітуди A_1 і A_2 маневру "зигзаг" т/х "Ізвестія" у порівнянні з A_1 і A_2 т/х "Зоя Космодем'янська" значно більші. Це пояснюється збільшеним часом перекладки керма і свідчить про суттєве погіршення поворотості судна. Судноводії т/х "Ізвестія" підтверджують цей факт і говорять про складності управління судном при роботі одного насоса ГРМ ($t_p = 42$).

Таким чином, результати досліджень свідчать про доцільність використання ГРМ в режимі двох насосів для підвищення швидкості перекладки керма і, відповідно, поліпшення маневреності суден при плаванні в складних навігаційних умовах і під час виконання швартовних операцій.

Однак при спільній роботі насосів можливі характерні відмови ГРМ. Вони будуть розглядатися у подальшій роботі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Поправки 1981 г к Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года. - М.: В/О «Мортехинформреклама», 1984. – 392 с.
2. Харин В.М. Гидравлические рулевые машины (Пособие для судоводителя). – Одесса: Астропринт, 2007. – 208 с.

УДК 629.5.065: 629.546.2

Дрозд О.В., Худенко Г.О.
Національний університет «Одеська морська академія»

Особливості конструкції окремих елементів вантажного комплексу CSL суден

У світовому судноплавстві перевезення масового вантажу, а саме, навалочного, здійснюються балкерами, доля яких складає приблизно 10% серед типів суден світового флоту.

Серед балкерів поширюється експлуатація саморозвантажних балкерів, які мають значні конструктивні особливості у порівнянні з класичним балкером. Це стосується попідтримного простору і враховується під час розрахунків судна на запас плавучості і непотоплюваності, експлуатації баластної системи і проведенні вантажних робіт.

Завантаження такого типу балкера здійснюється береговими засобами, а вивантаження-власним судновим комплексом.

Вантажний комплекс містить установки неприпинної дії - стрічкові конвеєри під трюмами, с-образний підйомник - здвоєний вертикального розташування стрічковий конвеєр закритого типу та палубний стріловий конвеєр.

Стрічковий конвеєр - це неприпинно діючий механізм, спрямований на транспортування з об'єднаними вантаженесучим і тягнутим механізмами у вигляді замкнутої гнучкої стрічки. Уздовж довжини судна стрічка спирається на нерухомі роликові опори й рухається завдяки сили тертя поміж стрічкою й приводним блоком. Загальний вигляд приводного блоку конвеєра, до якого входить ведучий ролик, показано на рис.1.

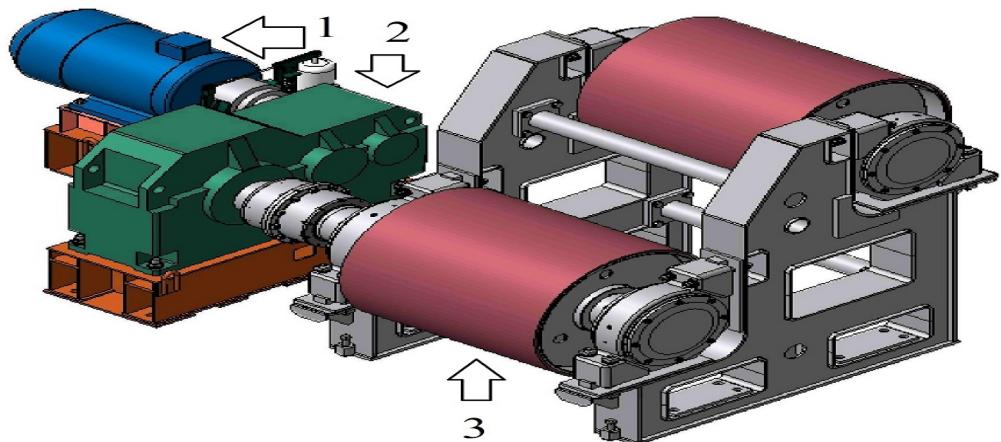


Рис.1.Загальний вид приводного блоку
1-приводний електродвигун; 2-редукторна передача;3-ведучий ролик.

Упродовж всіх трюмів з правого і лівого бортів судна тягнуться тонелі. У підтрюмному просторі ідуть дві симетричні транспортні стрічки конвеєрів. Стрічки уявляють собою стрічкові полотна з армірованого високоміцного антифрикційних сортів каучуку, пронизані спеціальною тонкою й гнучкою арматурою для поліпшення міцності на розрив. Стрічка має габарити: товщину 3 см, ширину 1 м і довжину приблизно 160 м.

Поперек довжини стрічки упродовж всього комплексу обертаються на підшипниках свого нерухомого фундаменту (ставу) пустотілі циліндрові ролики, які надають стрічці можливість сприймати силу тертя кочення й значно зменшити коефіцієнт тертя. Також з обох боків ставу встановлені менші за розміром ролики під кутом 45° до основної площини судна, які додатково перешкоджають випадінню вантажу з обох боків стрічки. Бокові ролики приведено на рис.2.



Рис.2. Бокові підtrzymуючі ролики

Третій різновид роликів, що забезпечує натяг стрічки, надано на рис. 3.

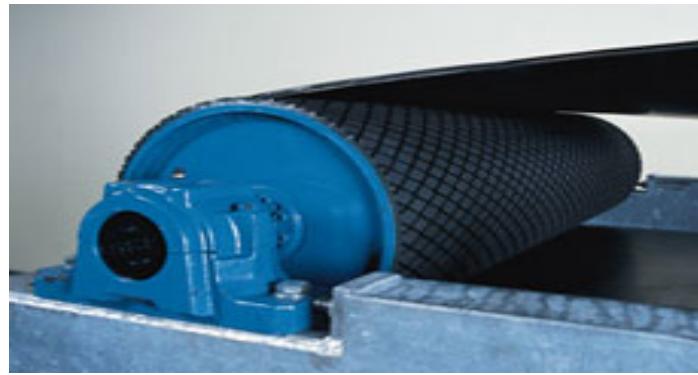


Рис.3. Пустотілий ролик натягу стрічки

Роликам відведено важливу роль у забезпеченні надійності вантажного комплексу та підтриманні його працездатності, ураховуючи, що сучасний саморозвантажний балкер має високу продуктивність ($4,5 \div 6,0$)тисяч тонн за годину й швидкість руху стрічки 1,5 м/с.

Ролики встановлюють з кроком 60 см на ведучий гілці стрічки та 100 см на холостій гілці стрічки конвейєра.

Ураховуючи багату кількість встановлених по усій довжині стрічок роликів, їх технічна експлуатація й піддержання у робочому стані набуває певного значення.

На суднах використовують ролики важкого типу на конічних роликоопорах, які витримують значні навантаження. Діаметр ролика вибирають у залежності від ширини стрічки, її швидкості й навантажень. Ролики ведучої гілки стрічки згідно з вимогами Регістру мають діаметр 133 мм, холостої гілки - 89 мм.

Залежність діаметру ролика від матеріалу і навантаження враховується за формулою (1):

$$D_6 = k_1 k_2 z, \quad (1)$$

де k_1 - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу стрічки; k_2 - коефіцієнт, враховуючий призначення ролику, силу натягу стрічки й кут захоплення ролику;

z - кількість прокладок в стрічці з тканини.

Обраний діаметр приводного ролика має бути перевіреним через тиск стрічки на поверхню ролика:

$$P = \frac{S_6 360}{\pi D B_\alpha}, \quad (2)$$

де S_6 – кінцева радіальна сила, яка діє на ролик;

α – кут захоплення стрічкою ролика (в градусах);

B_α – ширина стрічки;

D – діаметр ролика;

p – допуск тиску для стрічок (лежить в межах 0,2...0,5 МПа).

Строк служби ролика становить від 1 до 2 років в умовах планового навантаження й штатного технічного обслуговування.

За технічне обслуговування (ТО) несе відповідальність старший механік, а безпосередньо ТО виконують тонельні мотористи: старший і помічник.

Старший моторист відповідає за пускові операції й вивантаження разом з вантажним помічником, відповідальним за хід або припинення операцій вивантаження, і вахтовим електромеханіком.

Окрім пускових операцій, мотористи повністю займаються ТО конвеєрів. Сюди входять роботи з склеювання спеціальними надміщними молекулярними kleями стрічки у випадку невеликих пошкоджень або застосування спеціальних шаф великої напруги (вулканайзерів) у разі великого розриву стрічки, обслуговування роликів усіх типів, редукторів і гідралік клінкетних дверей, які поділяють конвеєрний простір на водонепроникні відсіки.

Ролики замінюють по декілька штук відразу на всій ділянці, що підлягає заміні. Бракувальні ознаками роликів є: перекоси, вибійни більш як на 20% поверхні, корозія більш як (20÷30)% поверхні.

З точки зору експлуатації усіх типів роликів, при проведенні ТО найбільш пошкоджені ролики ремонту не підлягають, а просто замінюються на нові з таких самих матеріалів та габаритів, бажано оригінального виробництва.

З точки зору забезпечення безпеки роботи стрічкового конвеєра були продумані спеціальні канати, які простягаються упродовж всієї стрічки з обох її сторін. Потягнувши за будь який з них, комплекс зупиняється, що забезпечує велику ймовірність уникнути травм, якщо під час обслуговування стрічки була раптово введена у експлуатацію.

У разі великих пошкоджень розвантажувальної системи судно має стати на ремонт у док.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров М.П. «Подъемно-транспортные машины»//2-е изд. перераб.-М.: Машиностроение , //1984-336 с.
2. Матеріали судна CSL «Metis» (V-Ships Ukraine).

УДК 629.5.045.23 +621.561.59

Ольшамовский В.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Комбинированная система отвода теплоты конденсации холодильного агента

Холодильная техника в настоящее время развивается стремительными темпами и в тоже время является энергоёмким производством. Затраты электроэнергии на выработку холода, согласно проведенным исследованиям, составляют от 40 до 60 % от общих энергозатрат предприятия. Требования к снижению энергопотребления холодильной установкой становятся всёжё-

щества возрастающих цен на энергоносители и электроэнергию. Нельзя также забывать о том, что последнее десятилетие сопровождается ростом температуры окружающей среды и продолжительностью поддержания её на высоком уровне в летний период. Привысоких температурах окружающей среды холодильные установки вынуждены работать при повышенных температурах конденсации холодильного агента, что в свою очередь увеличивает энергопотребление установкой на 1,5 - 2 % на каждый градус увеличения температуры конденсации.

Пути снижения энергопотребления торговым холодильным оборудованием различны:

- прежде всего должен быть правильно выполнен проект системы холода-снабжения всей установки, учитывающий:
 - специфику предприятия;
 - место расположения холодильной установки;
 - температурные режимы хранения продуктов;
 - температуру окружающей среды;
 - специфику расположения как отдельных элементов холодильной машины, трубопроводов, так и всего комплекса оборудования с соблюдением правил и норм техники безопасности;
- подбор основных и вспомогательных элементов холодильной установки должен быть согласован таким образом, чтобы холодильная установка работала в оптимальном режиме, обеспечивающем минимальные температурные перепады в теплообменном оборудовании (конденсаторах, охлаждающих приборах и др.);
- система управления и защиты холодильной установки должна быть комплексной с использованием достижений современной электронной техники;
- монтаж оборудования должен быть качественным с соблюдением современных технологических требований и норм к монтажным работам;
- обязательно должны быть проведены испытания систем холодильной установки на прочность и плотность в полном объеме с оформлением соответствующих актов;
- пуско-наладочные работы должны обязательно включать настройку приборов защиты и управления, учитываяющую то, что установка должна устойчиво работать в автоматическом режиме круглый год с периодическим обслуживанием.

Одним из возможных вариантов снижения затрат электрической энергии холодильным оборудованием стационарных холодильных установок может служить комбинированная система отвода теплоты конденсации холодильного агента, позволяющая круглогодично поддерживать температуру конденсации холодильного агента на уровне не превышающем 43 °С, что особенно важно при повышении температуре окружающей среды выше +35 °С. Комбинированная система отвода тепла конденсации холодильного агента включает:

- воздушный конденсатор;
- конденсатор, охлаждаемый водой;

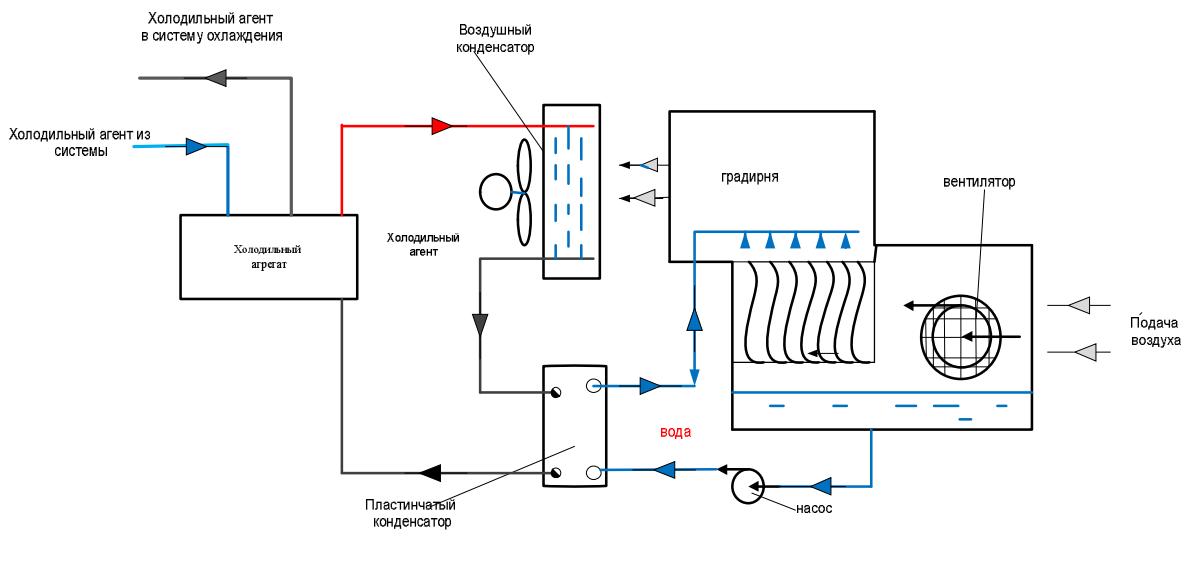
- вентиляторную градирню;
- циркуляционный водяной насос с системой трубопроводов

Такая система отвода теплоты конденсации холодильного агента была испытана на универсальной холодильной установке с двумя температурами кипения холодильного агента (минус 28 °С и минус 8 °С) холодопроизводительностью 58 кВт. Подбор теплообменных аппаратов – воздушного конденсатора и конденсатора, охлаждаемого водой (пластинчатого теплообменника), при разработке данной системы отвода теплоты конденсации холодильного агента осуществлялся с учётом того, что система должна работать:

- круглогодично;
- при повышенных температурах окружающей среды работают оба конденсатора последовательно;
- конденсатор воздушного охлаждения выполняет роль форконденсатора с возможной частичной конденсацией холодильного агента;
- в холодный период года, при пониженной температуре окружающей среды работает конденсатор воздушного охлаждения;

При разработке данной системы отвода теплоты конденсации холодильного агента градирню расположили таким образом, чтобы воздух, выходящий из градирни, был направлен на вход в воздушный конденсатор холодильной системы. Холодильное оборудование эксплуатировалось в различные периоды года – осенью, зимой, весной и летом. Опыт эксплуатации показал работоспособность данной схемы отвода теплоты конденсации холодильного агента в различные периоды года.

Контроль рабочих параметров холодильной установки с комбинированной системой отвода теплоты конденсации холодильного агента осуществлялся в течение года. При проведении контроля рабочих параметров холодильной установки проведены замеры давления конденсации холодильного агента, а также температурные перепады холодильного агента и воды на конденсаторах, воздуха на градирне, изменение относительной влажности воздуха в градирне.



Принципиальная схема комбинированной системы отвода теплоты конденсации холодильного агента

Проведенные замеры показали:

- давление конденсации холодильного агента оказалось ниже на 3,5 – 5,5 бара относительно расчётного давления конденсации при использовании конденсатора воздушного охлаждения;
- снижение температуры конденсации автоматически привело к снижению температур нагнетания и конденсации на 5 -8 °C;
- использование конденсаторов водяного охлаждения позволяет дополнительно переохладить холодильный агент на 3,5 – 4,5 °C;
- увеличить удельную холодопроизводительность холодильного агента за счёт дополнительного переохлаждения;
- вода в градирне охлаждалась 3,5 – 4 °C при относительной влажности воздуха на входе в градирню 52 – 57 %;
- воздух, прошедший через градирню, охлаждался на 3,5 °C;

Применение представленной системы отвода теплоты конденсации холодильного агента позволяет снизить энергопотребление холодильной системы только за счёт снижения давления конденсации в жаркий период года до 10%, при этом снижение температуры нагнетания улучшает условия смазки компрессоров, тем самым увеличить срок их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брайдберг Г.Й. Проектирование холодильных установок.
2. Лэнгли Б.К. "Холодильная техника и кондиционирование воздуха. М.ЛиПП.1981г.).
3. Гоголин А.А. и др. "Интенсификация теплообмена в испарителях холодильных машин" М.ЛиПП. 1982 г.)

Удосконалення суднової системи комфортного кондиціонування повітря

Суднова система комфортного кондиціонування повітря (ССККП) призначена для постійного підтримування комфортних мікрокліматичних умов в суднових приміщеннях. Тепловологісне навантаження на приміщення систематично змінюється, так як судно експлуатується протягом всього року в різних кліматичних зонах з різними параметрами зовнішнього повітря і температурою забортної води. Крім того, можлива зміна і внутрішніх тепло-і вологовідділень в приміщеннях також в одних приміщеннях, за бажанням їх мешканців можуть підтримуватися параметри (зазвичай температура і рухомість повітря), відмінні від параметрів в інших приміщеннях.

Відомо, що Суднові системі комфортного кондиціонування повітря (ССККП) класифікують за такими основними ознаками:

- по часу використання - цілорічні, літні та зимові
- по місці обробки повітря - централізовані, центрально-місцеве, місцеве та автономне;
- по числу магістральних повітропроводів, підводячих повітря від центрального або групового кондиціонера до каютного повітророзподільника, - одне і двоканальні;
- по швидкості повітря в магістральних повітревідвідводниках - низькошвидкісні (15 - 17 м / с), середньошвидкісні (17 - 22 м / с) і високошвидкісні (22 - 33 м / с);
- по складу оброблюваного повітря - рециркуляційні, в яких обробляється суміш зовнішнього повітря та повітря з приміщенів, і прямоточні, що обробляють тільки зовнішнє повітря;
- по тиску повітря за кондиціонером - низьконапірні (0,6 - 1,0 кПа), середньонапірні (1,0 - 2,5 кПа) і високонапірні (2,5 - 4,8 кПа);
- по способу індивідуального регулювання температури в житлових та службових приміщеннях - з регулюванням кількості, або температури припливного повітря; з регулюванням одночасно кількості і температури припливного повітря;
- по здатності повітророзподільників ежектоювати повітря в приміщеннях - ежектуючі і неежектуючі.

З урахуванням вище представлених ознак на сучасних суднах використовують наступні суднові системи комфортного кондиціонування повітря - центральні, місцеві, центрально-місцеві, автономні.

В центральних ССККП виробництво холоду, теплоти і тепловологісна обробка повітря централізовані.

В місцевих ССККП централізовано проводиться тільки холод або теплота, а повітря обробляється в місцевому кондиціонері, що обслуговує одне приміщення або групу суміжних приміщень. По трубопроводах, що з'єднує центральну установку і місцевий кондиціонер, циркулює холодо- і тепло-

носій. В центрально-місцевих ССККП виробництво холоду, теплоти та обробка свіжого повітря здійснюється в центральному кондиціонері, а в місцевих кондиціонерах обробляється рециркуляційне повітря приміщень.

Автономний кондиціонер встановлюється в приміщенні. Він являє собою агрегат для виробництва холоду, теплоти і обробки повітря. Застосовуються також групові автономні кондиціонери, які обслуговують кілька приміщень.

В представленої роботі розглядаються питання по удосконаленню центральної ССККП. На рисунках представлена діюча і принципова схеми одноканальної прямоточно-рециркуляційної ССККП.

Зовнішнє повітря проходить через заборний пристрій (ЗП), очищується від пилу в протипиловому фільтрі (ПФ₁), нагрівається передньо в первинному повітрянагрівачі (ПН₁) і поступає в змішувальну камеру, де змішується з рециркуляційним повітрям (РП). Далі суміш зовнішнього і рециркуляційного повітря поступає в всмоктувальну полость електровентилятора (ЕВ). В вентиляторі тиск повітря підвищується до 2000Па. Потім повітря проходить через повітряохолоджувач (ПО), вторинний повітрянагрівач (ПН₂), зволожувач (З), каплеуловлювач (КУ), повітрярозподільник (ПР) і поступає до жилих і службових приміщень. Частина каутного повітря удаляється в атмосферу, а інша частина повітря (рециркуляційне повітря) забирається з коридорів і направляється в змішувальну камеру кондиціонера.

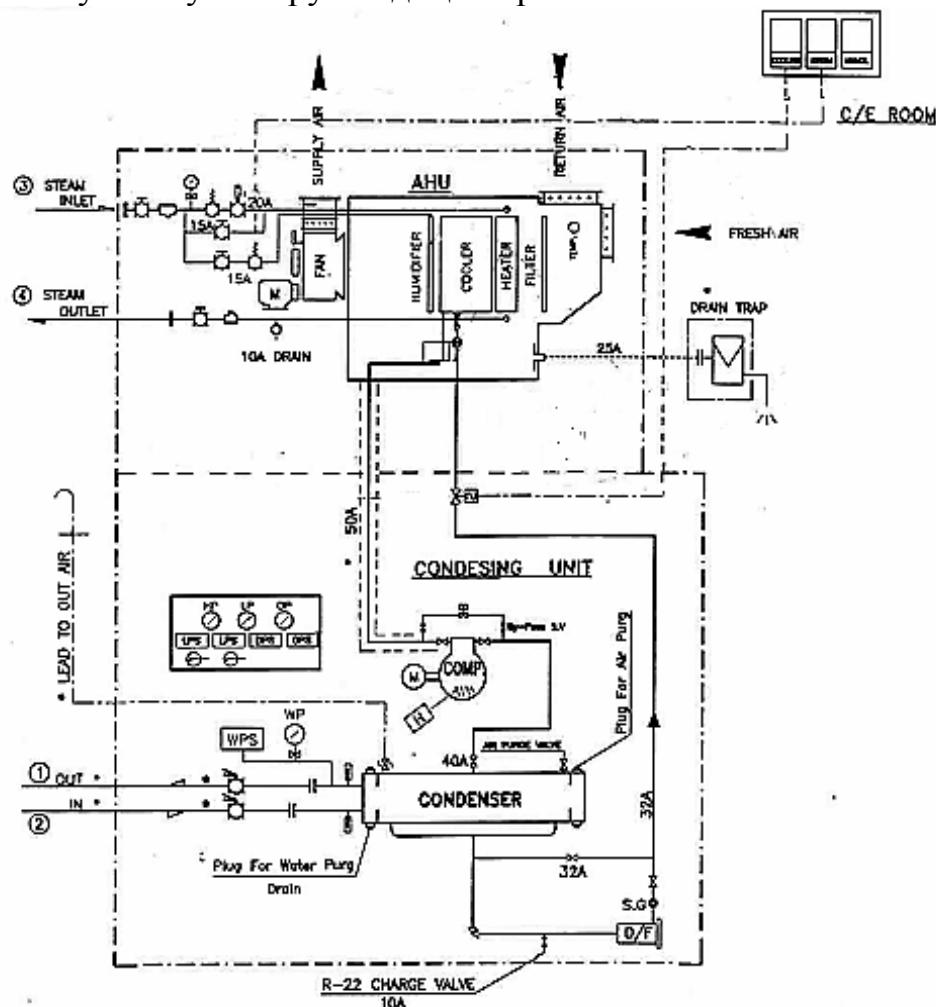


Рис.1. Діюча суднова система кондиціювання повітря

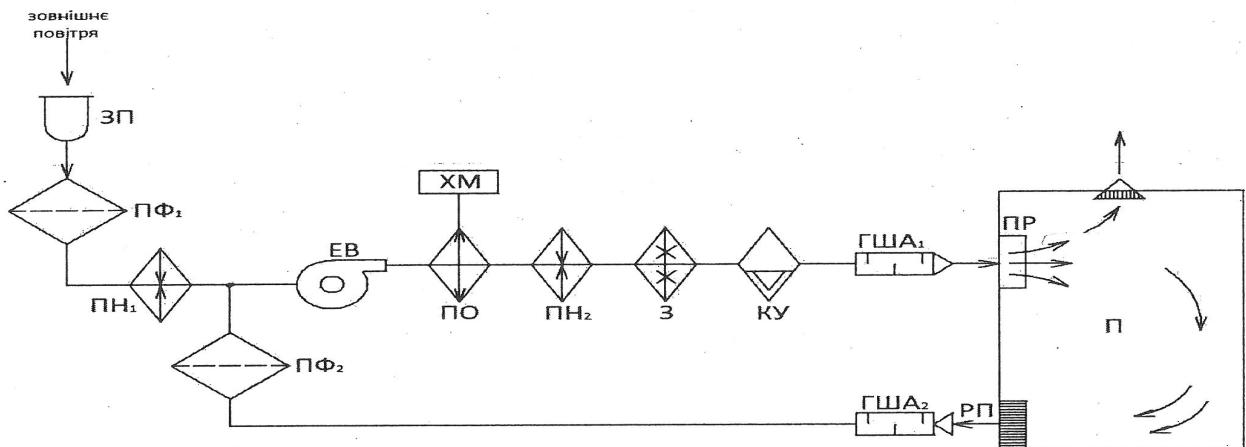


Рис.2. Принципова схема одноканальної прямоточно-рециркуляційної ССКП, де:
ЗП – заборний пристрій; ПФ₁ і ПФ₂ – протипилові фільтри; ПН₁ – первинний повітро-нагрівач; ЕВ – електровентилятор; ПО – повітряохолоджувач; ПН₂ – вторинний повітро-нагрівач; ХМ – холодильна машина; З – зволожувач; КУ – каплеуловлювач; ГША₁ і ГША₂ – глушники аеродинамічного шуму; ПР – повітророзподільник; П – приміщення; РП – рециркуляційне повітря.

В реальних умовах така система може працювати в літньому та зимовому режимах.

В літньому режимі оброблене повітря охолоджується і одночасно осушується в повітряохолоджувачі, так як знаходжений в ньому водяний пар конденсується на холодній поверхні теплообмінника, а повітронагрівачі і зволожувач при необхідності включають, або відключають.

В зимовому режимі відключається тільки повітряохолодник і повітря в кондиціонері підігрівається і зволожується. Нагрів повітря здійснюється в компактних парових оребрених повітронагрівачах, працюючих на водяній парі. При розташуванні первинного повітронагрівача до змішувальної камери вдається запобігти випадіння вологи із суміші рециркуляційного повітря з холодним зовнішнім. У вторинному повітронагрівачі відбувається подальше нагрівання повітря. Зволожувач представляє собою трубу з отворами діаметром 3мм, через котрі до повітря добавляють насичений водяний пар під тиском 0,3 – 0,5 МПа. Іноді повітря зволожують підігрітою розпиленою водою.

Для зменшення втрат холода (тепла) в системах передбачається часткова рециркуляція каютного повітря. В цьому випадку через заборний пристрій в систему подається тільки санітарна (чи близка до неї) норма зовнішнього повітря, а інша частина повітря восповнюється рециркуляційним каютним повітрям. При цьому втрати теплоти з уходячим в атмосферу каютним повітрям зводиться до мінімуму.

В реальних умовах холодильні машини в суднових установках кондиціонування повітря використовують для охолодження повітря в зонах мирового океана з високими температурами навколошнього середовища. Сповіщено очевидно, що на практиці використання холодильних машин в будь-яких зонах мирового океану відкриває перспективи більш економично-го и широкого використання суднових систем кондиціонування повітря.

Круглогодичне використання холодильних машин для цілей опалювання і вентиляції в суднових приміщеннях з'являється технично можливим і практично целесообразним, так як кожна холодильна установка може працювати літом в зонах мирового океана з високими температурами навколошнього середовища, для виробки холода при поглинанні тепла в випарнику холодильної машини, а в зимку - для теплопостачання за рахунок переключення напрямку руху холодильного агента. При переключенні напрямку руху холодильного агента міняються на протилежні функції, які виконують конденсатор холодильної машини і випарник.

Принципова схема теплового насоса з указанием напрямку руху холодильного агента для підігріву і охолодження приміщень судна приведена на рисунку. В режимі охолодження приміщень теплообменник-1 охолджується забортною водою, виконуючи функцію конденсатора холодильного агента. Теплообменник-6 охолоджує повітря, виконуючи функцію випарника.

Робота холодильної машини в режимі кондиціонування повітря по схемі теплового насоса для отоплення житлових і робочих приміщень судна заключається в тому, що за рахунок четырех ходового крана-перемикача режимів роботи міняється напрам циркуляції холодильного агента, показаного на принципової схемі.

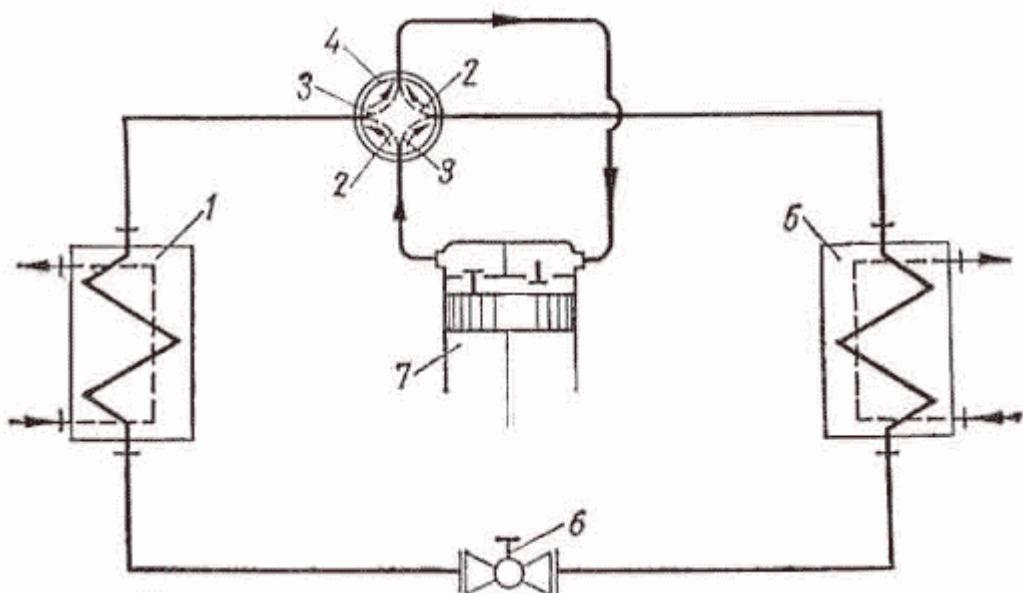


Рис.3. Принципова схема теплового насоса

Для уdosконалення діючої схеми суднової системи кондиціонування повітря рекомендується встановити пілотний 4-ходовий реверсивний клапан, який застосовується для систем теплових насосів, реверсивних систем кондиціонування повітря, водоохолоджуваних установках і т. д. Клапан дозволяє швидко перемкнути режим роботи установки з режиму охолодження до режиму нагріву. Конструкція клапана гарантує мінімальне падіння тиску і низький ризик виникнення витоків. Модель STF проводиться з широким спектром приєднувальних розмірів, конфігурацій і производительностей для будь-яких умов експлуатації.



Рис.4. Чотирьохходовий клапан типу СТФ та BXB

Технічні характеристики клапан типу СТФ та BXB:

- працює з усіма хлорфторсодержащімі холодаагентами
- продуктивність до 200 кВт
- різні діаметри і конфігурація труб
- максимальний робочий тиск 45 бар
- діапазон температур від -20 до 55 °C

Конструкція та принцип роботи клапана

Клапан складається з трьох основних компонентів:

- Пілотного клапана
- Основного корпусу клапана, включаючи повзунок
- соленоїдного котушки

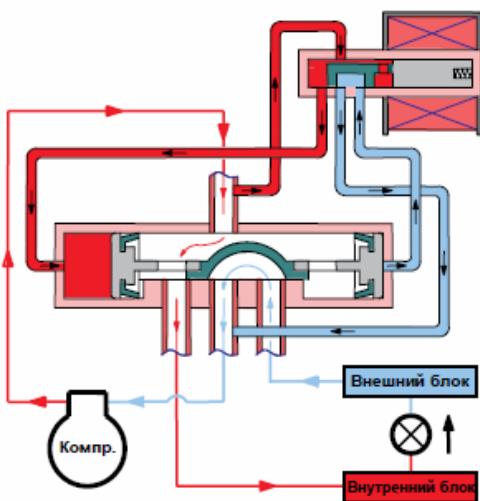
Повзунок 4-ходового клапана рухається під дією різниці тисків, що створюється пілотним соленоїдним клапаном. Повзунок клапана спеціально розроблений для швидкої зміни напряму потоку холодаагенту мінімальної різницею тиску.

Режим нагріву:

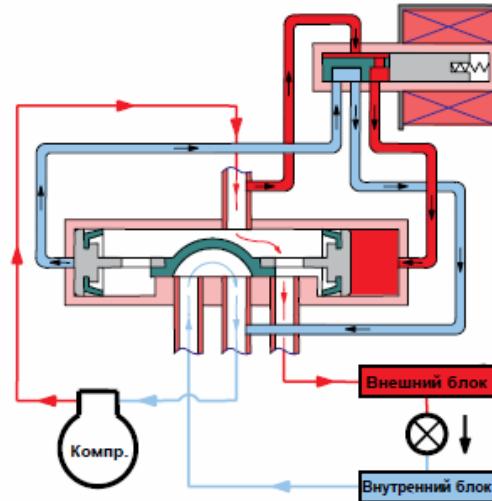
Коли соленоидная котушка під напругою пілотний клапан рухається вправо, і холодаагент з високим тиском входить в камеру пілотного клапана. З іншого боку, холодильний агент надходить в основний корпус клапана і рухає поршень повзунок вправо.

Режим охолодження:

Коли соленоидная котушка не перебуває під напругою, пілотний клапан рухається влево, і холодаагент з високим тиском входить в камеру пілотного клапана. З іншого боку, виходячи з пілотного клапана, холодаагент поступає в основний корпус вентиля і рухає поршень повзунок вліво.



Робота клапана у режимі нагріву.



Робота клапана у режимі охолодження

Для поліпшення роботи системи кондиціонування повітря та постійного контролю за її роботою пропонується встановити електронний розширювальний клапан (ЕРВ). ЕРВ забезпечують оптимальне заповнення випарника (навіть при значних змінах навантаження), гнучкі точки МРТ (максимального робочого тиску) та застосування при можливості максимально високої температури кипіння для підвищення ефективності використання електроенергії - це теми, що завжди привертають увагу інженерів і операторів холодильних систем. У багатьох випадках ці вимоги не можуть бути адекватно виконані при використанні стандартних терmostатичних розширювальних вентилів. На противагу цьому електронні розширювальні вентилі дуже добре відповідають цим вимогам.

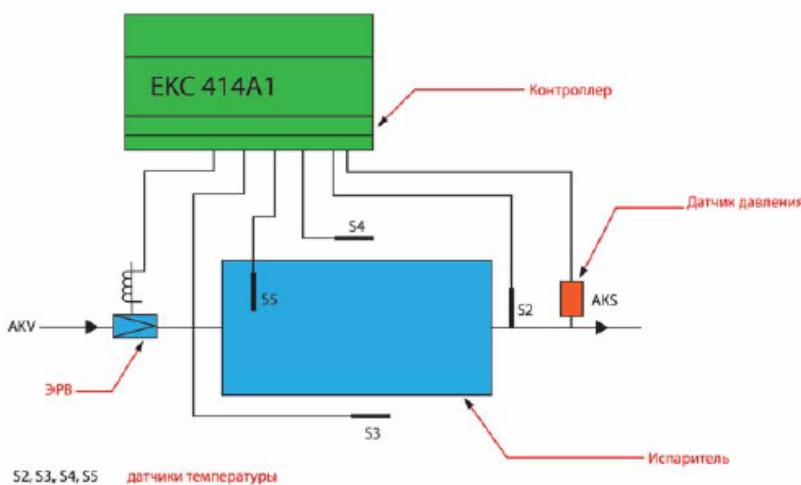


Рис.6. Принципова схема підключення **EPK**

В склад електронного розширювального клапану входять:

- електронний блок керування ЕКС 414А1;

- електромагнітний клапан;
- датчики температури;
- датчик тиску.

Контролер має релейні виходи для керування:

- компресором;
- вентилятором;
- перемикачом режимів роботи ССКП;
- функцією аварійної сигналізації;
- освітленням.

Ефективність роботи теплового насоса характеризується коефіцієнтом преобразования ϕ , представляющим собой отношение тепла, отведенного в конденсаторе, к затраченной мощности, выраженной в тепловых единицах. Он называется еще отопительным коефіцієнтом; ϕ определяется по формуле

$$\phi = Q_{\text{теп}} / N_{x.m.},$$

где $Q_{\text{теп}}$ - количество тепла, отданное конденсатором, $N_{x.m.}$ - электрическая мощность, потребляемая всей установкой (включая и вентилятор кондиционера), кВт.

В качестве примера взята система кондиционирования воздуха судна VIKING CHANCE

УДК 629.123

Дулдier A.P.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Особенности математического моделирования процесса горения на стационарных режимах работы судового котла

В последнее время для математического моделирования процесса горения используют уравнения, основанные на понятии условной концентрации топлива в рамках полуэмпирической теории турбулентности. Оценка единичного сохраняющегося скалярного параметра – условной концентрации топлива позволяет полностью описать скалярные характеристики потока во всем объеме процесса горения, так как концентрация всех газовых составляющих является универсальной функцией условной концентрации топлива.

При построении таких математических моделей используется концепция механизма переноса динамически пассивной примеси. Согласно [1,2,3], турбулентный перенос пассивной примеси вследствие турбулентной диффузии, носит градиентный характер и происходит в области пересечения скалярных полей топлива и воздуха.

Для этого используется обобщенный параметр пассивной примеси z – восстановленная концентрация топлива, который определяется по формуле

$$z = \frac{Stc_m - c_o + 1}{1 + St},$$

где c_m и c_o – концентрации топлива и воздуха; St - стехиометрический коэффициент. Величина z – выражает концентрацию топлива при всех изменениях его агрегатного состояния (испарения, смешения химических реакций) с момента подачи в зону горения до момента полного сгорания.

При моделировании процесса диффузионного турбулентного горения, когда процесс горения определяется процессом смешения, используется метод "восстановленной концентрации топлива", которая связана с концентрациями топлива и воздуха через коэффициент стехиометрии. Этому соответствует модель горения с бесконечно тонкой зоной химических реакций, которая расположена на поверхности

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

Концентрации отдельных компонентов в зоне диффузионного горения определяют скалярные поля компонентов процесса горения:

$$c_m = \begin{cases} \frac{z - z_s}{1 - z_s} & z > z_s \\ 1 - \frac{z}{z_s} & z < z_s \\ 0 & z > z_s \end{cases}; \quad c_o = \begin{cases} 1 - \frac{z}{z_s} & z < z_s \\ 0 & z > z_s \end{cases};$$

$$c_{n\omega} = \begin{cases} \frac{1 - z}{1 - z_s} \frac{z_s}{St} & z > z_s \\ \frac{z}{z_s} & z < z_s \end{cases}; \quad \frac{I_0 - I_{01}}{I_{0s} - I_{01}} = \begin{cases} \frac{z - z_s}{1 - z_s} & z > z_s \\ 0 & z < z_s \end{cases}.$$

Энталпия на фронте пламени определяется по условию

$$I_{0s} = I_{01} + Q_h^p z_s.$$

Известно, что в отдельных областях процесса горения наблюдаются как области с "чистым" воздухом, так и с "чистым" топливом (в форсунке топочного устройства). Эти области образуются в результате смешения воздуха за счёт поперечного сдвига продольной скорости и нелокального воздействия пульсаций давления. Такому же влиянию подвергаются области с топливом, которое распыляется форсункой и не успевшим полностью перемешаться с окружающим его воздухом.

При этом фронт пламени разделяет области с топливом и воздухом в приближении термодинамического равновесия состава и температуры.

Принцип построения модели диффузионного турбулентного горения как метод, основанный на следующих положениях:

процесс горения происходит в области смешения с неоднородным полем концентрации "восстановленной концентрации топлива";

характеристиками турбулентного горения являются средние гидродинамические характеристики области смешения. Эти характеристики описыва-

ются дифференциальными осреднёнными по области пересечения уравнениями гидромеханики;

средние концентраций топлива, воздуха и продуктов сгорания определяются с помощью "восстановленной концентрации топлива".

Необходимо также что основным фактором, определяющим скалярные характеристики процесса горения, является его структура. Она в значительной степени зависит от характеристик топочного устройства и является достаточно исследованной.

Необходимая информация о структуре процесса, т. е. о характерных пространственных масштабах образования продуктов горения хорошо известна.

Вторым фактором, определяющим характеристики процесса, - возможное пространственное распределение в потоке распыленного топлива. Это распределение формирует следующим возможные состояния процесса горения:

- а) внешнее горение при частичном испарении топлива;
- б) внешнее горение с полным испарением топлива;
- в) внутреннее горение с пламенем внутри распыленного топлива;
- г) горение отдельных капель.

При этом необходимо учитывать ряд дополнительных параметров:

- а) изменяющиеся размеры капель;
- б) температуру;
- г) состав окружающих газов (топливо может находиться в областях с горячими продуктами сгорания или смеси с воздухом).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варнатц Ю., Маас У., Дибл Р. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ /Пер. с англ. Г. Л. Агафонова. Под ред. П. А. Власова – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 352 с. – ISBN 5-9221-0438-1.
2. Кузнецов В.Р., Лебедев А.Б., Секундов А.Н., Смирнова И.Л. Расчет турбулентного диффузионного факела горения с учетом пульсаций концентрации и архимедовых сил // Изв. АН СССР МЖГ, 1977, №1. -С.30-40.
1. Кузнецов В.Р., Сабельников В.А. Турбулентность и горение. – М.: Наука. 1986. -287 с.

УДК 621.431.74

Лалетін Є.Л.

Національний університет «Одесська морська академія»

Визначення показників надійності суднових дизелів

Ефективність роботи судів морського флоту значною мірою определяється технічним рівнем і надійністю головних дизелів.

Незважаючи на здійснення заходів щодо підвищення надійності суднових двигунів, їх рівень не задовільняє современим вимогам. Тим часом, досвід показує, що підвищення надійності дизелів являється одним з найбільш перспективних і економічних напрямків забезпечення ефективного їх використання. Оцінка показників надійності двигунів проводиться за допомогою апарату математичної статистики й методів теорії імовірності, що відбувають реальні статистичні взаємозв'язки між випадковими подіями, що й дозволяють науково узагальнити накопичену інформацію, установити закономірні співвідношення між випадковими факторами, які у різній мері впливають на працездатність, безвідмовність, довговічність устаткування і його елементів.

Нижче приводиться методика вибору закону розподілу наробітку між відмовами й оцінка надійності суднових двигунів. Складовими елементами методики є: вибір плану спостереження, упорядочений збір експлуатаційної інформації, імовірносно-статистична її обробка, установлення типу розподілу наробітку між відмовами, визначення показників надійності, їх аналіз. Як приклад, об'єктом дослідження обраний головний двигун 7ДКРН-74/160-3.

Вихідні статистичні дані по відмовах були отримані з формуляра головного двигуна й вахтових журналів.Період спостереження склав 12000 годин.

У табл. I наведено ранжуваний варіаційний ряд наработок між відмовами елементів головного двигуна: (ЦПГ, підшипників головних, мотилевих, рамових, паливної апаратури – форсунок і ПНВТ).

Сумарна кількість відмов $d = 108$. $T=12000\text{ч}$. План дослідження – NRT, где N – кількість досліджувальних об'єктів, R – ремонтуємоє изделие, T – час контролювання.

Виключаємо з ранжированого ряду значення наработок, що різко відрізняються із собою, методом оцінки разлічій крайніх варіант [I]. Ісходна таблиця у [I] складена до n (у нашому випадку d), рівним 30-ти, тому перевірку першої варіанти будемо робити для усеченногоряда знизу від $t_1=3$ до $t_{30}=139$:

$$U_1 = \frac{19 - 3}{139 - 3} = 0,118.$$

При рівні значимості $E = 0,05$, $UT = 0,260$, [1].

$U_1 = 0,118 < UT = 0,260$, тому $t_1 = 3$ залишається у варіаційному ряді.

Аналогічно перевіряють $t_{105} = 1162$ (тут наприкінці ряду найбільший розрив в останніх членах між t_{105} і $t_{104} = 964$. Тому перевіряють його відповідність і якщо t_{105} виключиться з ряду, то виключається й усі наступні за ним (якщо t_{105} залишиться в ряді, то перевіряються наступні за ним члени). Ранжированні наробітки між відмовами головного дизеля представлени в табл.1.

Таблиця 1. Ренжированні наробітки між відмовами

3, 19, 21, 23, 27, 36, 45, 48, 49, 51, 63, 67, 70, 83, 87, 98, 104, 105, 109, 117, 122, 124, 131, 137, 137, 137, 139, 142, 143, 150, 159, 160, 161, 161, 161, 161, 162, 164, 166, 172, 179, 179, 182, 183, 187, 188, 197, 199, 201, 209, 219, 219, 230, 239, 254, 264, 266, 272, 278, 286, 310, 318, 320, 320, 326, 345, 347, 348, 371, 377, 404, 426, 433, 440, 484, 498, 565, 565,

571, 574, 576, 662, 668, 680, 680, 684, 729, 729, 729, 747, 766, 771, 771, 882, 947, 964, 1162, 1368, 1368, 1386.

Усікають верхню частину ряду й перевірка проводиться по ряду від $t_{76} = 404$ до $t_{105} = 1162$.

$U_d = \frac{1162 - 964}{1162 - 404} = 0,261$ і тому що $U_d = 0,261 > U_t = 0,260$, $t_{105} = 1162$ з варіаційного ряду виключається.

У такий спосіб ряд буде складатися з $d = 104$ члена від $t_1 = 3$ ч до $t_{104} = 964$ ч.

Тому що $d > 50$, доцільно зробити угруповання даних у межах «К» інтервалів.

Для $n(d) = 100 \div 200$ число «К» вибирають не менш 15 -18. Для зручності розрахунків ухвалюємо $K = 20$, $\Delta t = 50$ год і заповнююємо графу I табл. 2.

Усі подальші розрахунки роблять за допомогою таблиці 2. По ранжируваному варіаційному ряду для кожного інтервалу визначаємо m_j' відмов, що попадають у даний j -ий інтервал і заповнююємо графу 3. Визначають середину й заповнюють графу 4.

Для полегшення розрахунків уводимо величини $x = \frac{t_j}{50}$, $S = \frac{s_t}{50}$,

(S – середнє квадратическе відхилення) і заповнююємо графу 5.

Визначаємо \bar{x} і S_t , по формулам:

$$\bar{x} = \frac{1}{d} \sum_{j=1}^k m_j x_j \quad \text{i} \quad S_t = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k m_j (x_j - \bar{x})^2}{d-1}}$$

де d – загальна кількість відмов ($d = \sum_{j=1}^k m_j$)

K – кількість інтервалів.

Розрахунки ведемо по табл. 2 (графи 6,7 і 8):

Визначаємо нормовані значення величин:

$$\bar{x} = \frac{637,5}{104} = 6,1; \quad S_t = \sqrt{\frac{2511,59}{104-1}} = 5.$$

Визначаємо середній наробіток на відмову й середнє квадратичне відхилення S_t :

$$S\bar{x} \cdot 50 = 6,1 \cdot 50 = 305 \text{ год};$$

$$S = S_t \cdot 50 = 5 \cdot 50 = 250 \text{ ч.}$$

Визначаємо параметри закону розподілу.

За даними \bar{t} і S_t , (або \bar{x} і S_t) визначаємо коефіцієнт варіації:

$$V = \frac{S_t}{\bar{t}} = \frac{S_t}{\bar{x}} = \frac{5}{6,1} = 0,83$$

На підставі величини цього коефіцієнта висуваємо гіпотезу про відповідність емпіричного розподілу (отриманого дослідним шляхом) теоретичному розподілу Вейбулла. Параметри розподілу Вейбулла визначаємо за допомогою табл.3.1 [2], звідки по $V = 0,83 (\approx 0,84)$ визначаємо параметр форми $b = 1,2$ і коефіцієнт $K_b = 0,940$ для визначення параметра a :

$$a = \frac{\bar{t}}{K_b} = \frac{305}{0,940} = 305 \text{ ч.}$$

Таблиця 2-Перевірка согласовання опитного розподілу із пропонованим теоретичним за критерієм Колмогорова.

Інтервал	m'_j	m_j	t_j	$x_j = \frac{t_j}{50}$	$m_j x_j$	$x_j - \bar{x}$	$m_j(x_j - \bar{x})^2$	$\frac{t_j}{\hat{a}}$	$\left(\frac{t_j}{\hat{a}}\right)^b$	$P_T \sum_{j=1}^k m_j (t_j) = \exp \left[- \left(\frac{t_j}{\hat{a}} \right)^b \right]$	$F_T(t_j) = 1 - P_T(t_j)$	$\sum_{j=1}^k m_j = \frac{\sum_{j=1}^k m_j}{d}$	$F_s(t_j) = \frac{\sum_{j=1}^k m_j}{d}$	$ F_s(t_j) - F_T(t_j) $
0-50	9	9	25	0,5	4,5	-5,6	282,24	0,08	0,04827	0,95285	0,05	9	0,,09	0,04
50-100	9	9	75	1,5	13,5	-4,6	190,44	0,23	0,1714	0,84248	0,16	18	0,17	0,01
100-150	16	16	125	2,5	40,0	-3,6	207,36	0,38	0,3131	0,73125	0,27	34	0,33	0,06
150-200			175	3,5	59,5	-2,6	114,92	0,54	0,4774	0,62064	0,38	51	0,49	0,11
200-250	17	17	225	4,5	27,0	-1,6	15,36	0,69	0,6406	0,52676	0,47	57	0,55	0,08
250-300			275	5,5	38,5	-0,6	2,52	0,85	0,8228	0,43911	0,56	64	0,61	0,06
300-350	6	6	325	6,5	58,0	0,4	1,44	1,0	1,0	0,36787	0,63	73	0,70	0,07
	7													
350-400	9	9	400	8,0	48,0	1,9	21,66	1,22	1,2446	0,28940	0,71	79	0,75	0,04
400-450		2	6											
450-500	4		525	10,5	84,0	4,4	154,88	1,62	1,7577	0,17380	0,83	87	0,84	0,01
500-550														
550-600	2	8												
600-650	6		650	13,0	91,0	6,9	333,27	2,00	2,2974	0,10026	0,90	94	0,90	0,00
650-700	0	7												
700-750	4	10	850	17,0	170,0	10,9	1188,1	2,62	3,1475	0,04285	0,96	104	1,0	0,04
750-800	3													
800-850	0													
850-900	1													
900-950	1													
950-1000	1													

$\Sigma=104$

$\Sigma=634,5$

$\Sigma=2511,6$

Проводимо перевірку згоди емпіричного розподілу з теоретичним за допомогою критерію Колмогорова (шляхом побудови й порівняння функції ймовірності відмови $F_s(t)$ – емпіричної (побудованої по опитним даним) і $F_T(t)$ – теоретичної (розрахованої по теоретичній формулі для даного закону розподілу Вейбулла із крапковими параметрами a й b).

Розрахунки $F_s(t)$ ведуть по формулі:

$$F_T(t) = 1 - P_T(t),$$

де $P_T(t)$ – теоретична функція ймовірності безвідмовної роботи.

Причому:

$$P_T(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right],$$

(тут запис $\exp \left[- \left(\frac{t}{a} \right)^b \right]$, соответствує запису $e^{-\left(\frac{t}{a} \right)^b}$).

Розрахунки ведуть за допомогою табл. 2 (графи 9, 10, 11 і 12).

У графові 12 розраховуються значення функції $F_T(t)$ для побудови графіка теоретичного розподілу по формулі $F_T(t) = 1 - P_T(t)$ за допомогою графі 13 і 14.

За даними графі 14 будується графік функції $F_3(t) = \frac{\sum_{j=1}^k m_j}{a}$. У графові 15 – різниця $|F_3(t) - F_T(t)|$. По максимуму цієї різниці $D = \max|F_3(t) - F_T(t)|$ розраховують величину $\lambda_d = \lambda = 0,11 \cdot 104 = 1,12$.

Визначають λ_d^* при довірчій імовірності 0,9 по таблицям [2]: $\lambda_d^* = 1,22$ і тому що $\lambda_d = 1,12 < \lambda_d^* = 1,22$, уважають задовільним відповідність емпіричного розподілу теоретичному розподілу Вейбулла із крапковими параметрами $\hat{b} = 1,2$; $\hat{a} = 324$ ч.

Визначення крапкових оцінок показників надійності роблять по нижчеподаних формулах.

Середній наробіток на відмову:

$$T_0 = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\hat{b}}\right)}{\frac{1}{\hat{a}}} = \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,2}\right) \cdot 324 = \Gamma(1,83) \cdot 324 = 0,9397 \cdot 324 = 304,5 \text{ ч.}$$

Параметр потоку відмов:

$$w(250 \text{ ч.}) = \frac{\hat{b}}{\hat{a}^{\hat{b}}} \cdot t^{\hat{b}-1} = \frac{1,2}{324^{1,2}} \cdot 250^{1,2-1} \approx 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ 1/ч.}$$

Вероятность безвідмової роботи (при $t = 250$ ч.):

$$P(t = 250) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\hat{a}}\right)^{\hat{b}}\right] = \exp\left[-\left(\frac{250}{324}\right)^{1,2}\right] = 0,48.$$

Грама – процентний ресурс (при $\gamma 90\%$):

$$T_{\gamma 90} = \hat{a} \left(-\ln \frac{\gamma}{100}\right)^{1/\hat{b}} = 324 \left(-\ln \frac{90}{100}\right)^{1/1,2} = 51 \text{ ч.}$$

Підсумкові дані розрахунків наведено в табл. 3.

Наведені вище крапкові значення показників надійності головного двигуна можна використовувати для порівняльного аналізу надійності дизелів морських суден.

Аналізуючи виконаний вище розрахунки надійності головного двигуна, можна зробити деякі виводи.

Чотири останні ряди (1162–1386) явно не відповідають характеру ряду й найімовірніше отримані в результаті пропусків інформації про відмови (тобто несуть у собі час двох і більш відмов). Тому вони в розрахунки не бралися.

Таблиця 3. Підсумкові данні розрахунку

Умови іспиту			Статистики			Теоретичний закон розподілу і його параметри							Показники надійності			Примечання	
N, шт	N, ч	d	\bar{t}_2	$S_{\bar{t}}_2$	V	Закон	\hat{b}	b_h	b_b	\hat{a}_2	a_h	a_b	\hat{T}_0_2	$w(t = T_y)$	$\hat{P}(t = T_y)$		
1	1250	10 4	30 5	25 0	0,8 3	Вей-булла	1, 2	1,1 3	1,25	324	30 5	34 3	304	3,5 $\cdot 10^{-1}$	0,48	5 1	

Перші члени ряду належать відмовам, причина виникнення яких пов'язана з порушенням правил експлуатації або ремонту. Тому необхідно проаналізувати їх у першу чергу та виробити відповідні заходи щодо підвищення надійності.

Використовуючи вищепеределену методику можна визначити показники надійності окремих вузлів і деталей головного двигуна, що дають найбільший потік відмов.

Отримані в результаті розрахунків статистики та показники можна використовувати для порівняльного аналізу надійності суднових дизелів різних типів і модифікацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ашмарин И.П. и др. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. Ленинградский университет, Л. 1975, 76с.
2. Шор Я.Б.; Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности. Советское радио. М. 1968, 283с.

УДК. 621.873.12.

Макаренко Л.Н.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Динамические нагрузки в судовом кране при отсутствии качки судна

Погрузочно-разгрузочные работы являются одними из основных операций, осуществляемых при эксплуатации судовых устройств.

При неустановившихся режимах работы на элементы судовых подъемно-транспортных машин действуют динамические составляющие нагрузок.

Существуют два худших случая динамического нагружения СПТМ.

Первый — подъем груза «с подхватом», при котором ввиду наличия слабины в канате, скорость навивки каната на барабан лебедки достигает величины скорости холостого хода двигателя, (режим работы запрещен правилами Регистра и Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъ-

емых кранов, однако возникает по причине низкой квалификации машиниста крана).

Второй — стопорная (экстренная) остановка опускающегося груза.

Подъем груза с основания «с подхватом»

Математическая модель, позволяющая исследовать динамические процессы, происходящие в судовом мостовом кране при отсутствии качки при подъеме груза с основания «с подхватом», разработана по трехмассовой динамической модели, приведенной на рисунке 2.2,

где m_m — масса моста и тележки, приведенная к вертикальной деформации моста y_m , отсчитываемой от статического положения моста при условии отсутствия груза на крюке крана, кг;

c_m — жесткость моста в точке приложения нагрузки, Н/м;

m_1 — масса вращающихся частей механизма подъема, приведенная к поступательному перемещению y_1 , совпадающему с направлением перемещения груза y_{gp} , кг;

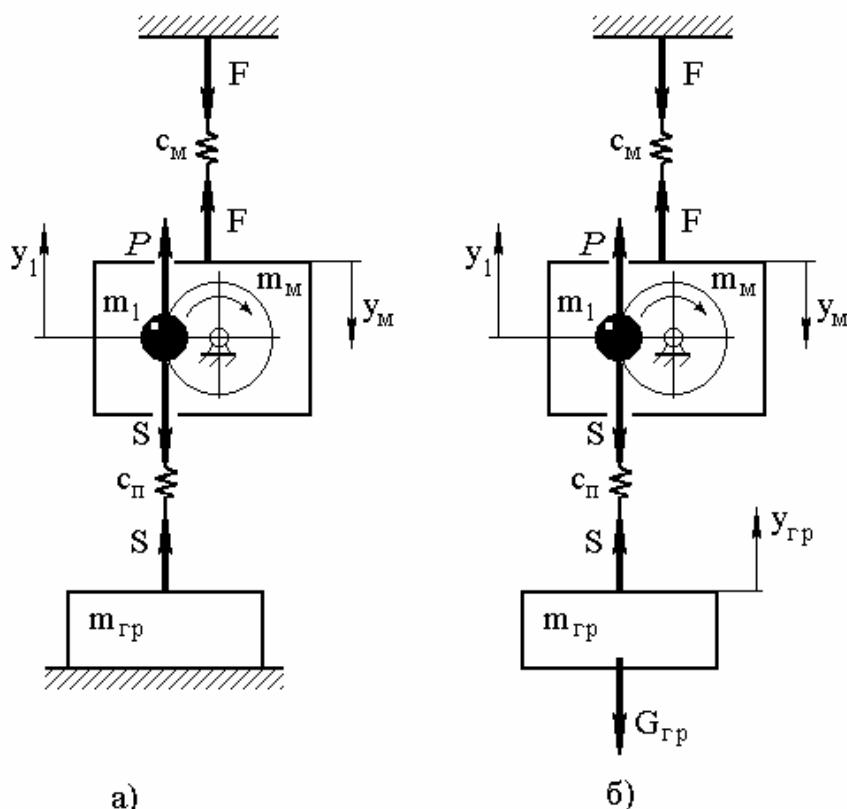


Рис. 2.2 - Динамическая модель подъема груза мостовым краном с основания «с подхватом» в случае обрыва каната: а) доотрывная стадия движения масс; б) послеотрывная стадия

c_π — жесткость полиспастного подвеса груза, Н/м;

m_{gp} — масса груза, кг;

G_{gp} — вес груза, Н.

P — движущее усилие двигателя механизма подъема, приведенное к поступательному перемещению груза,

$$P = P_0 - \beta \dot{y}_1,$$

P_0 — усилие в момент пуска электродвигателя при числе оборотов, равном нулю, Н;

β — коэффициент жесткости механической характеристики электродвигателя, Н с/м;

\dot{y}_1 — скорость массы m_1 , м/с;

S — усилие, действующее на полиспастный подвес, Н;

F — усилие, действующее на мост крана, Н,

$$F = c_m y_m.$$

Движение масс в данном случае разделено на два этапа. Первым является этап, на котором происходит движение масс до отрыва груза от основания. На втором массы движутся после отрыва груза от основания до обрыва каната.

На первом этапе движение масс описывается системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} m_m \ddot{y}_m + c_m y_m - c_n (y_1 - y_m) = 0; \\ m_1 \ddot{y}_1 + \beta \dot{y}_1 + c_n (y_1 - y_m) = P_0, \end{cases}$$

где \ddot{y}_m и \ddot{y}_1 — ускорения движения масс m_m и m_1 , м/с².

Усилие, действующее на полиспастный подвес определяется по формуле

$$S = c_n (y_1 - y_m).$$

Начальные условия для первого этапа

$$t_1 = 0, y_m = \dot{y}_m = y_1 = 0, \dot{y}_1 = (\dot{y}_1)_0,$$

где $(\dot{y}_1)_0$ — скорость массы m_1 , соответствующая скорости холостого хода электродвигателя, м/с.

Условием перехода ко второй стадии движения масс является равенство

$$S = G_{gp}.$$

После отрыва груза от основания движение масс описывается уравнениями

$$\begin{cases} m_m \ddot{y}_m + c_m y_m - c_n (y_1 - y_m - y_{gp}) = 0; \\ m_1 \ddot{y}_1 + \beta \dot{y}_1 + c_n (y_1 - y_m - y_{gp}) = P_0; \\ m_{gp} \ddot{y}_{gp} - c_n (y_1 - y_m - y_{gp}) = -G_{gp}, \end{cases}$$

где \ddot{y}_{gp} — ускорение движения массы m_{gp} , м/с².

Усилие, действующее на полиспастный подвес, определяется по формуле

$$S = c_n (y_1 - y_m - y_{gp}).$$

Начальные условия для второго этапа движения масс

$$t_2 = 0, y_m = (y_m)_1, \dot{y}_m = (\dot{y}_m)_1, y_1 = (y_1)_1, \dot{y}_1 = (\dot{y}_1)_1, y_{gp} = \dot{y}_{gp} = 0,$$

где $(y_m)_1$, $(y_1)_1$ и $(\dot{y}_m)_1$, $(\dot{y}_1)_1$ — перемещения и скорости масс m_m и m_1 в конце доотрывной стадии.

Выполнено численное решение систем дифференциальных уравнений, описывающих движение масс при подъеме груза с основания «с подхватом», для мостового крана грузоподъемностью 20 т. Результаты решений представлены на рисунке 2.3 в виде графиков зависимостей $F(t)$ и $S(t)$.

Графики разбиты на два участка. $T1$ — соответствует доотрывной стадии движения масс. $T2$ — движению масс после отрыва груза от основания

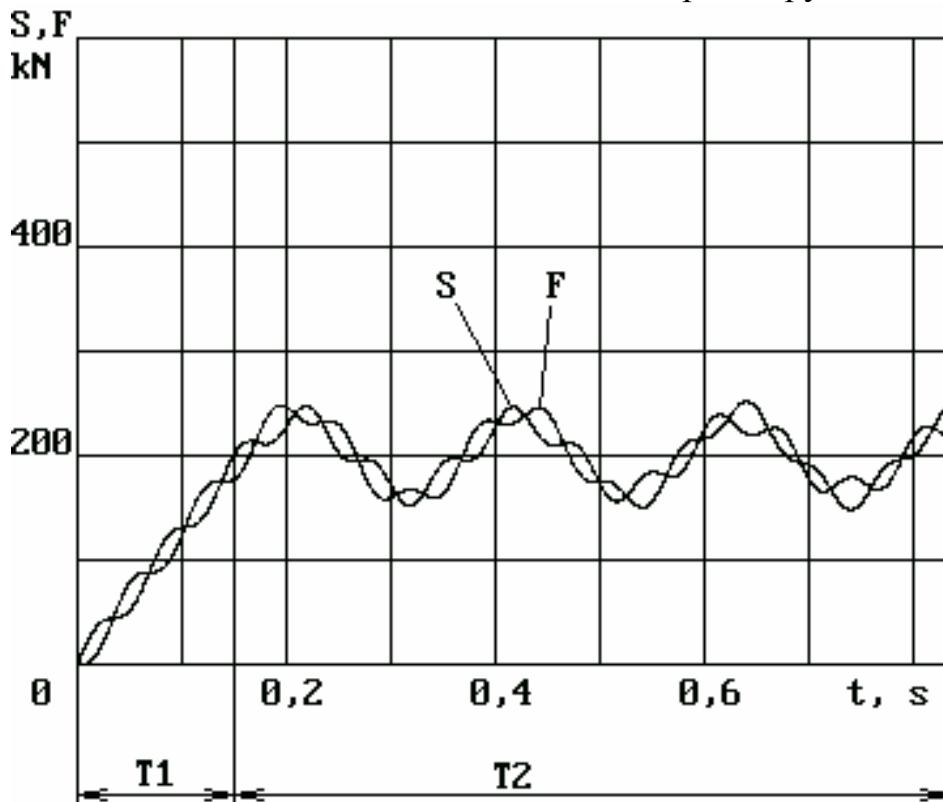


Рис. 2.3. Графики зависимостей $F(t)$ и $S(t)$ при подъеме груза с основания "с подхватом"

Максимальные динамические нагрузки на полиспастный подвес и металлоконструкцию возникают на втором этапе и равны соответственно $S = 247$ кН и $F = 251$ кН, при этом коэффициенты динамичности равны $k_n = 1,24$, $k_m = 1,25$.

Стопорное торможение опускающегося груза

Математическая модель, позволяющая исследовать динамические процессы, происходящие в судовом мостовом кране при стопорном (экстренном) торможении опускающегося груза, разработана по трехмассовой динамической модели, приведенной на рисунке 2.4, где, кроме принятых обозначений на рисунке 2.2, T — усилие торможения, Н.

Движение масс делится на три этапа. Первый этап — отключение двигателя и свободное движение груза до момента включения тормоза (см. рисунок 2.4, а). Время запаздывания замыкания тормозных колодок для тормозов с короткоходовым электромагнитом $t_{зап} = 0,4$ с. Для тормозов с изношенными колодками это время может увеличиться в 3–4 раза, поэтому рассмотрим также вариант $t_{зап} = 1,0$ с. Второй этап — начало торможения массы m_1 до

момента, когда под действием усилия T она остановится (см. рисунок 2.4,б). На третьем этапе (см. рисунок 2.4,в) происходит колебание масс m_1 и m_M .

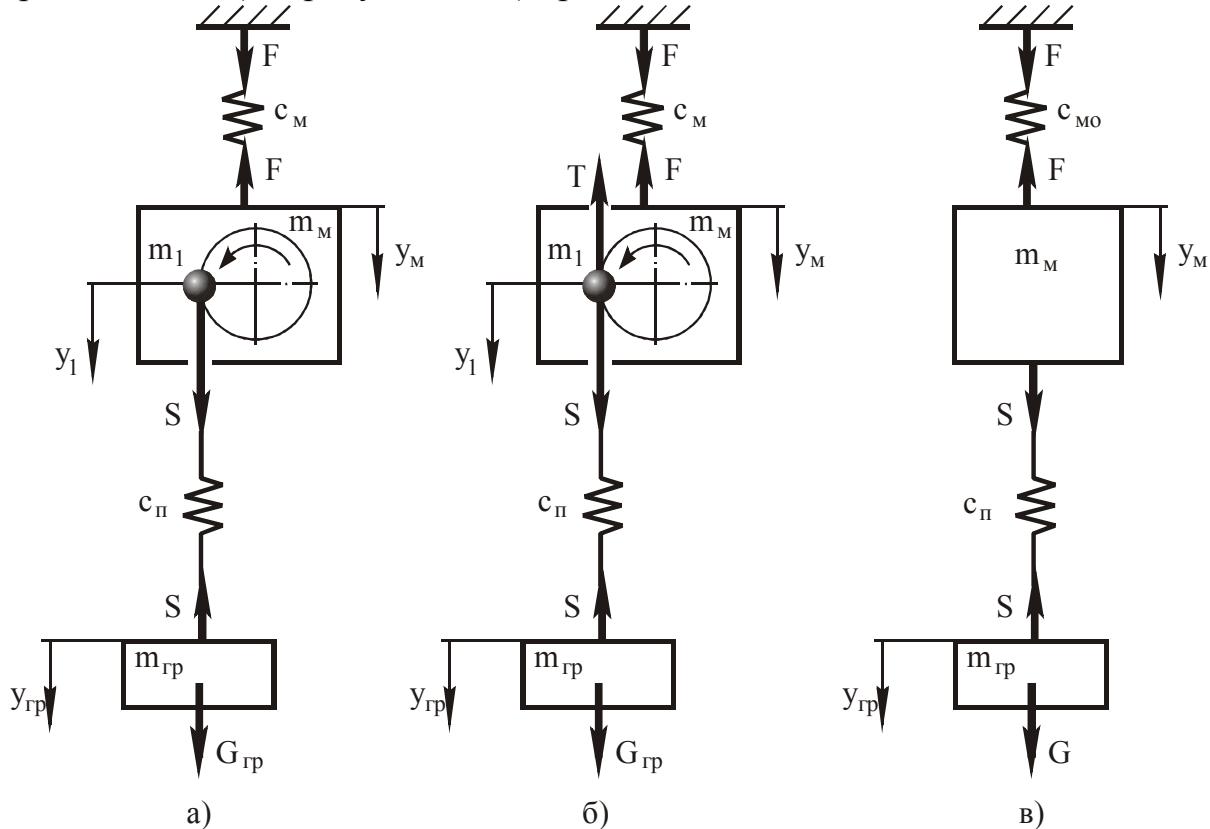


Рис. 2.4. Динамическая модель стопорного торможения опускающегося груза мостовым краном

На первом этапе движение масс описывается системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} m_{\text{гр}} \ddot{y}_{\text{гр}} + c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_1 - y_M) = G_{\text{гр}}; \\ m_1 \ddot{y}_1 - c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_1 - y_M) = 0; \\ m_M \ddot{y}_M - c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_1 - y_M) - c_M y_M = 0. \end{cases}$$

Усилие в полиспастном подвесе определяется выражением

$$S = c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_1 - y_M).$$

Начальные условия

$$t_1 = 0, \quad y_{\text{гр}} = \frac{G_{\text{гр}}}{c_{\text{п}}} + \frac{G_{\text{гр}}}{c_M}, \quad \dot{y}_{\text{гр}} = v_{\text{гр}}, \quad y_1 = 0, \quad \dot{y}_1 = v_{\text{гр}},$$

$$y_M = \frac{G_{\text{гр}}}{c_M}, \quad \dot{y}_M = 0,$$

где $\dot{y}_{\text{гр}}, \dot{y}_1, \dot{y}_M$ — скорости масс $m_{\text{гр}}, m_1, m_M$ в начале первого этапа;

$v_{\text{гр}}$ — скорость опускания груза до начала торможения.

Условием перехода ко второму этапу является равенство

$$t = t_{\text{зап}}.$$

Движение масс на втором этапе описывается системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} m_{\text{гр}} \ddot{y}_{\text{гр}} + c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_1 - y_{\text{м}}) = G_{\text{гр}}; \\ m_1 \ddot{y}_1 - c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_1 - y_{\text{м}}) = -k_m G_{\text{гр}}; \\ m_{\text{м}} \ddot{y}_{\text{м}} - c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_1 - y_{\text{м}}) - c_{\text{м}} y_{\text{м}} = 0. \end{cases}$$

Усилие торможения определяется по формуле

$$T = k_t G_{\text{гр}},$$

где k_t — коэффициент запаса торможения.

Начальные условия

$$t_2 = 0, \quad y_{\text{гр}} = (y_{\text{гр}})_1, \quad \dot{y}_{\text{гр}} = (\dot{y}_{\text{гр}})_1, \quad y_1 = (y_1)_1, \quad \dot{y}_1 = (\dot{y}_1)_1,$$

$$y_{\text{м}} = (y_{\text{м}})_1, \quad \dot{y}_{\text{м}} = (\dot{y}_{\text{м}})_1,$$

где $(y_{\text{гр}})_1, (y_1)_1, (y_{\text{м}})_1$, $(\dot{y}_{\text{гр}})_1, (\dot{y}_1)_1, (\dot{y}_{\text{м}})_1$ — перемещения и скорости масс $m_{\text{гр}}, m_1, m_{\text{м}}$ в конце первого этапа.

Условием перехода к третьему этапу является равенство

$$\dot{y}_1 = 0.$$

На третьем этапе движение масс описывается системой дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} m_{\text{гр}} \ddot{y}_{\text{гр}} + c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_{\text{м}}) = G_{\text{гр}}; \\ m_{\text{м}} \ddot{y}_{\text{м}} - c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_{\text{м}}) - c_{\text{м}} y_{\text{м}} = 0. \end{cases}$$

При этом, усилие в полиспастном подвесе

$$S = c_{\text{п}} (y_{\text{гр}} - y_{\text{м}})$$

Начальные условия

$$t_3 = 0, \quad y_{\text{гр}} = (y_{\text{гр}})_2 - (y_1)_2, \quad \dot{y}_{\text{гр}} = (\dot{y}_{\text{гр}})_2, \quad y_{\text{м}} = (y_{\text{м}})_2, \quad \dot{y}_{\text{м}} = (\dot{y}_{\text{м}})_2,$$

где $(y_{\text{гр}})_2, (y_{\text{м}})_2$ и $(\dot{y}_{\text{гр}})_2, (\dot{y}_{\text{м}})_2$ — перемещения и скорости масс $m_{\text{гр}}, m_{\text{м}}$ в конце второго этапа;

$(y_1)_2$ — перемещение массы m_1 в конце второго этапа.

Выполнено численное решение систем дифференциальных уравнений, описывающих движение масс при стопорном торможении опускающегося груза, для мостового крана грузоподъемностью 20 т. Результаты решений представлены в виде графиков зависимостей $F(t)$ и $S(t)$.

Графики разбиты на три участка. $T1$ — соответствует установившемуся опусканию груза. $T2$ — движению масс после выключения двигателя до замыкания колодок тормоза. $T3$ — движению масс во время торможения.

Максимальные динамические нагрузки на полиспастный подвес и металлоконструкцию возникают на третьем этапе и равны соответственно $S = 215$

кН и $F = 216$ кН, при этом коэффициенты динамичности равны $k_{\text{п}} = 1,1$, $k_{\text{м}} = 1,1$ для времени запаздывания $t_{\text{зап}} = 0,4$ с (см. рисунок 2.5) и $S = 232$ кН и $F = 239$ кН, при этом коэффициенты динамичности равны $k_{\text{п}} = 1,19$, $k_{\text{м}} = 1,22$ для времени запаздывания $t_{\text{зап}} = 1,0$ с (см. рисунок 2.6).

Полученные результаты решений систем дифференциальных уравнений, описывающих движение масс, позволяют сделать вывод: стопорное (экстренное торможение опускающегося груза) является одним из худших режимов динамического нагружения крана, так же, как и подъем груза с основания «с подхватом», причем с увеличением времени запаздывания замыкания колодок тормоза увеличиваются динамические нагрузки на элементы конструкции крана.

Разработанные математические модели являются исходными для дальнейших исследований динамических процессов, происходящих в судовом кране, при различных режимах динамического нагружения.

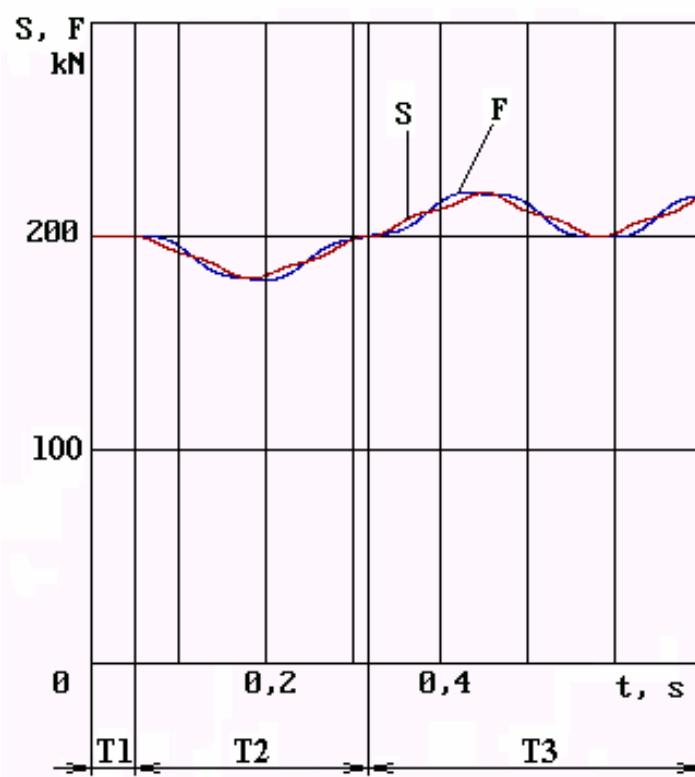


Рис. 2.5. Графики зависимостей $F(t)$ и $S(t)$ при стопорном торможении опускающегося груза и времени запаздывания замыкания колодок тормоза $t_{\text{зап}} = 0,4$ с

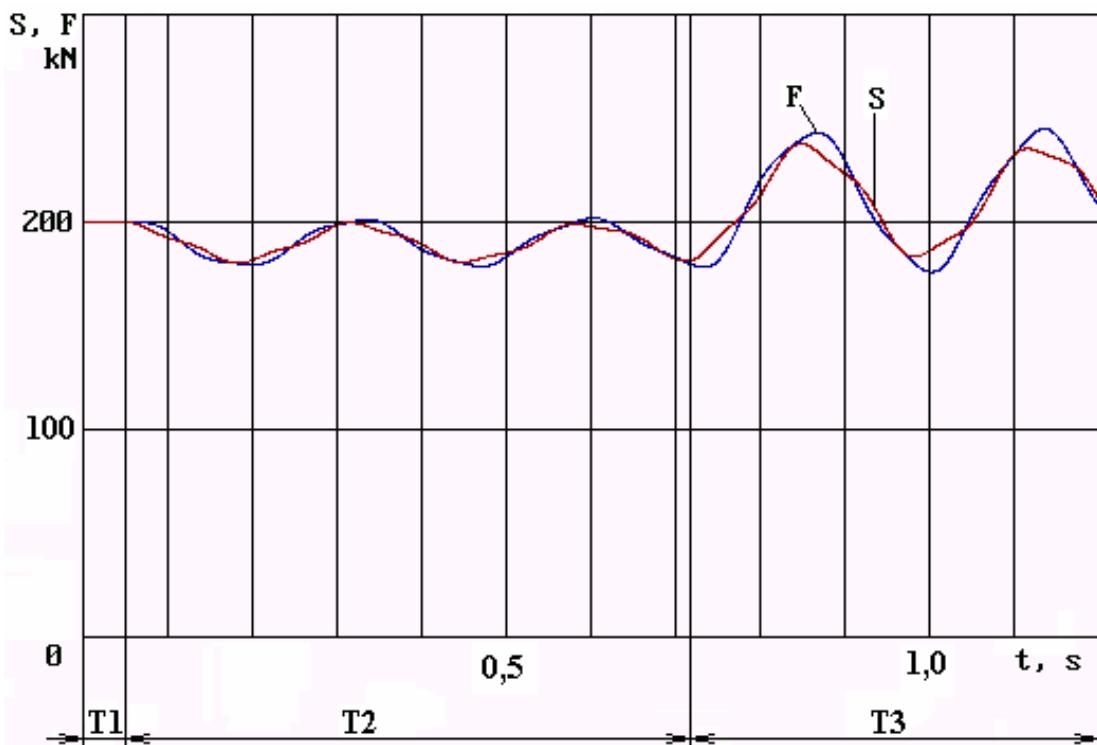


Рис. 2.6 - Графики зависимостей $F(t)$ и $S(t)$ при стопорном торможении опускающегося груза и времени запаздывания замыкания колодок тормоза $t_{зап} = 1,0$ с

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. - К., 1994. - 267 с.
2. Грузоподъемные машины / Александров М.П., Колобов Л.Н., Лобов Н.А. и др. — М.: Машиностроение, 1986. — 400 с.
3. Лобов Н.А. Динамика грузоподъемных кранов. - М.: Машиностроение, 1987. – 160 с.

УДК 546.621

Козицький, С. В. Сирбу В. В.
Національний університет “Одесська морська академія”

Використання наноматеріалів для збільшення ресурсу суднового обладнання

Розвиток цивілізації нерозривно пов'язаний з вдосконаленням технологій отримання високоякісних матеріалів та їх використання [1]. У 21 столітті розвиток матеріалознавства, спрямований на отримання матеріалів з особливими властивостями, пов'язаний з розвитком фундаментальної і прикладної науки нанотехнології, в якій вивчаються закономірності фізичних і хімічних систем протяжністю порядку декількох нанометрів. Синтез та дослідженням властивостей нанорозмірних структур [2] показав, що матеріалам та пристроям на їх основі притаманні нові, а іноді просто незвичайні властивості [3].

У наноматеріалах виявлено новий ефект «парадокс міцності і пластичності» – одночасне збільшення міцності та зростання пластичності. Відомо, що для звичайних матеріалів чим більша міцність матеріалу, тим менший ресурс його пластичності. Фізична природа нового явища, пов'язана зі зміною мікромеханізмів деформації, коли поряд з рухом граткових дислокацій на межі сформованих нанозерен виникає зернограницче прослизання [1].

Наступна особливість наноматеріалів зумовлена надзвичайно великою поверхневою енергією напорошків, так площа поверхні частинок розміром 10 – 15 нм складає 150–200 квадратних метрів на один грам нанопорошків. Взаємодія нанопорошків з деталями зумовлює не рівноважний стан взаємодії, що приводить до явища самоорганізації [4] – утворюється плакувальна плівка, яка має високу контактну міцність та пластичність, знижує коефіцієнт тертя та зношування, захищає поверхні від схоплювання і має гарну тепlopровідність.

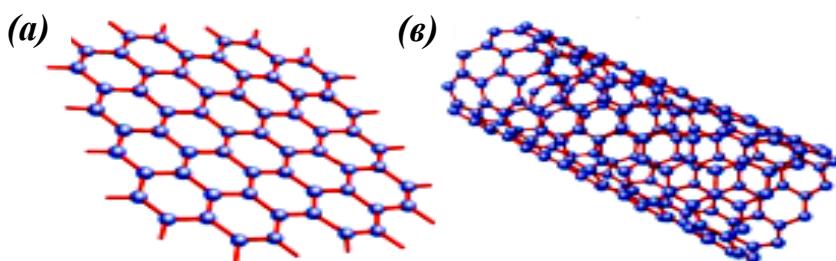
Наведемо приклади наноматеріалів, які застосовуються в промисловості та можуть при використанні суттєво збільшити ресурс суднового обладнання.

1. Дисульфід молібдену, утворений полікристалами мікронних розмірів, давно використовувався як тверде змащення та присадки до мастильних матеріалів завдяки шаруватій структурі. В процесі досліджень по використанню нанорозмірних порошків дисульфіду молібдену встановлено[5], що утворюється плакувальна плівка (мал. 1). Утворена плівка пружна, а її деформація пластична в зоні контакту робочого середовища з поверхнею оброблюваної деталі. Зносостійкість пар, що трутися, зростає від 4 до 20 разів залежно від умов експлуатації у порівнянні з використанням мікророзмірних кристалів MoS_2 . Останнє зумовлене фізичною адсорбцією частинок MoS_2 до металевої поверхні за рахунок сил Ван-дер-Ваальса та механічним впровадженням нанорозмірних кристалів MoS_2 у поверхню робочого середовища [5, 6].



Мал.1. Утворення плакувальної плівки нанопорошками MoS_2

2. Наноалмази, утворені атомами вуглецю (мал. 2), використовуються [3,6] для нанесення міцних покріттів на змащувальні поверхні як зносостійкі покриття та як наповнювачі у порошковій металургії.



Мал. 2. Форми існування вуглецевих наноматеріалів: (а) одномірні листи графену, (в) двомірні вуглецеві нанотрубки

На поверхні сталі наноалмази у вигляді одно мір-них листів графену (мал. 2, а) підвищують її опір корозії у 5-7 разів.

Випробування суперматеріалу - волокна з нанотрубок (мал. 2, в) довели, що такі волокна у тисячі разів міцніші сталі. Крім того, нанотрубки використовують як наповнювачі до порошків, для зміцнення деталей, отриманих пресуванням. Лише кілька процентів нанотрубок, введених у порошки алюмінію, роблять виготовлені деталі міцнішими ніж зроблені зі сталі.

3. Нанопорошок триоксиду алюмінію Al_2O_3 , введений у масляну систему двигунів внутрішнього згоряння, зумовлює позитивні ефекти [5]:

модифікуються поверхні тертя, утворюється плакувальна плівка, що знижується швидкість зношування сполучених деталей;

продовжується термін служби моторного масла.



Мал. 3. Зношування підшипників кочення: вгорі підшипник після 1000 годин експлуатації, внизу з використанням нанопорошку Al_2O_3 після 6000 годин експлуатації

сумішшю нанодисперсних порошків діоксиду кремнію (80%), триоксиду алюмінію (10%) та терморасщепленного інтеркальованого графіту (10%). Середній розмір частинок композиції нанопорошків становить 14 нанометрів. Площа поверхні частинок достатньо велика і складає 156 квадратних метрів на один грам продукту.

При використання NVMR як присадки відбувається:

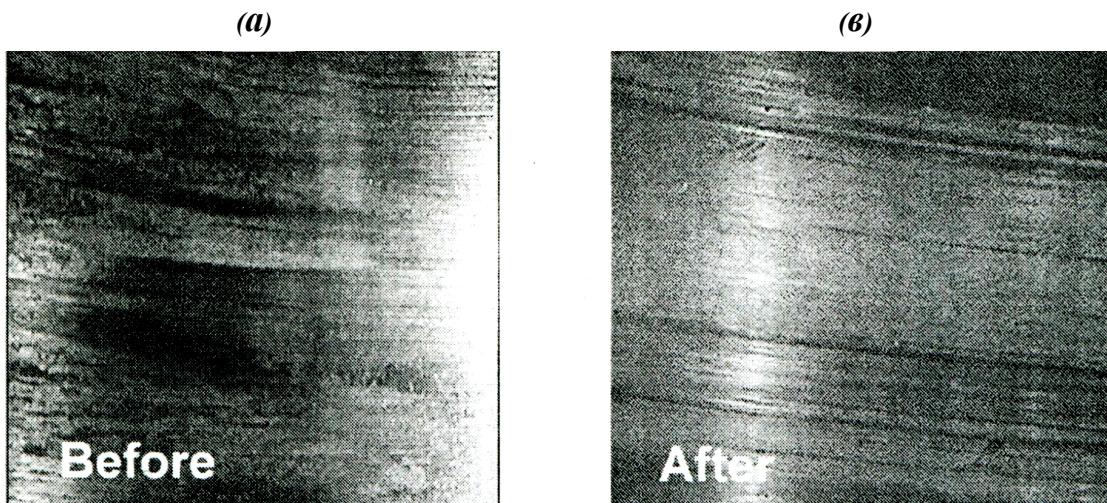
розкладання молекул діоксиду кремнію у фрикційній зоні, що супроводжувалося зниженням тертя та зношування, а також кремніюванням поверхонь тертя;

роздрібнення зв'язків алюміній-кисень у триоксиді алюмінію викликає заміщення атомів заліза атомами алюмінію на поверхні, утворюючи плакуючу плівку, що представляє собою твердий розчин зі значною пластичністю та міцністю за рахунок утворення оксидів та карбідів алюмінію і заліза, що збільшують його зносостійкість.

У мастильному матеріалі частинки графіту стають центрами утворення міцел при підвищенні температури, а на поверхнях тертя беруть участь в утворенні зносостійкого шару.

На мал. 3 наведені результати випробувань на реальному двигуні при високих навантаженнях підшипника: вгорі підшипник, який експлуатувався 1000 годин з використанням стандартних присадок до мастильного матеріалу, а внизу такий самий підшипник при експлуатації протягом 6000 годин з використанням присадки 30 мг нанопорошку оксиду алюмінію на 1 літр мастильного матеріалу .

4. Останнім часом у Німеччині розроблено продукт “NanoVit Motor Renovator” (NVMR) [7] , який є

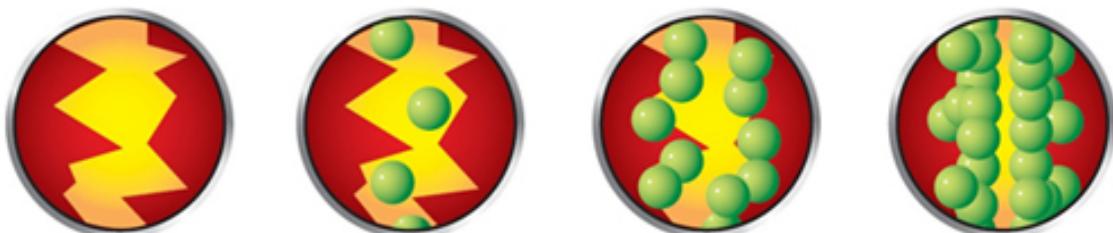


Мал. 4. Результат використання продукту NVMC, в результаті чого відбулося відмивання поверхні циліндра та відновлення «дзеркала»

Розбирання двигунів (мал. 4, а) показало, що на стінках деталей в зонах тертя утворюються стійкі плівки, які утримують мастильний матеріал. Він не стікає з їх поверхонь, що додатково захищає пари тертя при холодному пуску від підвищеного зношування та відновлює дзеркало циліндра (мал. 4, в).

5. На початку 21 століття у Харкові (Україна) був розроблений та запатентований компанією ХАДО склад та спосіб отримання добавки ревіталізант до мастильних матеріалів. Назва ревіталізант (до слівно: повертає життя – від лат. *vita* - життя). Така добавка формує захисне покриття на тертьових металевих деталях механізмів безпосередньо в процесі їх експлуатації та відновлює пошкодження, що утворюються в парах тертя [8].

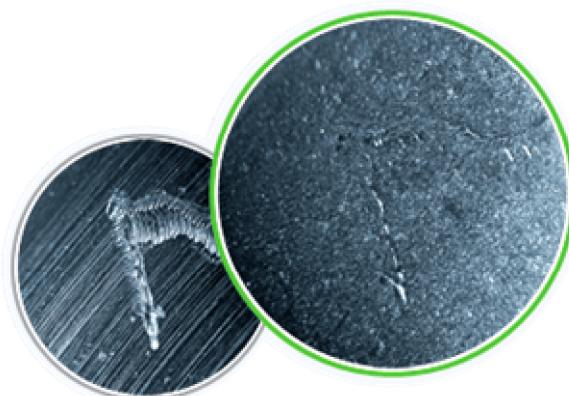
За зовнішнім виглядом ревіталізант є гель або пластична речовина. Складається з високомолекулярного мастильного середовища до складу якого входить дуже активна карбоксильна група COOH та суміші оксидів Al_2O_3 , SiO_2 та Fe_2O_3 і їх гідратів, або Al_2O_3 , MgO та Fe_2O_3 і їх гідратів, або Al_2O_3 , CaO та Fe_2O_3 і їх гідратів - середня дисперсність 100 нм. Наночастинки речовини мають форму близьку до сферичної, і при терті одночасно виступають як в якості тіл зміцнення поверхні, так і в ролі тіл кочення, що знижують коефіцієнт тертя. Механізм утворення плакувальної плівки при використанні ревіталізанта зображено на мал. 5.



Мал. 5. Етапи ревіталізації – в зоні тертя «метал – метал» виникає плакувальна плівка, яка захищає пару тертя від подальшого зношування.

Процес формування захисного покриття, який називається ревіталізація, заснований на фізико-хімічній взаємодії поверхонь тертя в присутності

ревіталізанта при граничному або змішаному режимах змащення. В результаті процесу утворюється металокерамічне градієнтне покриття (мал. 5). Особливість процесу - змінення покриття з одночасним його зростанням.



Мал. 6. Ревіталізація трішини на вкладиші підшипника ковзання

ревіталізант. При появі навантажень енергетичний активатор направляє надлишкову енергію на будівництво нової кристалічної решітки. Таким чином, на старій основі формується нове покриття. Через кілька хвилин після початку ревіталізації на місці подряпин з'являється металокерамічна латка. Виділена зона, зона аномальної активності, зникла (мал. 6, права світлина).

Необхідно особливо підкреслити, що всі згадані речовини мають нанорозміри, а тому проявляють інші фізичні властивості, ніж їх макроскопічні аналоги. Так кварцовий пісок SiO_2 , кристалічний корунд Al_2O_3 та кристалічний графіт, які у виді частинок мікронних розмірів є абразивами, з якими у всіх парах тертя ведеться боротьба за допомогою масляних, повітряних і паливних фільтрів. У нанорозмінному виді вони чудовий «будівельний» матеріал для підвищення ефективності та запобігання від зношування пар тертя.

Явище ревіталізації дає можливість повернути процес зношування у зворотному порядку і відновити зношену поверхню при введенні ревіталізанта у мастильний матеріал (мал. 6). Ревіталізація починається в зоні найбільшого зношування оскільки саме тут досить надлишкової енергії для початку нового процесу та атоми металу мають найбільшу кількість нескомпенсованих зв'язків. Ці зв'язки, як магніти, захоплюють і утримують саме в місцях зносу будівельний матеріал - енергетичний активатор направляє надлишкову енергію на будівництво нової кристалічної решітки. Таким чином, на старій основі формується нове покриття. Через кілька хвилин після початку ревіталізації на місці подряпин з'являється металокерамічна латка. Виділена зона, зона аномальної активності, зникла (мал. 6, права світлина).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

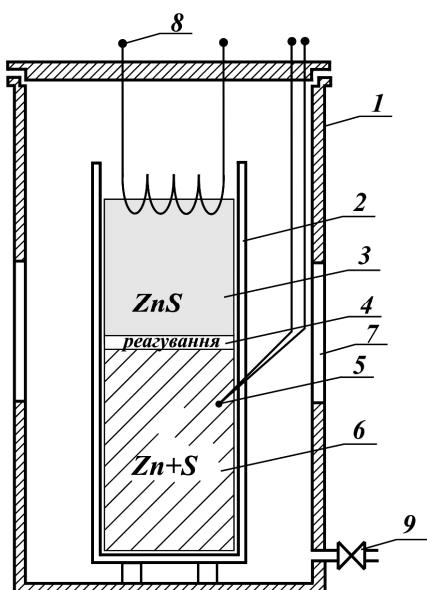
1. Козицький С. В., Бачеріков Ю. Ю. Дослідження фізичних властивостей сульфіду цинку, отриманого методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється: монографія.–Одеса: Астропrint, 2016. – 272 с.
2. Еленин Г. Г. Нанотехнологии, наноматериалы,nanoустройства. М:Изд. МГУ, 2015. С.-347.
3. Свідіненко Ю. Нанотехнології в нашому житті / Наука і життя. - 2005. №5.
4. Козицький С. В. Золотко А. Н. Молекулярна фізика: підручник. – Одеса: Астропrint, 2011. – 352 с.
5. Режим доступу: <http://www.find.biz.ua/?id=1056278102>
6. НІАЦ "Н і Н" / Нанотехнології. - Електрон. форум. - 2008.
7. Режим доступу: <http://www.msh-nanovit.de>
8. Режим доступу: <http://www.xado.ua/revitalizanti/xado>

Козицький С. В.

Національний університет "Одеська морська академія"

Отримання полікристалів методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється

Метод високотемпературного синтезу, що самопоширюється (СВС) дозволяє отримувати кристали, розмір зерна яких змінюється на 5 порядків – від 1 мм до 10 нм шляхом зміни параметрів синтезу [1].



Мал. 1. Схема установки для отримання ZnS методом СВС: 1 - реактор, 2 - ампула, 3 – синтезований ZnS , 4 – зона реагування, 5 – термопара, 6 – шихта (пресована суміш Zn та S), 7 - вікна для фіксації параметрів синтезу, 8 - джерело ініціювання реакції, 9 - кран для зміни тиску в реакторі



Мал. 2. Зона рівнобічних кристалів (x1200).

У випадку екзотермічної реакції реагування компонент отримання кристалів методом СВС зводиться до поширення хвилі хімічного реагування по їх суміші. Дослідження механізмів реагування системи $Zn-S$ [2] показав можливість синтезу напівпровідниківих матеріалів ZnS методом СВС [3]. Схема установки наведена на мал. 1 [4]. Реактор заповнювали Ar або N₂, а реакція ініціювалась електричною спіраллю при пропусканні по ній струму. В залежності від параметрів синтезу утворення кінцевого продукту може відбуватися як у конденсованій фазі, так і у газовій фазі [1, 4].

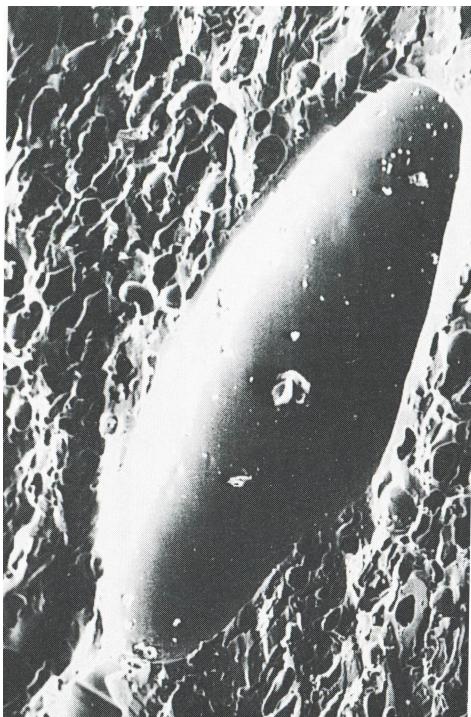
Щоб отримати монолітний матеріал з високою повнотою реагування синтез проводили при тиску $P > 5$ МПа. У цьому випадку відбувається гомогенне утворення матеріалу з розплаву. Час кристалізації значно більший, ніж час поширення хвилі по шихті, тому процес кристалізації протікає від бічної поверхні циліндру до його центральної вісі. На поперечному зрізі зразка проявляються три зони, які відображають характерні особливості кристалізації при утворенні злитка з розчину.

Найбільша за розмірами центральна зона складається з рівнобічних хаотично орієнтованих кристалів [4] з характерним розміром 20÷30 мкм (мал. 2). Отже, при підвищених тисках метод СВС дозволяє отримувати дрібнозернистий ZnS з розміром зерна порядку 20÷30 мкм.

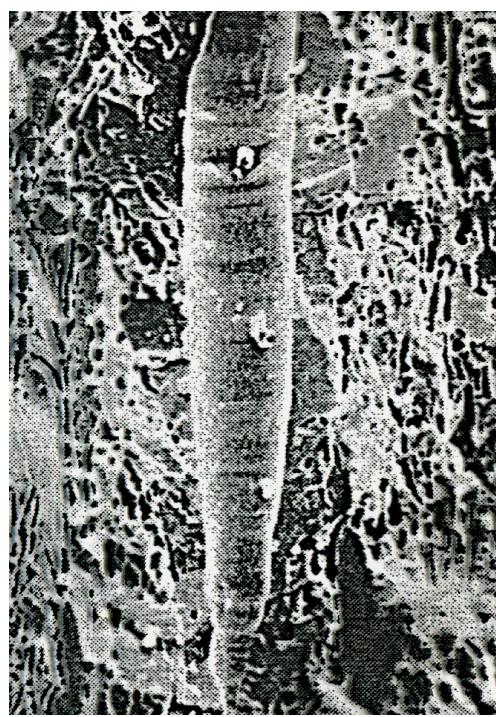
Якщо вводити у початкову шихту диспергатор, який зумовлював значну нерівноважність системи в процесі кристалізації, то в такій порошкоподібній системі автори спостерігали [5] найбільш якісні кристали "велетні" довжиною до 2 мм та товщиною 0,3 мм. Поверхня цих кристалів може бути: гладкою, у випадку

виникнення стаціонарної просторової структури при кристалізації (мал. 3.а), або з ознаками автоколивального режиму кристалізації (мал. 3.в). Отже, при введенні в шихту диспергатора при підвищенному тиску за рахунок процесів самоорганізації вдається отримувати якісні кристали міліметрових розмірів.

а)



б)



Мал. 3. Мікографія синтезованих зразків ZnS при введені диспергатора в шихту:
а) стаціонарний; в) автоколивальний процеси кристалізації

При атмосферному та пониженному тиску в реакторі механізм реагування переноситься у газову фазу. Утворення зародку приводить до збільшення енергії за рахунок утворення поверхні s та зменшення енергії при переході у конденсовану фазу на величину q при температурі T_k . Конкуренція цих двох процесів визначає критичний зародок, починаючи з котрого можливе утворення конденсованої фази. При збільшенні переохолодження ΔT ймовірність утворення зародків зростає

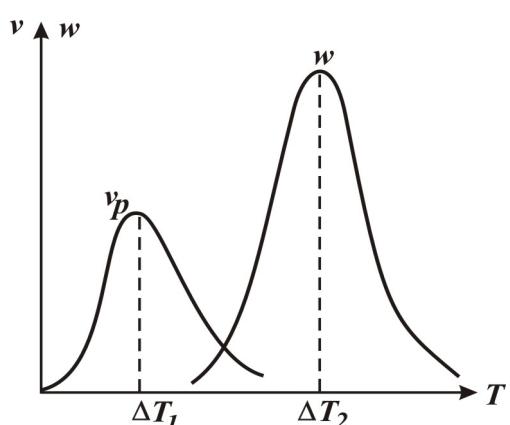
$$w_1 \sim \exp\left(-\frac{\sigma s}{3kT}\right) \sim \exp\left[-\frac{16\pi\sigma^3 T_k^2}{3q^2 kT(\Delta T)^2}\right], \quad (1)$$

однак, пониження температури зумовлює зменшення швидкості дифузії коефіцієнт якої також експоненціально залежить від температури

$$D \sim \exp(-E_a / kT), \quad (2)$$

де E_a – енергія активації дифузії. В результаті дії двох протилежних факторів функція, яка визначає швидкість утворення зародків має екстремум.

Коли кристалізація розвивається з одного центру, тоді отримуємо моно-кристал; коли – з декількох центрів, тоді отримуємо полікристал. Отже, кінетика процесу кристалізації описується двома величинами: швидкістю утворення центрів кристалізації w та лінійною швидкістю росту v_p , яка визначає швидкість переміщення грані кристалу. Крива залежності лінійної швидкості

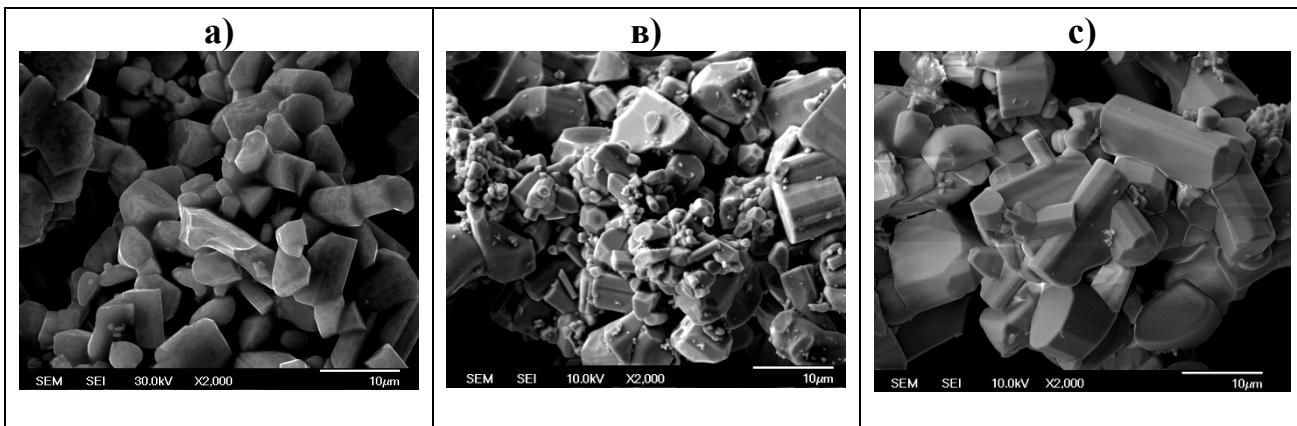


Мал.4. Залежності w та v_p від величини переохолодження

росту $v_p(\Delta T)$ від переохолодження також має максимум. При переохолодженні зростає різниця потенціалів Гіббса $\Delta G \sim \Delta T$ та зростає v_p . Але збільшення переохолодженні зумовлює зростання в'язкості і крива v_p спадає. Характерні графіки залежності $w(\Delta T)$ та $v_p(\Delta T)$ зображені на мал. 4.

В області ΔT_1 максимуму швидкості росту кристалу центри кристалізації не утворюються, бо надзвичайно мале значення w . Тому при таких переохолодженнях

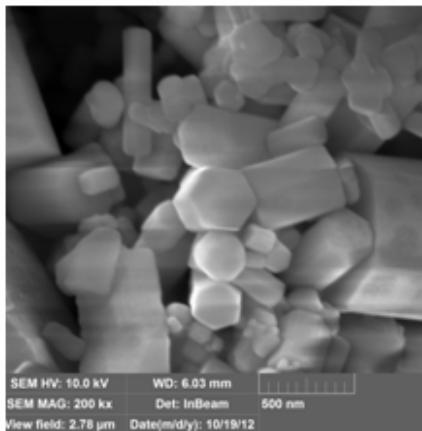
отримуємо малу кількість великих кристалів. В області ΔT_2 максимуму w швидкості утворення центрів кристалізації лінійна швидкість росту v_p надзвичайно мала і отримуємо велику кількість дрібних полікристалів. Управляти кінетикою утворення кристалів різних розмірів, тобто добиватися переважання процесу утворення зародків над процесом їх росту, можна за рахунок зміни стехіометрії суміші, тиску інертного газу в реакторі та шляхом введення у активних іонів. На мал. 5 показані мікрофотографії, а також наведені статистичні дані про розмір синтезованих дрібнозернистих кристалів шляхом зміни стехіометрії кристалів сульфіду цинку.



Мал. 5. Мікрофотографія порошків ZnS, отриманих методом СВС:
а) стехіометрія, в) з надлишком сірки, с) з надлишком цинку

Середній розмір синтезованих кристалів ZnS:Mn [6] складає: $1,36 \pm 0,43$ мкм для стехіометричного, $0,34 \pm 0,02$ мкм з надлишком сірки та $0,4 \pm 0,1$ мкм з надлишком цинку. Розміри синтезованих зразків визначалися на електронному дифрактометрі ARL X'TRA ($\text{CuK}\alpha$ випромінювання $\lambda = 0,15418$ нм).

Метод СВС дозволяє отримувати дрібнозернистий ZnS з розміром зерна порядку $50 \div 100$ нм (мезорозмірний) та $1 \div 20$ нм (нанорозмірний) двома способами. Перший - полягає в конденсації пари речовини в розрідженій інертній атмосфері в області між ампулою і стінками реактора. Другий - з використанням інертного розріджувача, що запобігає ростут виникаючих частинок. При зміні величини тиску інертного газу в інтервалі від 40 до 400 Па можна от-



римувати частки розмірами від 2 до 100 нм (мал. 6). Частинки парів сполуки при зіткненні з атомами інертного газу швидко втрачають кінетичну енергію і утворюють наночастинки. Щоб сформувалися частинки потрібного розміру, необхідно підбирати тиск інертного газу в реакторі.

Мал. 6. Нанорозмірний
ZnS:Mn – СВС

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Козицький С. В., Бачеріков Ю. Ю. Дослідження фізичних властивостей сульфіду цинку, отриманого методом високотемпературного синтезу, що самопоширюється: монографія.–Одеса: Астропrint, 2016. – 272 с.
2. С. В. Козицкий, В. П. Писарский, Д. Д. Поліщук, И. С. Чаус, Н. М. Компаниченко, В. Г. Андрейченко. Химический состав и некоторые свойства сульфида цинка, синтезированного в волне горения // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. - 1990. - 26, N12. – С.2472-2476.
3. Патент UA 12086 С3ОВ 29/48 Спосіб отримання полікристалів на основі сульфіду цинка / А. Н. Золотко, С. В. Козицький , В. П. Писарський, Д. Д. Поліщук. - 25/12/96. Бюл.№4.
4. S.V. Kozytckyy, V.P. Pysarskyy, D.D. Polishchuk, Obtaining of ZnS by Means of Self-Propagating High-Temperature Synthesis // Physics and chemistry of solid state V. 4, № 2 (2003) P. 229-233.
5. S.V. Kozytsky, A.N. Krasnov. Formation "qiqantic" crystals in crystallization of ZnS // J. Crystall Growth – 1996. – v.165, №1. – P.166–168.
6. Bacherikov Yu. Yu., Baran N. P., Vorona I. P., Gilchuk A.V., Zhuk A.G., Polishchuk Yu. O., Lavorik S. R., Kladko V.P., Kozitskii S.V., Venger E. F. , Korsunska N. E. // J. Crystall Growth – 2016. – v.453, №2. – P.77–89.

УДК 620.3

Латиш О.М.

Національний університет «Одеська морська академія»

Синтез наноматеріалів з нанопорошків та дослідження їх властивостей.

Дана стаття ставить на меті ознайомлення з фундаментальними задачами й проблемами, станом й досягненнями нанотехнологій і розрахована на широку аудиторію, що тільки починає свій шлях у вивчені й дослідженні обширного поля сучасних нанотехнологій.

Характеристика предметної області.

Нанотехнології - обширна область фундаментальної й прикладної науки, а також пов'язаних з ними промислово-технічних напрямів, що займаються дослідженням фізичних, хімічних й системних властивостей структурних елементів, лінійні розміри яких мають порядок нанометрів, де нанометр це величина, що відповідає одній мільярдній частці метра.

Наноматеріали - матеріали, що створені на основі нанотехнології, і, завдяки цьому, володіють унікальними, порівняно з іншими матеріалами, властивостями.

Тут важливо розуміти, що нанорозміри структурних чи певних інших елементів визначаються розмірами найменшої із лінійних характеристик. Тобто плівка, товщиною порядка $10^{-7} - 10^{-9}$ метра ($10^0 - 10^2$ нанометра), являється наноматеріалом незалежно від її площини. До того ж, класифікація й диверсифікація за лінійними чи іншими розмірами є досить умовною і провідну роль грають саме фізичні, хімічні й системні властивості структурних елементів вибраного матеріалу. Саме прояв характеристик, властивих наноматеріалам, має бути ключовим критерієм для визначення наноматеріалу, а подальше дослідження цих властивостей -- слугувати орієнтиром у класифікації наноматеріалу.

Тепер, коли ми визначили фундаментальні терміни й об'єкти області, можемо вказати актуальні напрямки й задачі нанотехнологій. Серед усіх інших, в першу чергу варто виділити наступні три завдань:

1. Отримання наноматеріалів. Перша задача нанотехнологій з прикладної точки зору. Адже перед тим, як вивчати наноматеріали, ними потрібно заволодіти. А у випадку успішних результатів досліджень, ще й необхідно налаштувати промислове чи, хоча б, напівпромислове виробництво вказаних матеріалів. На даному етапі розвитку технологій, головною стає задача отримання наноматеріалів з попередньо заданими характеристиками й властивостями, системною структурою, а також підвищення ефективності цього процесу й зниження його собівартості.

2. Застосування наноматеріалів. Очевидна й фундаментальна задача нанотехнологій. Через свою складність й обширність досі вміщує великий ряд відкритих питань, підзадач і проблем. В загальному випадку, ця група задач займається підбором найбільш підходящих наноматеріалів для кожної технічної проблеми, дослідженням методів використання нових наноматеріалів й визначенням вимог до необхідних для даної області застосування матеріалів, що, у загальному випадку, можуть ще не існувати. З абстрактної точки зору, ця категорія завдань представляє собою проблему комбінаторики, що й пояснює складність отримання оптимального рішення для кожної конкретної проблеми.

3. Спостереження й підтримання. Ця група задач виникає навколо експлуатації наноматеріалів й систем з їх участю. В процесі застосування й тривалого використання, наноматеріали можуть змінювати свої властивості й характеристики під чисельними зовнішніми впливами. Потенційних шкідливих факторів досить багато: механічні, електричні й електромагнітні,

хімічні, тощо. Через те, що в кожній конкретній системі суперпозиція вище-перерахованих чинників впливує, строго кажучи, унікальною, дуже складно попередньо вказати можливі побічні ефекти й зміни в поведінці того чи іншого наноматеріалу. Через це в багатьох системах, а особливо інноваційних, необхідне постійне спостереження й підтримання належного стану задіяного наноматеріалу. Це дозволить у разі необхідності прийняти необхідні міри для підтримання коректного стану роботи системи.

Класифікація наноматеріалів.

Окрім чималої кількості допоміжних, існує декілька основних способів класифікації наноматеріалів. Серед них варто виділити наступні:

- за геометричними характеристиками
- за складом й розподілом структурних складових
- за фізичним принципом
- за походженням і топологією

У даній статті ми детально розглянемо лише перший, геометричний, спосіб класифікації. Ця класифікація є досить розповсюдженою і вважається найбільш загальною згідно багатьох джерел. Приведемо загальноприйняту геометричну класифікацію по Зігелю.

Характеристики об'єкта	Мірність матеріалу з позиції наноскопічних вимірювань	Мірність матеріалу з позиції макроскопічних вимірювань
Усі три розміри менше ніж 100 нм	3-мірний (3D)	0-мірний (0D)
Два розміри менше ніж 100 нм	2-мірний (2D)	1-мірний (1D)
Один розмір менше ніж 100 нм	1-мірний (1D)	2-мірний (2D)
Усі три розміри більші ніж 100 нм	0-мірний (0D)	3-мірний (3D)

Серед вказаних категорій варто більш детально написати про наступні.

Нульвимірні нанооб'єкти. (0D) - наноматеріали, що містять $10^1 - 10^3$ атомів. Переважно мають форму шару, або певне його наближення.

Одновимірні нанооб'єкти. (1D) - наноматеріали, в яких розмір по одному виміру якісно перевищує два інші. Зазвичай це нанотрубки, нановолокна, наностержні й нанодроти.

Двовимірні нанооб'єкти. (2D) - наноматеріали, в яких розміри по двох вимірах якісно перевищують останній. Зазвичай це наноплівки й нанопокриття.

Властивості наноматеріалів.

Ключова особливість наноматеріалів полягає у тому, що при переході до нанорівня якісно змінюються властивості матеріалу. Зміни можуть бути досить кардинальними й стосуватися багатьох характеристик, проте, поміж інших, варто виділити наступні:

- Механічні властивості. Матеріали можуть набувати додаткової твердості аж до якісного переходу до надтвердості, так і отримувати надпластичність.

- Термодинамічні характеристики. Зокрема значно зможе змінюватися теплопровідність і теплоємність, температура плавлення. Також деякі матеріали в чистому вигляді чи при додаванні у вигляді домішок якісно змінюють температуру зайнання і швидкість згорання. До того ж, можливе виникнення вибухових властивостей при досягненні нанорівня.
- Енергетичні характеристики. Зокрема може значно змінюватися поверхнева енергія нанокристалів. Це, в першу чергу, пов'язано зі зміною характеристики теплових коливань атомів.
- Магнітні властивості. Завдяки переходу від полідоменної структури до однодоменної, наноматеріали можуть отримувати магнітні властивості.
- Значна зміна питомої поверхні. Це, в свою чергу, призводить до підвищеної реакційної здатності. Даний факт пояснюється тим, що атоми на поверхні речовини мають ненасичені зв'язки. Цим наноматеріал характерно відрізняється від його об'ємного вигляду.

Звичайно, вищевказаний список не охоплює всі можливі властивості наноматеріалів. До того ж, нанотехнології досі залишаються однією з основних галузей сучасної науки і, певно, наш ще чекають помітні відкриття в області нанотехнологій, як загалом, так і, зокрема, стосовно їх властивостей.

Методи отримання наноматеріалів.

На даному етапі розвитку науки й технологій було розроблено досить багато різноманітних за своєю природою й принципом методів отримання наноматеріалів. Через їх велику кількість, нижче ми приведемо лише основні методи.

Термічне випаровування. Принцип методу наступний. Обраний матеріал розплавлюється й випаровується, а потім конденсується на підготовану поверхню. Вказаний метод підходить для широкого спектру матеріалів і забезпечує низьку дисперсію розмірів вихідних наночасток, що є його ключовою перевагою. Основною проблемою цього підходу є складність налагодження виробництва у промислових об'ємах.

Вибухове випаровування. Підхід, що відрізняється від попереднього способом випаровування матеріалу. В даному методі вхідна речовина не випаровується поступово, а розплюється в результаті вибуху. Побічними ефектами є висока енергійна собівартість та висока дисперсія по геометричним розмірам і формам, що вимагає подальшого сортuvання. Проте, варто відмітити, що цей підхід дозволяє більші масштаби виробництва порівняно з попереднім.

Розпилення розплаву. Основна ідея методу в тому, щоб швидко охолодити аерозоль обраного похідного матеріалу. Розміри наночасток, що будуть отримані у результаті, можуть мати помітну дисперсію й перевищувати необхідні для наноматеріалів розміри. Через це метод розпилення розплаву нерідко потребує подальшої роботи з отриманим порошком і тому часто використовується як один із етапів більш складних, комбінованих методів отримання наноматеріалів.

Механічне подрібнення. Полягає у перетиренні вхідного матеріалу на спеціальних журнах протягом тривалого часу. Розміри вихідних наночасток

прямопропорційно залежать від тривалості обробки і температури плавлення матеріалу. Крім того, цей метод підходить не для всіх похідних матеріалів. Варто також відмітити, що фундаментальним недоліком вказаного підходу є забруднення вихідного наноматеріалу внаслідок механічного зносу робочої системи і, зокрема, жорен.

Процес відновлення. Цей метод підходить для добування нанопорошків металів. Він забезпечує низьку дисперсію по геометричним характеристикам. Процес має проходити у газовому потоці і при відповідній, для обраного матеріалу й бажаних характеристиках, температурі.

Осадження розчинів. Для отримання наноматеріалу цим методом використовуються розчини солей металів, які осаджуються в результаті додавання відповідних реагентів. Даний метод уможливлює значну диверсифікацію результату шляхом маніпулювання температурою й рівнем кислотності, додаванням буферних розчинників, тощо. Проте варто звернути увагу на те, що, не дивлячись на ряд позитивних особливостей, цей метод має помітні недоліки -- значна дисперсія розміру наночасток, вагома кількість домішок у вихідному наноматеріалі і необхідність великих об'ємів для промислового виробництва.

Варто відмітити, що вище перераховано лише ключові, вибрані методи. Okрім них існує і розроблюються ще велика кількість інших методів. Крім того, все частіше використовуються композиції існуючих методів, де вихідний матеріал одного методу стає входним для іншого, що забезпечує більш чутливий і гнучкий процес виробництва і відкриває ширший спектр характеристик і властивостей вихідних наноматеріалів.

Висновки.

Нанотехнології є однією із провідних сфер новітніх технологій. Про інтерес до нанонауки свідчить постійне зростання публікацій у міжнародних наукових виданнях. Але що набагато важливіше, зростає кількість патентних заявок на винаходи в цій сфері. Використання нанотехнологій сьогодні вже приносить суттєвий економічний ефект. Нанотехнології знайшли застосування майже в усіх галузях виробництва і промисловості, починаючи від військових потреб, електроніки, машинобудування, будівництва, сонячної, космічної, медичної галузей та закінчуєчи побутом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Киреев В. Нанотехнологии: история возникновения и развития / В. Киреев // Наноиндустрия. – 2008. – № 2. – С. 2–10.
2. The delivery of nanoparticles / A. A. Hashim. – InTech : Croatia, 2012. – 552 р.
3. Алексеева О. Взрывоопасность наночастиц / О. Алексеева // ПерсТ. – 2012. – Т. 19, Вып. 23. – С. 5–6.
4. Нанотехнологии. Азбука для всех / под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 368 с.

5. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: навч. посіб. / О.П. Ткач. - Електронне видання каф. Прикладної фізики. - Суми: СумДУ, 2014. - 127 с.
6. Проценко І. Ю. Основи матеріалознавства наноелектроніки: навч. посібн. / І. Ю. Проценко, Н. І. Шумакова. – Суми : СумДУ, 2004. – 108 с.
7. Наноматериалы, нанопокрытия, нанотехнологии / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк и др. – Харьков : ХНУ им. В.Н. Каразина, 2009. – 209 с.
8. Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури / Д. М. Заячук. – Львів : Львівська політехніка, 2009. – 580 с.
9. Анищик В. М. Наноматериалы и нанотехнологии / В. М. Анищик / под ред. В. Е. Борисенко, Н. К., Толочко. – Минск : БГУ, 2008. – 375 с.

УДК 30.17+39.4

Опришко М.О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Ергономіка навчального процесу

Праця - природна потреба людини, але важко знайти людей, які працювали б з повною віддачею постійно. Підвищення ефективності та якості праці є однією з основних задач суспільства, тому людству необхідно вивчати проблеми трудової діяльності. Ергономіка об'єднала в собі знання з оптимізації процесу праці, отримані в різних областях науки і практики.

Ергономіка (грец ergon - робота, діяльність і nomos - закон природи, правило, принцип) - наука, комплексно вивчає виробничу діяльність людини з метою її оптимізації [3]. Ергономіка, як наука, сформувалася всього кілька десятиліть назад. Система навчальної діяльності «викладач-студент-засоби навчання-навчальне середовище» з позиції ергономіки розглядається, як процес перетворення інформації та енергії. Навчальна діяльність складається в обміні інформацією між джерелом інформації (викладачем) і одержувачами інформації (студентами) і базується на зовнішніх і внутрішніх інформаційних процесах.

Взаємодії студентів з джерелом інформації складають зовнішні інформаційні процеси. До внутрішніх інформаційних процесів відносять психофізіологічну складову, тобто механізми сприйняття, аналізу, перетворення і зберігання інформації студентом. Для ергономіки важливим завданням є аналіз механізмів взаємодії студента з джерелом інформації, яка становить базу навчальної діяльності. Цей механізм можна розглянути з двох сторін: об'єктивної і суб'єктивної. Об'єктивна сторона відносин залежить від фізичних характеристик джерел інформації, а суб'єктивна сторона характеризує властивості аналізаторів студентів, якими вони сприймають інформацію.

Сотні подразників постійно впливають на організм. Діяльність головного мозку сповільнюється при зменшенні сенсорної активності (відсутність достатнього числа подразників) нижче певного порогу, що проявляється в зни-

женні уваги і порушенні системності потоку інформації. Процес навчання є ланцюгом послідовних реакцій організму на певний порядок складних і простих подразників. Основою вищої нервової діяльності людини рефлекси - реакції на дію подразників, що надходять із зовнішнього та внутрішнього середовища організму. Поліпшення умов навчальної діяльності студента збільшує кількість усвідомленої інформації за допомогою сенсорних систем, що дозволяє якісно сприймати і аналізувати інформацію, а, отже, підвищувати результивативність навчання.

Важливим завданням сучасної освіти є виявлення і ліквідація складнощів, що виникають у студентів у процесі навчання. При збільшенні обсягів інформації, впровадження нових програм і технологій ми бачимо, що число невистигаючих студентів постійно зростає. Причиною цього стають несприятливі фактори середовища які, в свою чергу, впливають на фізичний стан і здоров'я того, хто навчається. Великий вплив на організм студентів надає зміна звичного способу життя. Триває сидіння є причиною зниження працездатності організму. Нестача вітамінів призводить до появи дратівливості, порушення сну, погіршення пам'яті, поганого настрою. Зниження рівня глюкози в крові уповільнює діяльність головного мозку, тобто виникають головні болі, різко знижується увага і працездатність. Це підтверджують ергономічні дослідження. Тому ми можемо сказати, що успішність діяльності людини залежить від його функціонального стану і функціонального здоров'я.

Функціональний стан людини - взаємопов'язана система особистісних характеристик якостей людини, які визначають можливості виконувати певний вид діяльності людини, що знаходиться в тому чи іншому стані. Функціональний комфорт - оптимальний функціональний стан, при якому досягається відповідність засобів і умов праці функціональним можливостям людини, що працює [1].

Функціональний комфорт характеризується показником психофізіологічної ціни діяльності, визначену як суму змін функціонального стану людини протягом тривалого періоду його цілеспрямованої діяльності. Мінімальна психофізіологічна ціна стимулює високоефективну працездатність протягом тривалого часу без шкоди для здоров'я. Це впливає на ставлення до роботи, стомлюваність: комфортні умови діяльності призводять до внутрішнього задоволення студентів. Таким чином, функціональний комфорт сприяє тривалій працездатності студентів і високій ефективності навчання.

Однак збільшення обсягу отриманої інформації, необхідність самостійно розподіляти свій час і організовувати відпочинок підвищують навантаження на психоемоційну сферу. Підтримка працездатності студентів на оптимальному рівні є основною метою раціоналізації режимів праці і відпочинку в навчально-виховному процесі.

Режим праці і відпочинку - це режим, що забезпечує досягнення освітньої програми студентами, підвищення ефективності навчально-виховного процесу та працездатності з точки зору збереження здоров'я і створення оптимальних умов діяльності. Слід зазначити, що від часу дня, яке є фактором середовища, також залежить працездатність студентів.

Дотримання режиму дня, тобто розподіл роботи і відпочинку, є основною умовою збереження високої працездатності, тому що завдяки цьому у студентів формується динамічний стереотип. Організм сам встановлює баланс між працею і відпочинком. Таким чином у студентів з'являється певний ритм роботи, що дозволяє розподіляти свій час ефективно, що в значній мірі підвищує продуктивність праці і знімає нервову напругу[2].

Слід зазначити, що ергономіка включає в себе таке поняття як «бюджет часу», тобто розподіл часу на певний термін, розумне і раціональне його витраchanня на різні види діяльності. Структуру бюджету часу студента формує навчальний та позанавчальний час. Під навчальним або робочим часом розуміють час, що відводиться на аудиторні заняття та самостійну роботу над освоєнням навчального матеріалу. Позаробочий час ділять, в свою чергу, на позанавчальний час і вільний час. У позанавчальний час включаються витрати часу на дорогу, на побутові потреби, на сон і харчування, а у вільний - заняття спортом, художньою самодіяльністю, відвідування культурних заходів, перегляд телебачення, читання, улюблені заняття тощо.

Правильний розподіл часу в добовому бюджеті дозволяє об'єктивно пійти до використання своїх функціональних можливостей і адаптації до зміни одних видів діяльності на інші. Зміна добового режиму потягне за собою порушення роботи функцій і процесів, що відбуваються в організмі людини.

Бюджет щоденного навчального часу студентів (денної форми навчання) складається з 6 годин аудиторних і 4 годин самостійного вивчення програми. Зараз при навчанні студентам на аудиторні заняття відводиться 30-50% навчального часу, на поза аудиторну роботу - 50-70%. Це показує збільшення частки навантаження на самостійну роботу, підготовку до навчальних занять і самонавчання.

Тижневий бюджет робочого часу зазвичай становить п'ятдесят академічних годин. Чотири години відводиться на навчальні заняття з фізичного виховання, до шести годин - на поглиблена вивчення окремих дисциплін.

Слід виділити основні критерії ергономіки навчального процесу:

1. Підтримка рівномірної системи і послідовності в роботі. Працювати систематично, так як часті зміни форм роботи призводять до зниження продуктивності розумової праці і швидкої втоми, оскільки вимагають перебудови думок і дій.

2. Правильне чергування різних видів діяльності, що сприяє високій працездатності.

3. Правильний відпочинок. Для відновлення сил необхідна заміна розумової праці фізичним і перерви після кожних 1-2 годин роботи.

4. Чітке виконання заздалегідь продуманого і розумно складеного розпорядку дня, що допоможе виробити динамічний стереотип. Закріплені звички до розумно організованого режиму дня підтримують хорошу працездатність протягом навчального року.

5. Суворе дотримання щоденного і щотижневого відпочинку, причому в один і той же час. Організм легко пристосовується до будь-якого режиму дня,

важливо, щоб він був постійним. Загальне недотримання режиму веде до розладу сну, наростання стомлюваності, порушення апетиту.

6. Ритмічність роботи, сприятливе ставлення до даної роботи.

У студентів, що систематично дотримуються режиму дня, стомлюваність під час екзаменаційної сесії значно нижче, а успішність вище, ніж у студентів, що не дотримуються або постійно порушують режим дня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Карапузов Н.Д. Основы педагогической эргономики. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: http://uchebnikionline.ru/pedagogika/osnovi_pedagogichnoi_ergonomiki_-_karapuzova_nd/pedagogichna_ergonomika_galuz_pedagogiki.htm
2. Школа здоровья /под общей ред. Н.Н. Зинченко. Архангельск, 2010. — 92 с.
3. Эргономика. Яндекс-словари. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Эргономика/>
4. [http://sibac.info/archive/guman/5\(20\).pdf](http://sibac.info/archive/guman/5(20).pdf)
5. Зеленин М.П. Эргономика на морском транспорте / М.П.Зеленин – М. : Издательство «БАНТО», 1999. – 388с.

УДК 30.17+54.1

Опришко М.О.

Національний університет «Одеська морська академія»

Ергономічні аспекти безпеки судна

Оператором називають людину, яка в трудовому процесі взаємодіє з технічними пристроями і системами, предметом праці і зовнішнім середовищем через засоби відображення інформації та органи управління. Діяльність операційного класу займає значне місце в загальній структурі трудової діяльності судноводія. Це робота з радіолокаційною станцією, приемоіндикаторами інших радіонавігаційних приладів, апаратурою зв'язку та сигналізації, гидроакустичними, навігаційними та рибопошуковими приладами і т.п. Ергономіка – наука, що комплексно вивчає виробничу діяльність людини з метою її оптимізації, у тому числі при взаємодії людини з технічними пристроями, тобто при дослідженні системи «людина - машина» (СЛМ). Машиною в СЛМ називають будь-який технічний пристрій, призначений для цілеспрямованого перетворення матерії, енергії або інформації. Ергономіка тісно пов'язана з інженерною психологією, яка вивчає склад і структуру психічних процесів, що лежать в основі діяльності людини-оператора. Мета ергономічних досліджень - розробка методів обліку людського фактора при створенні технічних засобів, проектуванні і організації діяльності операторів СЛМ. Врахування вимог ергономіки здійснюється, перш за все, на стадії проектування техніки і спирається на технічні, антропометричні, психологічні, соціальні та інші критерії. Система ергономічна, якщо в ній оптимально розподілені

функції між людською і машинною ланкою і вирішенні інші перераховані нижче завдання [1]. Розподіл функцій в СЛМ між людиною і машиною спрямований на оптимальне використання характеристик машинної і людської ланки. Кожна функція покладається на технічний пристрій або оператора в залежності від того, наскільки їй відповідають можливості того або іншої ланки системи. Машина перевершує людину при виконанні наступних функцій [6]:

переробка інформації за заданою програмою (рішення навігаційних і експлуатаційних задач);

підтримку заданого значення параметра (утримання судна на курсі, забезпечення встановленої частоти обертання гребного гвинта);

зберігання в пам'яті великих обсягів інформації, її подання до заданої форми (електронна картографія, інформаційно-довідкові системи);

виконання операцій типу «стимул - реакція» (сигналізація про несправності, про досягнення граничного значення параметра);

виявлення і стійке сприйняття сигналів, що не сприймаються людиною безпосередньо (радіовипромінювання - радіозв'язок і радіолокація; ультразвукові коливання - гідроакустична навігаційна і рибопошукова апаратура).

Людина в СЛ перевершує машину при виконанні наступних функцій:

здатність впізнавати об'єкти, незважаючи на зміну умов сприйняття і за непрямими ознаками;

отримання узагальнених понять на основі розрізнених фактів;

рішення задач, непередбачених інструкцією, заданої програми або алгоритмом;

рішення, пов'язані з високою відповідальністю за можливі наслідки, особливо в екстремальних умовах і в ситуаціях підвищеного ризику.

Способи оптимального пред'явлення людині-оператору інформації про стан об'єкта управління та зовнішнього середовища ґрунтуються на понятті інформаційної моделі - комплексу засобів відображення інформації, при сприйнятті якої в свідомості оператора формується сукупність уявлень про стан процесів і об'єктів, що відображаються.

Вибір методів відображення інформації визначається як характером самої інформації, так і можливостями сприйняття цієї інформації оператором. Так, функція екстреного залучення уваги найкраще забезпечується звуковим і світловим сигналом, що вимагає негайного реагування. Звуковий сигнал має ту перевагу, що він сприймається незалежно від місця розташування оператора. Світловий сигнал вказує, яка саме інформація повинна бути сприйнята оператором. Тому суднова система аварійно-попереджувальної сигналізації повинна подавати звукові та світлові сигнали [2].

Світлові сигнали вказують причину спрацювання аварійно-попереджувальної сигналізації і, як правило, виконуються у вигляді миготливого світла сигнальної лампи на пульті або табло.

Оператор підтверджує прийом сигнальної інформації натисканням на відповідну кнопку; при цьому звуковий сигнал відключається, а миготливий світловий сигнал повинен переходити в постійний. Після відключення звукового сигналу по-

винна забезпечуватися можливість повторного його спрацьовування при надходженні нової інформації про несправності. Повне погасіння світлового сигналу можливе лише після усунення несправності або відключення несправної частини аварійно-попереджувальної системи. Передача сигналів від людини до машини здійснюється за допомогою органів управління, технічне виконання яких (рукоятки, вимикачі, тумблери, обертові регулятори, клавіші і т.д.) залежить від характеру завдання, для вирішення якого вони призначені (включення, переключення, настройка, плавна або дискретна зміна регульованого параметра), антропометричних особливостей рухового апарату людини і стереотипних реакцій оператора (включення апаратури, збільшення параметра - рух за годинникою стрілкою; вимикання, зменшення параметра - проти годинникої стрілки, і т.п.).

Оптимізація робочих місць оператора - зон діяльності, оснащених засобами відображення інформації, органами управління, допоміжним обладнанням, необхідним для вирішення завдань управління, здійснюється відповідно до цільового призначення конкретного виду праці і зі специфікою умов, в яких проходить трудова діяльність [2].

Серед критеріїв ергономічності особливе місце займає критерій безпеки, який має два аспекти: безпеку для людини-оператора (особиста безпека) і безпеку для знаряддя і предмета праці, а також для об'єктів зовнішнього середовища (безаварійність системи) [4]. У тих системах, де оператор знаходиться всередині об'єкта управління (в тому числі на рухому судні), проблема безпеки діяльності виступає одночасно як в плані забезпечення особистої безпеки оператора, так і безпеки системи в цілому. Ергономічна безпека судна проявляється в узгодженості, взаємоприспособлені один до одного машинної і людської ланок судової СЛМ, їх оптимальній взаємодії, що виключає виникнення аварійних ситуацій, передумовою до появи яких були б порушення цієї взаємодії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зеленин М.П. Вопросы обеспечения безопасных условий труда на морском транспорте. - М.: Транспорт, 1980. - 85 с.
2. Зеленин М.П. Эргономика на морском транспорте / М.П.Зеленин – М. : Издательство «БАНТО», 1999. – 388с.
3. <http://rostov-fishcom.ru/news/5910/>
4. Прусс В.М. Обеспечение безопасности международного судоходства. Одесса. Латстар. 2000. С. 157.
5. Организационно-технические основы безопасности судов и портовых средств. Кириченко А.В., Латухов С.В., Никитин В.А. и др., 2014 г. - 368 с
6. Мунипов В. М., Зинченко В. П. М90 Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. — М.: Логос, 2001. — 356 с.
7. [Источник: <http://psychlib.ru/mgppu/MZE-2001/MEC-001.HTM>]

Перспективи застосування нанопорошків і матеріалів на їх основі для енергетичних установок

Сучасні тенденції і вимоги до вдосконалення енергетичних установок – зокрема – підвищення ККД плюс зниження витрат матеріалів, що при цьому використовуються, підвищення експлуатаційних якостей, охорона навколошнього середовища, тощо, вимагають досліджень і пошуку нових технологій.

Поліпшення характеристик макрооб'єктів може бути досягнуте направленим вдосконаленням його властивостей на молекулярному рівні. Останнє передбачає вивчення речовин на рівні кількостей в розмірах десятків (або сотень) атомів (молекул) не лише в теоретичному, але і в експериментальному плані. Такі дослідження почалися в кінці минулого століття. Оскільки характерні розміри молекул неорганічних з'єднань змінюються в межах 0,3-0,5 нм, ця область нині фундаментальної та прикладної науки і техніки отримала назву нанотехнологія. Вона включає теоретичні і практичні методи досліджень, аналізу і синтезу, а також використання продуктів із заданою атомною структурою.

В даний час досягнуті суттєві результати в області отримання і використання нанопорошків (НП). Вже розроблено приблизно 30 методів отримання НП і все більша увага приділяється методам отримання композиційних і об'ємних наноматеріалів (НМ), а також обробці поверхонь металів і використання нанопорошків як наповнювачів до стандартних порошків.

Практично всіма дослідниками визнано, що НМ мають унікальні властивості і переваги в порівнянні з традиційними. За результатами досліджень на даний момент часу, вироби з НП та НМ поєднують як високу міцність, так і виоку пластичність.

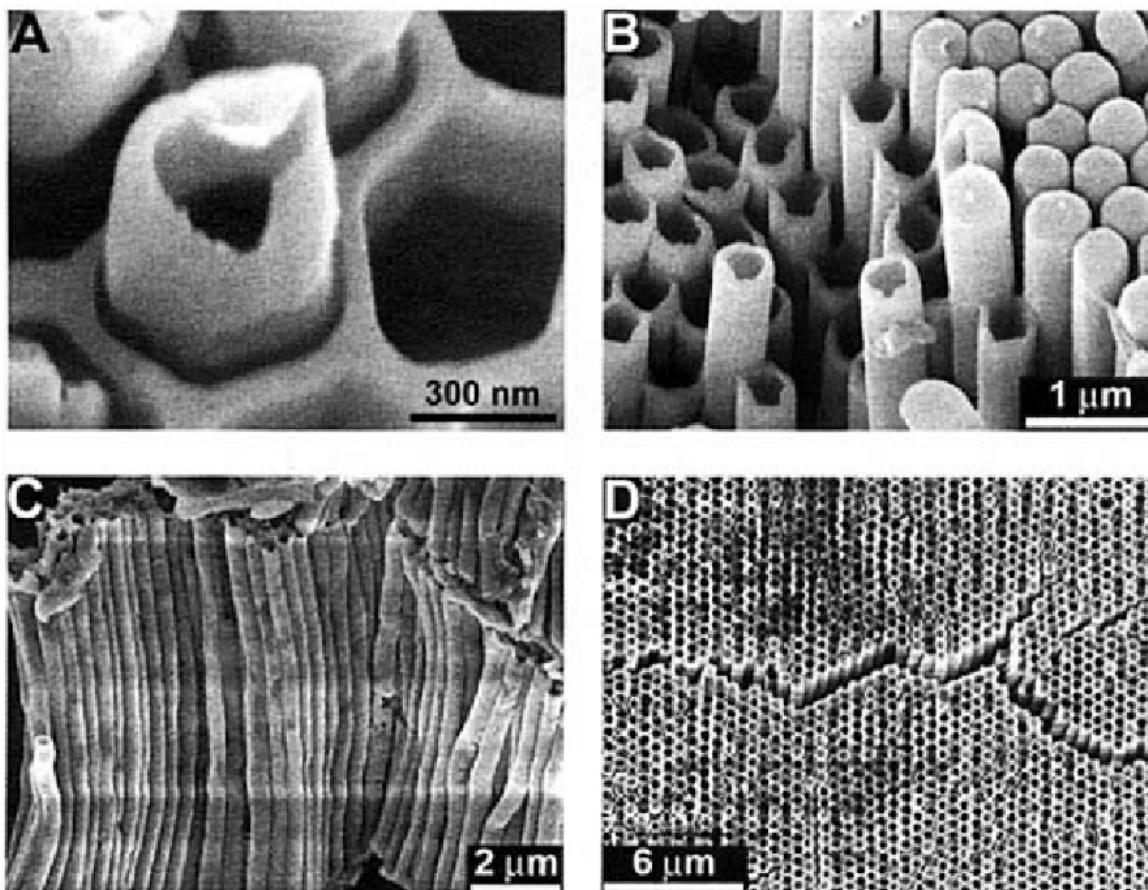
Наприклад, досліджена можливість вживання наноструктурного титану для високоміцних різьбових кріпильних виробів в автомобілебудуванні. На заготовки, отримані з НП титану, накочувалося різьблення. Отримані деталі випробовувалися на малоциклову втому. За результатами випробувань встановлено, що довговічність різьблення збільшена в 4–5 разів. Актуальні також подальші дослідження, направлені на розробку промислових методів здобуття наноструктурних титанових напівфабрикатів не лише з технічно чистого титану, але і з його сплавів.

Нові стабільні при підвищених температурах НМ створюватимуться на основі багатокомпонентних систем із залученням тугоплавких металів і з'єднань. Тугоплавким оксидам, нітридам і карбідам металів призначено проявити себе в нанотехнологіях майбутнього.

Металеві НП і НМ, отримані з оксидів металів (наприклад, оксиду алюмінію) використовують як антифрикційні і пла��уючі присадки до змащувальних масел. Так, застосування НП в моторному маслі покращує його властивості проти зносу на 13–27 %.

Такі НП використовують також як катализатори нейтралізації продуктів згорання енергетичних установок.

Особливу увагу в даний час привертають наноматеріали на основі вуглецю – так звані вуглецеві трубки (мал.1).



Мал. 1. Вуглецеві нанотрубки [1]

Вуглецеві нанотрубки – це порожні циліндрові утворення. Такі трубки утворюються при конденсації пари графіту на плоскій графітовій підкладці. Діаметр трубок – 1-3 нм, а довжина досягає десятків нм. Трубки можуть бути багатошаровими.

Вуглецеві нанотрубки мають високу механічну міцність і можуть використовуватися для створення високоміцних композитів. Зв'язки між атомами вуглецю є найсильнішими з відомих, тому бездефектні вуглецеві трубки на два порядки міцніше стали і приблизно в чотири рази легше за неї.

З таких трубок можна виготовляти легкі композитні матеріали дуже високої міцності для потреб техніки нового століття. Це силові елементи мостів і будов, конструкції компактних літальних апаратів, елементи турбін, силові блоки двигунів з гранично малим питомим споживанням (вжитком) палива тощо.

Відомо, що у шаруватому графіті провідність уздовж площини шару найбільша висока серед відомих матеріалів і, навпаки, в напрямі, перпендикулярному аркушу, мала. Тому очікується, що електричні кабелі, зроблені з на-

нотрубок, при кімнатній температурі матимуть електропровідність на два порядки вище, ніж мідні кабелі.

Застосування матеріалів, які створюються основі НП замість традиційних аналогів вже дозволяє [1-4]:

- понизити витрату металу за рахунок зниження маси виробів;
- понизити витрати в процесі експлуатації і підвищити термін служби виробів;
- підвищити стійкість інструменту.

Наука про наноматеріали і нанотехнології повною мірою повинна стати міждисциплінарної із залученням фізики, хімії та біології.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Матренин С.В. Наноструктурные материалы в машиностроении: учебное пособие / С.В. Матренин, Б.Б. Овечкин; Томский политехнический университет. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2009. – 186 с.
2. Эрик Ландре. Общие направления развития нанотехнологии до 2020 г. Пер. с англ. О.Ю. Санфировой //Российские нанотехнологии. Том 2, № 34, 2007. – с.815
3. Чеховой А.Н. (ООО ИЦ РИА «Передовые технологии», Москва). Классификация наноматериалов и нанотехнологий для машиностроения и метрология наносостояний //Конструкции композиционных материалов, вып. 4, 2005. – с.817.
4. Оценка экономической эффективности использования конструкционных наноматериалов //Н.П.Лякишев, А.А.Бродов, Т.И.Казакова, Б.В.Молотилов (ИМЕТ РАН, ФГУП ЦНИИЧермет)//Сталь, №5, 2006. – с.119-122.

УДК 621.431; 54-1; 539.21

Григор'єва О.С.

Національний університет «Одеська морська академія»

Впровадження ультрадисперсних порошків для покращення характеристик роботи суднових дизелів

Однією з важливих проблем, які виникають при експлуатації суднових енергетичних установок, є підвищення надійності і довговічності роботи двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Вимоги до роботи сучасних ДВЗ вимагають підвищення параметрів, збільшення ресурсу, зі зниженням шумності, поліпшенням екологічних показників відпрацьованих газів і зниження витрати масла на чад.

Відомо, що в поршневих ДВЗ на подолання тертя безповоротно втрачається до чверті всієї енергії газів. При цьому до 65% всіх механічних втрат в ДВЗ припадає на тертя між деталями циліндропоршневої групи. Одним з умов покращення режиму експлуатації ДВЗ є часткове відновлення зношено-го шару поверхонь тертя деталей циліндропоршневої групи.

На даний час, практика експлуатації ДВЗ показує, що зниженню механічних втрат сприяє застосування антифрикційних і протизносних добавок

у вигляді високо- і ультрадисперсних порошків різних неорганічних речовин в мастильні матеріали: моторне масло, тверді мастильні покриття на тронках поршнів та ін. [1, 2].

Ультрадисперсні порошки (УДП) – порошки, для яких були встановлені основні механізми синтезу: шляхом випару і конденсації, поверхневої або об'ємної дифузії, пластичної течії і тощо.

Технологія отримання ультрадисперсних оксидних порошкових матеріалів є областю інтенсивних досліджень внаслідок широкого діапазону їх застосування [3].

В останні роки способи отримання ультрадисперсних і нанорозмірних порошків здійснюються хімічним синтезом, який дозволяє отримувати неагломеровані порошки заданого хімічного, гранулометричного складу певної морфології. Основними хімічними методами, що дозволяють отримувати оксидні матеріали у вигляді порошків, гранул або волокон заданої форми є наступні:

осадження з розчинів;

формування порошків з гелів;

синтез у водних розчинах і мікроемульсіях;

швидкісна солідіфікація (затвердіння) з перемішаних розчинів.

Кожен з методів має свої переваги і недоліки, обмеження і можливості удосконалення в залежності від цілей роботи і завдання формування того або іншого матеріалу [3-5].

Одним з напрямків підвищення працездатності вузлів тертя двигунів внутрішнього згоряння є використання УДП м'яких металів – частіше мідних сплавів, зокрема, оловяністої бронзи – в моторних маслах. УДП вводяться в масла у складі так званих металоплакуючих препаратів.

Вплив ультрадисперсних добавок порошків цинової бронзи і фулереноюї сажі в моторне масло, а також порошки дисульфіду молібдену та політітанатів калію в тверде мастильне покриття на спідницях поршнів – на характеристики роботи дизеля було проведено авторами [1]. Всі добавки практично не впливали на механічний ККД, але порошки оловяністої бронзи і дисульфіду молібдену приводили до підвищення індикаторного ККД дизеля. Експериментальні дослідження, проведені авторами [1, 2], показали, що добавка декількох десятих відсотка ультрадисперсного бронзового порошку в масло призводить на більшості режимів до зниження питомої ефективної витрати палива на 4-6%. Зниження температури відпрацьованих газів при цьому коливається від 15° С на 25-відсоткової потужності до 29° С при наявності 60%. Більш істотний ефект зниження витрати палива був зареєстрований на 75-відсоткової навантаженні та складав 15% [2]. Аналіз причин позитивного впливу присадок дисперсних частинок на індикаторний ККД – потрапляння частинок з маслом в камеру згоряння і їх каталітична дія на горіння палива. Таким чином, додавання УДП захищає від зношування двигунів внутрішнього згоряння будь-якого типу, безпосередньо в процесі їх експлуатації. [1, 2, 6].

Ще один клас синтетичних матеріалів поєднує в собі властивості найтвердішого, тепlopровідного, стабільного кристала алмазу з підвищеною

поверхневою активністю і структурованими властивостями ультрадисперсного середовища – це ультрадисперсні алмази (УДА) [7].

В результаті досліджень і випробувань, виконаних в об'єднанні "Транстехника", науково-виробничому об'єднанні "Синта", Науково-дослідному інституті порошкової металургії, Білоруському аграрно-технічному університеті, Інституті надійності машин НАН Білорусі, встановлено, що добавки УДА в змащувальні матеріали знижують коефіцієнт і момент тертя, зменшують температуру в зоні контакту, знижують зношування деталей, що трутися [7]. У двигунах внутрішнього згорання масла з добавками ультрадисперсних алмазів підвищують компресію в циліндрах, зменшують зазори в парах тертя, втрати на тертя, що наводить до помітної економії паливно-мастильних матеріалів, підвищення потужності і збільшення ресурсу роботи двигунів.

Ще одним прикладом ефективного використання наночасток алмазів є композиційні полімерні матеріали і плівки, в яких УДА служать активним наповнювачем. Роботи в цьому, напрямі проводяться в Інституті механіки металополімірних систем та Інституті фізико-органічної хімії НАН Білорусі, НДІ порошкової металургії, Гродненському держуніверситеті. Отримані композиції на основі поліамідів, поліолефінів, епоксидів, політетрафоретіленів з невеликими добавками кластерів алмазографіту (0,01-0,3 % мас.) характеризуються підвищеними фізико-механічними характеристиками, високими, інколи унікальними триботехнічними властивостями, покращеною технологічністю у виробництві полімерних деталей і покриттів [7].

Отже, сучасні дослідження зі створення конструкційних УДП та наноматеріалів, придатних для широкого практичного використання при експлуатації суден, знаходяться в активній стадії розвитку і вимагають використання різноманітних нанотехнологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цветков Ю. Н. Влияние высокодисперсных добавок в смазочные материалы на эффективность работы дизеля // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. - 2014. - №5(27). - С. 19-25.
2. Крылов Д. А., Цветков Ю. Н. Влияние добавок ультрадисперсного порошка оловянной бронзы в моторное масло на работу дизеля // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова Выпуск № 3 (15) / 2012 с75-87.
3. Подденежный Е. Н., Бойко А. А. Классификация способов получения ультрадисперсных оксидных порошков (Обзор)// Вестн. ГГТУ им. п. О. сухого. – 2003. – № 1. – с. 21–28.
4. Ультрадисперсные и наноразмерные порошки: создание, строение, производство и применение / под ред. акад. В.М. Бузника. – Томск: Изд-во НТЛ, 2009. – 192 с.
5. Б. А. Вершок Получение нанопорошка вакуумным импульсно-дуговым методом / Б. А. Вершок, А. Б. Дормашев, И. Я. Маргулев, Ю. В. Мартыненко,

О. И. Обрезков, В. П. Смирнов (Курчатовский инст.) // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез – 2006, 16 янв. (№ 2). – С. 31–40.

6. Крылов Д. А., Цветков Ю. Н. Эффективность применения препаратов, содержащих высокодисперсный порошок бронзы, в качестве добавок в моторные масла дизелей – Материалы международной научно-практической конференции «Водный транспорт России: инновационный путь развития». 6–7 октября 2010 г. Том 2. – СПб.: СПГУВК, 2011. – С. 296–303.

7. Інформаційні ресурси

http://library.weld.kpi.ua/sites/default/files/ipip_kl.pdf

<http://www.nanosized-powders.com/technology/technologies/publications>.

УДК: 621.431.74-185.3

Кардашев Д.Л.

Національний університет «Одеська морська академія»

Ефективність сепарації суднових палив та масел

Питання необхідності створення фізичної та математичної моделей, які задовільно пояснюють процеси відцентрової сепарації поставлено в роботі [1]. Утисненність руху частинок та дія ефектів біля стінок тарілок сепаратора викликає флюктуацію швидкості осідання (особливо суттєво для мілко дисперсної фази), що не може бути врахованим детерміністичним (стоксовим) підходом [2,3]. Тому продуктивним може бути синтез детерміністичного та стохастичного уявлень.

Модель процесу сепарації. Процес відцентрового очищення палива заснований на здатності частинок забруднень і крапель води осідати під дією відцентрової сили. $\vec{F} = -\frac{\pi}{6}(\rho_u - \rho_n)\omega^2 \vec{r}$

При русі частинки в просторі між тарілками на неї діють відцентрова сила та сила Архімеда

де d - діаметр частинки; ρ_u - густина частинки; ρ_n — густина палива; ω - швидкість обертання шпинделя сепаратора; \vec{r} - радіус-вектор проведений від осі обертання до поточного положення частинки.

Силу опору середовища при ламінарному русі частинки забруднення можна обчислити за законом Стокса $\vec{F}_{cm} = -3\pi d \rho_n v k_f \vec{u}$

де v — кінематична в'язкість палива; \vec{u} — відносна швидкість руху частинок в

середовищі, k_f — коефіцієнт, який враховує відхилення форми частинки від

$$\text{сферичної. } u_s = \frac{d^2 (\rho_u - \rho_n) \omega^2 r}{18 \rho_n k_f v}$$

Усталена (Стоксова) швидкість руху твердої частинки в паливі при дії вищезначених сил [4]

Усталена швидкість руху рідкої частинки води [4]

де μ_p, μ_v — динамічні в'язкості палива та води відповідно.

$$u_w = \frac{d^2 (\rho_e - \rho_n)(\mu_e + \mu_n)\omega^2 r}{6\mu_n(3\mu_e + 2\mu_n)}$$

Сили діючі на частинку забруднення яка рухається в потоці палива в просторі між тарілками показані на рис. 1. Сила опору середовища не показана.

Потік палива захоплює в межтарельчатий простір частинки забруднень зі швидкістю $V = \frac{Q}{NS}$, де S - площа поперечного перетину міжтарельчатого простору; Q - подача сепаратора, N - кількість тарілок.

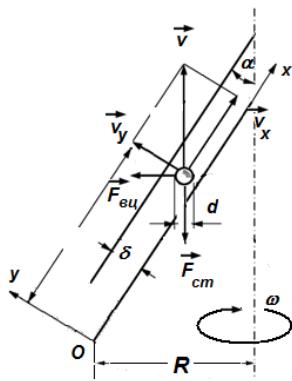


Рис. 1. Сили діючі на частинку домішка.

Абсолютна швидкість частинки яка знаходиться в потоці та на яку діють відцентрові сили буде дорівнювати $\bar{v} = \bar{V} + \bar{u}$, де \bar{u} - відносна швидкість частинки.

Розглянемо рух частинки діаметром d відносно рухливої системи координат (рис. 1). В проекціях на вісі рух частинки описуються диференціальними рівняннями:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = -m^*(R - x \sin \alpha) \sin \alpha \cdot \omega^2 - 3\pi d \rho_n v(\dot{x} - V) \\ m\ddot{y} = -m^*(R - x \sin \alpha) \cos \alpha \cdot \omega^2 - 3\pi d \rho_n v \cdot \dot{y} \\ x(t=0) = 0; \dot{x}(t=0) = V; y(t=0) = y_0; \dot{y}(t=0) = 0; \end{cases} \quad (1)$$

з початковими умовами

Де враховано те, що відцентрова сила зменшується при русі частинки вздовж конічної тарілки; m^* - ефективна маса частинки в середовищі.

Система рівнянь (1) з параметрами d, Q , має аналітичні розв'язки, але в наслідок їх громіздкості не приводяться.

Важливими є швидкості $v_x(d, Q)$, $v_y(d, Q)$ вздовж та поперек утворюючої тарілки. Позначимо час знаходження частинки в просторі між тарілками $T(d, Q)$ та $\tau(d, Q)$ - час руху частинки від нижньої тарілки до верхньої. На рис. 2 показані: а) час перебування частинок діаметром $d=2,5$ мкм та $d=5$ мкм в міжтарельчатому просторі в залежності від подачі сепаратора, б) швидкість

руху вздовж утворюючої в залежності від часу. Можна бачити, що час меридіонального руху великих частинок при малій подачі сепаратора значно більший ніж мілких, але при збільшенні подачі різниця в часі зникає. Крім того, цей рух є прискореним і швидкість мілких частинок більша ніж великих.

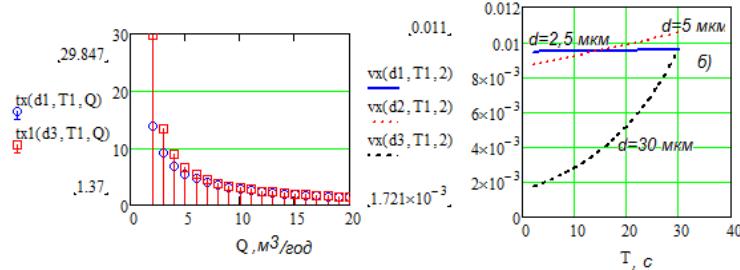


Рис.2. а) Час перебування частинок між тарілками в залежності від подачі сепаратора;
б) швидкість частинок різного діаметра.

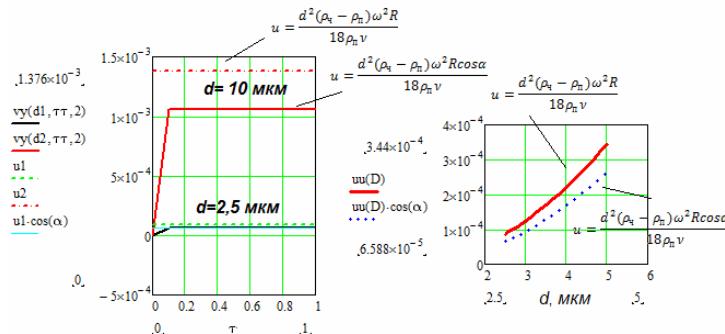


Рис. 3. Поперечна швидкість частинок.

При поперечному русі швидкість частинок швидко наближається до установленої швидкості і далі не змінюється (лівий графік рис. 3). Але вона менше за величиною усталеної Стокової швидкості. Тобто при визначенні швидкості осідання частинок потрібно враховувати нахил тарілок сепаратора. Для частинок розміром 2,5 мкм це не суттєво, але при збільшенні розміру різниця стає відчутною (правий графік рис. 3).

Таким чином, час поперечного руху частинки практично не залежить від

$$\tau(d) \approx \frac{\delta}{u_s \cos \alpha}$$

подачі сепаратора та його можна обчислювати за виразом

де δ – величина міжтарільчаторого зазору, α – кут нахилу тарілок сепаратора.

У якості ефективності сепарації $\varepsilon(Q, d)$ візьмемо відношення кількості забруднення відкинутого в шламовий простір C_{ul} до кількості домішок в паливі на вході в сепаратор C_0 . З іншого боку, враховуючи масовий баланс, можна виразити ефективність через відношення кількості забруднення залишеного в паливі C_3 до кількості частинок відкинутих в шлам. Відсепарованими будуть частинки для яких час поперечного руху не перевищує час меридіонального

$$\varepsilon(Q, d) = \frac{C_{ul}}{C_0} = \frac{C_{ul}}{C_0 + C_{ul}} = \frac{1}{1 + \frac{C_3}{C_{ul}}} \approx \frac{1}{1 + e^{\frac{-(T(Q, d) - \tau(d))}{T(Q, d)}}}$$

руху. Тоді $\varepsilon(Q, d)$ можна обчислити за наступним виразом

На рис. 4 а) представлені результати розрахунку. Час повздовжнього руху частинки $T(Q,d)$ визначається чисельно для кожного значення діаметру частинки та кожного значення подачі сепаратора, параметри якого аналогічні сепаратору SU 400 фірми Alfa Laval.

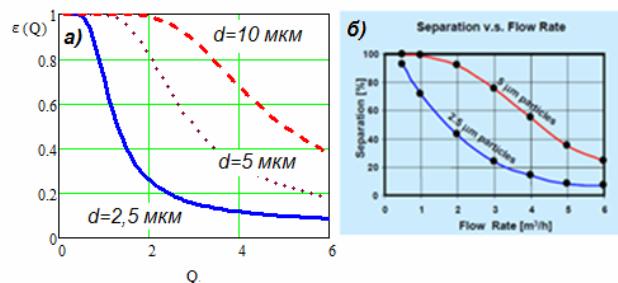


Рис. 4. Ефективність сепарації: а) результати розрахунку; б) результати тестування тестовою лабораторією фірми Alfa Laval [5].

На рис. 4 б) показані результати лабораторного тестування ефективності сепарації [5] за допомогою діно-частинок - пластикових кульок розміром 2,5 мкм і 5 мкм. Кульки вводилися в чисте паливо з в'язкістю 380 сСт. Сепарація проводилася при в'язкості 35 сСт. Вибірка частинок здійснювалася через 7 мін після розвантаження сепаратора. Нажаль, відомостей про густину пластикових частинок не надано.

Можна бачити добре якісне узгодження модельних розрахунків та даних експерименту. При наявності достатньої кількості достовірних експериментальних даних ця модель може бути удосконалена до стану корисного для практичного застосування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Радченко О.П., Мацкевич А.Р., Неменко А.В., Чуб О.П. Обоснование необходимости автоматизированного контроля реологических параметров высоковязкого топлива при сепарировании// Вісник НТУ "ХПІ", 2013 № 1.- С. 117-121.
2. Пак Н.Г. Стохастическое моделирование очистки моторного масла в судовых дизелях центрифугированием и сепарированием/ Морские интеллектуальные технологии, 2015.- т.1.- №3.- С.114-119.
3. Кича Г.П., Надежкин А.В., Пак Н.К. Оптимизация работы маслоочистительного комплекса судовых двигателей внутреннего сгорания на основе вариационного исчисления/ Вестник инженерной школы ДВФУ, 2012.- №3.-С. 9 - 19.
4. Ландау Л.Д., Либшиц Е.М. Гидродинамика/М: Наука, 1986.-731с.
5. www.alfalaval.com.

Петров И.М..

Национальный университет «Одесская морская академия»

Консигнационная форма технического снабжения судна как эргатическая функция морского агента

Введение. В деятельности агентских компаний, образующих сервисные эргатические системы, немаловажная роль отводится обеспечению судов по их заявкам предметами технического снабжения. Качественное выполнение этих эргатических обслуживающих функций морским агентом способствует повышению эффективности технической эксплуатации судна. Для предварительного накопления партий товаров в целях удовлетворения заявок судов, прибывающих в порты, могут быть использованы консигнационные склады. Их создание и использование может стать наиболее оптимальной формой продажи заказанных предметов технического снабжения, которая вполне соответствует сложившейся системе снабжения судов потребными им запасами. Такая форма судового снабжения регламентируется договором консигнации, при котором консигнатор (комиссионер, в нашем случае - морской агент, как оператор сервисной эргатической системы) берёт обязательство, исходя из поручения консигнанта, за комиссионное вознаграждение реализовать в определенный срок от своего имени, товары, которые поставлены на склад консигнатора и являющиеся собственностью консигнанта до момента реализации [1].

Согласно хорошей практике морского агентирования, капитаны судов заранее подают агенту заявки на снабжение различными товарами, в том числе и предметами технического снабжения для текущего ремонта судна и предстоящего рейса [2,3]. На основе информации, содержащейся в указанных заявках, менеджеры консигнационного склада могут контролировать наличие на складе необходимых предметов в требуемом количестве и нужного качества. Создание запасов товаров на складе является сложной экономико-организационной проблемой, которая требует оптимизации уровня запасов. Действительно, излишнее их увеличение на складе ведет к исключению из оборота дорогостоящих предметов судового снабжения, а при необоснованном снижении возникают риски простоев судов в ожидании их закупки на стороне и доставки.

Актуальность исследования. На водном транспорте применение экономико-математических методов и моделей для совершенствования комплексного обслуживания судов в портах было начато в 70-80-х гг. прошлого столетия. Оно отражено в трудах Э.К. Блинова, Е.Д. Бучина, О.Л. Домнина, А.М. Дуберштейна, В.Н. Кострова, И.В. Морозовой, М.Я. Постана, В.А. Черемина и др. [4,5,6,7,8]. Однако выполненные в то время исследования отражали условия отраслевого управления при плановой экономике и не учитывали рыночные условия хозяйствования, или не рассматривали особенности организации работы консигнационных складов в эксплуатации флота и портов.

В последнее время реклама, в частности, в Интернете, предлагает различные компьютерные программы "Мой склад". Их анализ показал, что это имитационные программы, ориентированные на практических работников, и содержащие простейшие алгоритмы расчета основных показателей работы склада, которых достаточно много, чтобы не поручать это множество элементарных вычислений человеку. Эти программы относятся к так называемой технологической парадигме логистики, которая дополняет другие парадигмы - аналитическую (к ней относится приводимая ниже предлагаемая модель), маркетинговую и интегральную. Как известно, в науке аналитические и численные методы исследования должны дополнять друг друга, а не противопоставляться.

Указанные замечания приводят к выводу о чрезвычайной актуальности решения вопросов обеспечения надежности снабжения морских судов запасами в виде предметов технического снабжения, как фактора, влияющего на эффективность технического обслуживания флота.

Постановка задачи. Целью исследования является повышение эффективности и качества снабжения судов путем оптимизации управления запасами на консигнационных складах в сервисных эргатических системах на морском транспорте. В соответствии с целью исследования, намеченными и решенными задачами, его предметом являются сервисная эргатическая система и происходящие в ней процессы снабжения судов с консигнационного склада на основе учета судовых заявок.

Результаты исследования: В основу исследования была положена классическая модель оптимального управления запасами Вагнера-Уайтина [9], подвергшаяся модификации для условий работы агентского консигнационного склада, выполненной в рамках исследования

Математическая модель задачи. Пусть в целях удовлетворения потребностей судов на горизонте планирования T руководство консигнационного склада вместимости E планирует закупку M видов товаров. Исходная информация для составления указанного плана содержится в заявках на снабжение от судов, причем суммарная ожидаемая потребность в товарах m -го вида всех судов, прибытие которых намечается в периоде t , равна $g_{mt} \geq 0$,

$$\sum_{t=1}^T g_{mt} > 0.$$

Введем следующие условные обозначения:

x_{mt} – объем закупок складом товара m -го вида в периоде t ;

I_{mt} – уровень запаса товара m -го вида на складе в конце периода t .

Очевидно, справедливы следующие балансовые соотношения:

$$I_{mt} = I_{m,t-1} + x_{mt} - g_{mt}, m = 1, 2, \dots, M; t = 1, 2, \dots, T. \quad (1)$$

Из (1) следует, что

$$I_{mt} = q_m + \sum_{j=1}^t (x_{mj} - g_{mj}), t = 1, 2, \dots, T, \quad (2)$$

где q_m – начальный запас товара m -го вида на складе, причем $q_m \geq g_{m1}$.

Условие не превышения складской вместимости имеет вид:

$$\sum_{m=1}^M I_{mt} \leq E, t = 1, 2, \dots, T,$$

или с учетом (2)

$$\sum_{m=1}^M [q_m + \sum_{j=1}^t (x_{mj} - g_{mj})] \leq E, t = 1, 2, \dots, T. \quad (3)$$

Условие отсутствия неудовлетворительного спроса на товар m -го вида в любом периоде записывается так:

$$g_{mt} \leq I_{m,t-1}, t = 1, 2, \dots, T,$$

или, согласно (2)

$$q_m + \sum_{j=1}^{t-1} x_{mj} \geq \sum_{j=1}^t g_{mj}, t = 1, 2, \dots, T, \quad (4)$$

Будем также считать, что выполнено следующее условие баланса между спросом на товары и их закупкой на горизонте планирования:

$$q_m + \sum_{t=1}^T x_{mt} = \sum_{t=1}^T g_{mt}. \quad (5)$$

Переменные $x_{mj}, m = 1, 2, \dots, M; t = 1, 2, \dots, T$, должны быть неотрицательными, т.е. должны выполняться условия

$$x_{mj} \geq 0, m = 1, 2, \dots, M; t = 1, 2, \dots, T. \quad (6)$$

В качестве целевой функции могут быть суммарные расходы склада на горизонте планирования, т.е.

$$C = \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T (K_{mt} \delta(x_{mt}) + r_{mt} x_{mt} + c_{mt} I_{mt}),$$

где K_{mt} – затраты на оформление заказа на закупку товара m -го вида в периоде t ;

r_{mt} – закупочная цена товара m -го вида в периоде t ;

c_{mt} – стоимость хранения единицы товара m -го вида в периоде t ;
 $\delta(x) > 0, x > 0, \delta(0) = 0$.

Перепишем эту целевую функцию с учетом равенств (2) следующим образом:

$$C = \sum_{m=1}^M \sum_{t=1}^T \{K_{mt} \delta(x_{mt}) + r_{mt} x_{mt} + c_{mt} [q_m + \sum_{j=1}^t (x_{mj} - g_{mj})]\}. \quad (7)$$

Требуется найти такой план закупок $\{x_{mj}\}$ товаров всех видов, чтобы функция (7) приняла минимальное значение при условиях (1)-(6). Отметим, что мы пришли к задаче нелинейного программирования с недифференцируемой целевой функцией. Если пренебречь трансакционными затратами K_{mt} (т.е. если они незначительны по сравнению с другими видами затрат), то, очевидно, придем к задаче линейного программирования.

Рассмотрим теперь случай задолженного спроса. В этом случае условия (4) следует отбросить, а величина задолженного спроса на товар m -го вида в периоде t будет равна

$$\max\{0, g_{mt} - I_{m,t-1}\}.$$

Если владелец склада продает (оказывает услугу) судовладельцу (фрахтователю) товар m -го вида в периоде t по цене p_{mt} , то размер упущеной выгода для владельца составит

$$p_{mt} \max\{0, g_{mt} - I_{m,t-1}\}.$$

Поэтому выражение для суммарных затрат C_1 владельца склада, с учетом соотношений (2), теперь примет вид:

$$C_1 = C + \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M p_{mt} \max\{0, g_{mt} - q_m - \sum_{j=1}^{t-1} (x_{mj} - g_{mj})\}. \quad (8)$$

Таким образом, вновь мы пришли к новой задаче нелинейной оптимизации: найти план закупок $\{x_{mj}\}$, который доставляет минимальное значение функции (8) при условиях (1)-(3), (5),(6).

Для численной иллюстрации построенной оптимизационной модели с помощью пакета программ *Microsoft Excel* были выполнены расчеты для случая отсутствия задолженного спроса, т. е для случая минимизации функции (7) при условиях (3) - (6). Данные расчетов показали полную адекватность предложенной модели реальным условиям практики.

Выводы:

1. Модель может использоваться в менеджменте консигнационных складов при планировании закупок предметов технического снабжения судов на заданном временном горизонте. Базой при этом служит информация, содержащаяся в заявках судов, прибывающих в порты в течение данного периода.

2. Положительным для предложенной методики является ее простота, для её применения не требуется большого количества данных, высокой квалификации персонала.

3. Предложенная модель обладает в рамках аналитической парадигмы еще и тем преимуществом, что позволяет получать результаты, к которым в рамках технологической парадигмы (программы «Мой склад») прийти затруднительно. Например, ставить и решать оптимизационные задачи, проигрывать разные сценарии потребительского спроса и др. Т.е. она является более "наукоемкой" и служит инструментом анализа разных производственных ситуаций.

4. Для численной реализации модели необходимо использовать соответствующее программное обеспечение (например, пакет программ *Microsoft Excel*).

5. К сожалению, точность исходных данных (в основном, g_{mt}), носящих прогнозный характер, обычно не очень высока. Поэтому в перспективе желательно разработанную оптимизационную модель распространить на случай, когда g_{mt} являются случайными величинами с заданными законами распре-

деления. Тогда в новой задаче стохастической оптимизации должны быть отражены ситуации возникновения риска дополнительного простоя судов из-за отсутствия на складе необходимых предметов технического снабжения в заказанном количестве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Консигнация: форма продажи товара [Электронный ресурс] / Режим доступа: //www.malb.ru/glossariy077.html
2. Петров И.М. Агентирование морских судов: теория и практика: учебное пособие/ И.М. Петров, В.А. Виговский – Черновцы, «Книги – XXI», 2005. – 496 с.
3. Транспортно-экспедиционное и агентское обслуживание при перевозке грузов: [спр. и науч.-метод. пособ.] / [А.И Телегин, В.Н. Костров, А.А. Макаров и др.; под ред. А.И. Телегина]. - Н. Новгород: изд-во «Райт», 1999. - 426 с.
4. Блинов Э.К. Комплексное обслуживание судов в морских портах / Э.К. Блинов, А.М. Дуберштейн - М.: Транспорт, 1975. - 208 с.
5. Бучин Е.Д. Диверсификация основной деятельности на водном транспорте: [учебн. пособие] / Е.Д. Бучин, О.Л. Домнина, В.Н. Костров. - Н. Новгород: ВГАВТ, 1994. - 138 с
6. Костров А.В. Управление надежностью снабжения в логистической системе / А.В. Костров, В.А. Черемин // Труды ВГАВТ, Н. Новгород, 2000. - вып. 295. - С. 50-55.
7. Morozova I.V. Dynamic Optimization Model for Planning of Integrated Logistical System Functioning/ I.V. Morozova, M. Ya. Postan, S.N. Dashkovskiy//Proceedings of 3d International Conference “Dynamics in Logistics”, LDIC2012, Bremen, Germany, Feb. / March 2012. – Berlin: Springer, 2013. - P. 291-300.
8. Постан М.Я. Динамическая модель оптимального управления запасами товаров и их доставкой в деятельности логистической фирмы/М.Я. Постан // Логистика: проблемы и решения. - 2009. - №2. - С. 54-58.
9. Brandimarte P. Introduction to distribution logistics / P. Brandimarte, G. Zotteri. NY: Wiley, 2007. – 320 p.

УДК 629.12.565

Богач В.М., Молодцов Н.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Обеспечение надежности сопряжений СТС совершенствованием процессов смазывания

Поток отказов судовой технической системы (СТС) можно определять не только аналитическим описанием, но и методом (результатами) эксплуатационных испытаний. Основа последнего – моделирование случайных момен-

тов отказов и восстановлений комплектующих систему сопряжений по заданным функциям надежности (распределения времени безотказной работы).

Центральная задача, решаемая с помощью рассматриваемого метода – оценка среднего значения того или иного показателя надежности анализируемой системы: вероятности его безотказного (безаварийного) функционирования, наработки на отказ и т.п.

Надежность СТС наиболее объективно можно оценить по результатам их эксплуатации, в процессе которой необходимо осуществлять своевременную диагностику системы по ее фактическому состоянию с анализом фиксируемых значений их характеристик и параметров. Это позволяет предвидеть момент наступления предельного состояния в узлах судовых систем на основе анализа процессов утраты их работоспособности.

Основной задачей, которую необходимо решать при обеспечении надежности сопряжений СТС является определение долговечности сопряжения в зависимости от приложенных к нему нагрузок с обеспечением оптимальных режимов его работы (в том числе и режимов смазывания), т.е. создание физической модели достижения предельного состояния исследуемого сопряжения и разработка на этой основе методики эксплуатационных испытаний и алгоритма диагностирования.

Предельное состояние в образцах судовой техники может наступить, когда исчерпаны запасы износостойкости, коррозионной стойкости, прочности (по условиям хрупкого разрушения и длительной прочности, включая ползучесть с релаксацией напряжений, а также мало- и многоцикловую усталость). Отдельные узлы судовых систем работают, кроме того, в условиях значительных температур, длительно действующих нагрузок, в средах с повышенной активностью, что приводит к эффектам наложения, в результате которых ускоряются процессы деструкции и снижается долговечность образцов.

Изменение режимов работы судовых энергетических установок, связанное с необходимостью остановок и пусков, приводит к развитию в узлах нестационарных процессов и, как следствие, к явлениям термической усталости. Действие окислительных сред в таких условиях вызывает коррозионно-термическую усталость, в результате которой могут появиться термоусталостные трещины. Некоторые отказы, как показывает опыт эксплуатации, могут возникать из-за хрупкого разрушения узлов без предшествующей макроскопической деформации.

Ниже приведены результаты синтеза совершенствования процесса смазывания сопряжения цилиндровая втулка – поршневое кольцо и эксплуатационной проверки их эффективности. Совершенствование процесса смазывания проводилась с учетом результатов выполненных исследований, анализа патентных материалов, а также данных стендовых и эксплуатационных испытаний.

Наблюдения, за процессом движения масла в системах смазывания двигателей позволили выявить основные недостатки этого процесса и определить те узлы систем, которые нуждаются в изменении или усовершенствовании.

Для изменения характеристик процесса подачи масла с целью повышения эффективности его использования и улучшения показателей работы цилиндров двигателя на основании изложенных исследований разработана технология усовершенствования нагнетательного тракта лубрикаторной системы дизелей MAN - B&W.

Разработанные усовершенствования маслоподводящих устройств проходили эксплуатационную проверку на двигателях MAN - B&W типа L-MC/MCE 3-х судов. Время работы модернизированных узлов, по отдельным судам, составило от 600 до 5000 часов, при этом были получены результаты испытаний, анализ которых позволил оценить эффективность предложенных разработок.

Вскрытие цилиндров показало, что состояние базовых цилиндров (со штатной системой смазки и установленным фирмой эксплуатационным расходом масла на уровне 1,2 г/кВт*ч), практически не отличалось от контрольного цилиндра.

На зеркале базовых и контрольного цилиндров наблюдались вертикальные натирь, являющиеся следствием трения нагара на головке поршня о зеркало втулки. На зеркале экспериментальных цилиндров натирь отсутствуют.

Анализ результатов обмеров деталей ЦПГ показал, что средняя величина износа втулок экспериментальных цилиндров по поясу максимальной выработки, в сравнении с износом втулок базовых цилиндров меньше (рис.1): по ходу – в 1,4 раза; по оси – в 1,2 раза.

Изменение зазоров в замках поршневых колец (рис.2) отличается: по первому кольцу – в 2 раза; по комплекту колец – в 1,9 раза. Потеря веса первых компрессионных колец базовых цилиндров в 1,5 раза, а комплекта колец – в 1,3 раза больше, чем у экспериментальных.

Таким образом, результаты эксплуатационных испытаний показывают, что усовершенствованием процессов смазывания цилиндров обеспечивается существенное снижение износов дорогостоящих деталей ЦПГ, при значительном одновременном сокращении расхода дефицитных цилиндровых масел, что обуславливает повышение технико-экономических показателей работы двигателя в целом.

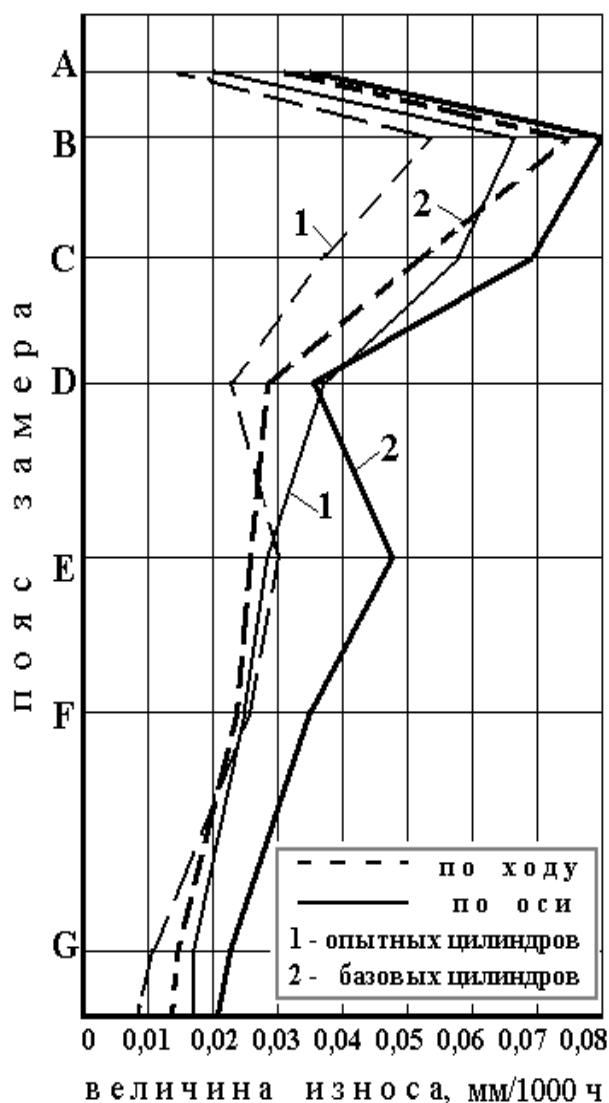


Рис.1. Износ цилиндровых втулок

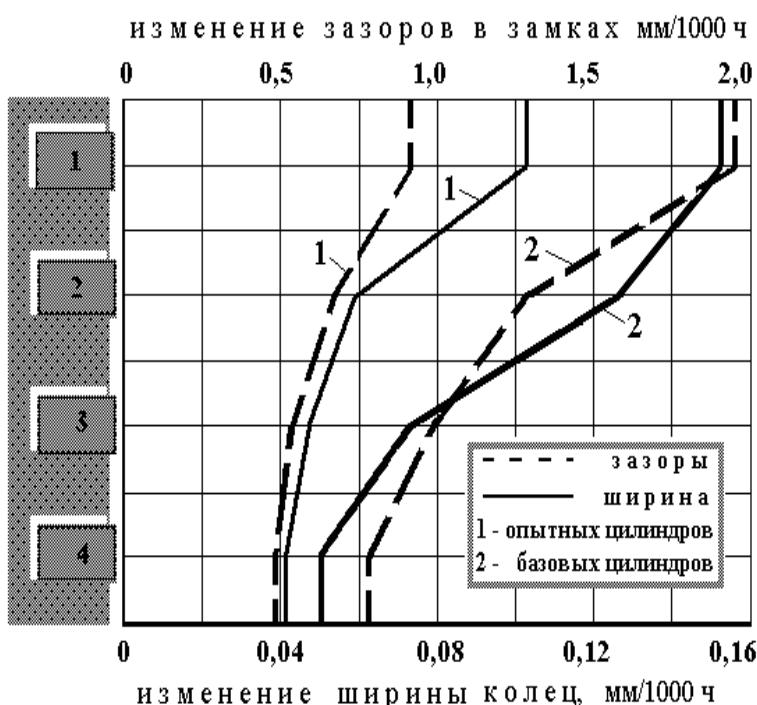


Рис.2. Износ поршневых колец

Эксплуатационные испытания показали, что совершенствование процессов и систем маслоподачи обеспечивает снижение до 25% расхода цилиндрового масла, в 2-2,5 раза уменьшает нагароотложения в цилиндре и в 1,2-1,5 раза - износы деталей ЦПГ а, следовательно, является эффективным направлением повышения технико-экономических показателей работы судовых ДВС.

Теоретические аспекты исследуемой проблемы имеют важное значение, но основа обеспечения надежности образцов судового оборудования - систематический анализ их технического состояния в процессе эксплуатации.

Судя по эксплуатационной информации, основной объем отказов судовой техники образует простейшие потоки. С целью снижения интенсивности таких потоков следует повышать культуру проектирования, совершенствовать технологию изготовления, а также повышать требования к качеству подготовки судовых команд.

Для достижения высокого уровня долговечности судов необходимо обеспечивать адекватность физических моделей утраты работоспособности реальным процессам старения и изнашивания в узлах судовых систем. Решение этой задачи связано с проведением экспериментов на материалах и базовых конструкциях, а также испытаний маломасштабных образцов и натурных узлов.

Таким образом, обеспечение надежности и долговечности судовой техники во многом зависит от эффективности системы сбора эксплуатационных данных о потоке отказов, от оснащения предприятий необходимой аппаратурой для обработки информации и принятия решений об уровне безотказности опытных образцов.

УДК 626.431.74

Слободянюк И. М, Слободянюк Д. И.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Управление смазкой цилиндров судовых дизелей с учетом технического состояния поршневого кольца при прохождении продувочных окон втулок

Организация эксплуатации современных судовых малооборотных двигателей (МОД) требует совершенствования управления процессами смазки цилиндропоршневой группы (ЦПГ) и защиты от аварийных ситуаций [1-3]. Поломка компрессионных колец двигателей форсированного ряда, является наиболее частой причиной их функционального отказа. Установлено, что поломка колец может происходить при прохождении продувочных окон втулок цилиндров при ухудшении условий смазки [4]. Однако, причины этого явления до настоящего времени недостаточно изучены.

Цель работы – разработка схемы управления смазкой цилиндров МОД с учетом идентификации технического состояния поршневых колец при их движении вдоль продувочных окон втулки цилиндра.

Такая задача ранее не исследовалась и ставится впервые, поэтому является актуальной.

Новым направлением повышения надежности судовых двигателей внутреннего сгорания транспортных судов является создание и организация эксплуатации систем смазывания, построенных на использовании жидкокристаллического состояния смазочных материалов в тонких пленках [5]. Однако использование этого явления ранее не исследовалось из-за отсутствия данных об анизотропных свойствах тонких пленок смазки.

Установление зависимости расклинивающего давления в пленках цилиндрового масла от их толщины на металлических поверхностях, позволило разработать метод и способ идентификации работоспособного состояния поршневого кольца при малых скоростях [6-8]. Техническое состояние поршневых колец определяется методом ранжирования по уровням надежно-

сти, которые диагностируются по частоте акустического сигнала от поршневого кольца при его движении вдоль окон втулки [9,10].

Полученные экспериментальные результаты мониторинга сопряженных поверхностей ЦПГ при малых скоростях позволили впервые решить задачу управления процессом смазки цилиндров. Схема управления смазкой цилиндров, с учетом данных о техническом состоянии поршневых колец при прохождении продувочных окон втулок цилиндров, представлена на рис.1.

Увеличение смазки при предупредительном или аварийном состоянии со-пряжения «кольцо-втулка» позволяет предупредить аварийную ситуацию.

В работе впервые представлено новое решение проблемы повышения надежности судового дизеля путем предупреждения поломки поршневых колец, за счет регулирования смазки цилиндров в зависимости от данных диагностики их технического состояния. Способ основан на исследованиях анизотропных свойств тонких пленок цилиндровой смазки.

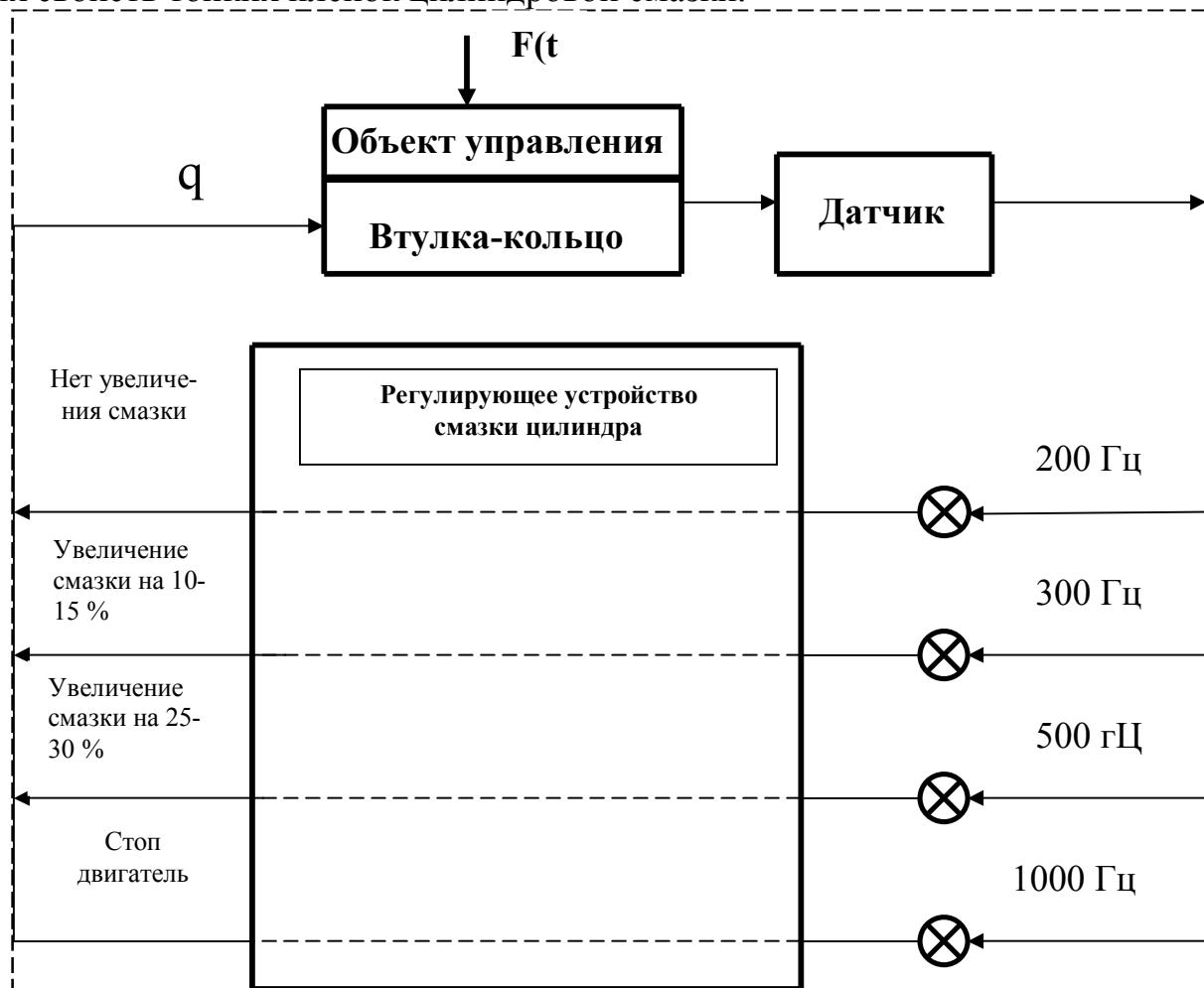


Рис.1. Схема управления смазкой цилиндров МОД с учетом диагностики технического состояния поршневых колец при их движении вдоль продувочных окон втулки цилиндра.

Научный результат работы заключается в том, что смазка подается с учетом идентификации технического состояния кольца методом ранжирования по уровням надежности, которые диагностируются по частоте акустического сигнала при его движении вдоль окон втулки, в следующей последовательности:

- надежный уровень (исправное техническое состояние колец) – интервал акустических частот 2÷200 Гц;
- частично надежный уровень (отсутствие пленки на отдельных перемычках окон втулок) – интервал акустических частот 200÷300Гц;
- предаварийный уровень (режим граничного трения с частичным адгезионным схватыванием поршневых колец и перемычек втулки цилиндра) – интервал акустических частот 300÷500Гц;
- аварийный уровень (состояние сухого трения поршневых колец, приводящее к их поломке) –акустическая частота более 500Гц.

На основании этих данных разработана новая схема управления смазкой цилиндров судовых дизелей.

Приведенные результаты имеют существенную практическую значимость, так как позволяют повысить работоспособность уплотнительных поршневых колец цилиндропоршневой группы судового дизеля и, следовательно, повысить надежность двигателя. Необходимо исследование анизотропных свойств других марок цилиндровой смазки для расширения предложенной схемы управления смазкой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Возницкий И.В. Практические рекомендации по смазке судовых дизелей. –Санкт-Петербург, 2005. –135с.
2. Сторожев В.П. Причины и закономерности постепенных отказов основных триботехнических объектов энергетической системы судна и повышения их ресурса. – Одесса, 2001. - 341 с.
3. Hellingman, G.J. and Barrow, S.: “Shipboard investigations with Selected Fuels of Tomorrow”, CIMAC 1981, Helsinki
4. С.А. Ханмамедов, Д. И. Слободянюк Совершенствование методов идентификации технического состояния поршневых колец судовых МОД. // Судовые энергетические установки: сб. науч. тр. – 2011. – № 27. – Одес-са: ОНМА. – С. 112-122.
5. Ханмамедов С.А.Совершенствование функциональных свойств систем смазывания судовых энергетических установок. Дисс. докт. техн. наук,– Николаев; 1990 –с.672.
6. Слободянюк Д. И., Ханмамедов С. А. Экспериментальные изотермы расклинивающего давления в пленках цилиндрового масла и их применение для повышения надежности судового дизеля. //Науково–виробничий журнал Проблеми техніки №2.2011.–С. 136–148.
7. Ханмамедов С.А., Слободянюк Д.И., Горюк А.А., Шакун К.С. Изотермы расклинивающего давления в структурированной пленке цилиндрового масла судового дизеля. //Науково–виробничий журнал Проблеми техніки – №1.–Одеса: 2011. –С: 90-102
8. Slobodianuk D.I. Experimental study of the disjoining pressure in the cylinder oil films on marine diesel engine piston rings. / Slobodianuk D.I., Slobodianuk I.M., Kolegaev M.A. // Journal of Polish CIMAC, Gdansk. 2013. Vol.8, No.1. St. 81-89.

9. Слободянюк Д. И. Совершенствование методики идентификации состояния поршневых колец МОД на основе экспериментального исследования частоты акустического сигнала / Д. И. Слободянюк // Проблеми техніки. - 2012. - № 3. - С. 68-75.
10. Слободянюк И.М., Слободянюк Д.И. Управление смазкой цилиндров судовых дизелей с учетом диагностики поршневого кольца при прохождении продувочных окон втулок. //Sciences of Europe Praha, Czech Republik, 2017 VOL 1, №11, St, 78-82.

УДК 626.431.74

Слободянюк И.М., Молодцов Н.С.

Национальный университет «Одесская морская академия»

**Повышение надежности судовых дизелей путем ремонта головок
поршней в зависимости от физико-химической природы их
изнашивания**

В настоящее время на морском транспорте в эксплуатации находятся не только суда новой постройки, на которых применяются современные дизели, но и суда с сроком службы 30 лет и более, на которых эксплуатируются малооборотные дизели постройки 1990 и 2000 годов. Восстановление работоспособности ЦПГ судовых дизелей выполняется путем ремонта изношенных деталей, в том числе головок поршней, клапанов, втулок цилиндров и др.

Результаты подконтрольной эксплуатации восстановленных по разным технологиям головок поршней показали, что проблема надежности и долговечности СДВС, связанная с уменьшением скорости изнашивания и разрушения деталей ЦПГ, включая износ канавок ГП и поломку поршневых колец еще до конца не решена [1-5].

Анализ физико-технологических процессов происходящих при эксплуатации деталей ЦПГ дизелей, работающих с восстановленными деталями, показал, что при ремонте не учитываются все существенные факторы, влияющие на долговечность ЦПГ, в первую очередь физико-химическая природа изнашивания, изменяющаяся в зависимости от степени форсирования двигателей.

Анализ характера износа деталей ЦПГ в зависимости от возраста и уровня форсирования двигателей показал [1], что в мало-форсированных двигателях износ сопряжения «втулка-кольцо-канавка» в основном определялся сернокислотной коррозией. Сегодня, в связи с форсированием двигателей наддувом уменьшается доля коррозионного изнашивания, однако затрудняется удержание масляной пленки. Это инициирует возникновение на отдельных участках цилиндров зон сухого трения и связанного с этим ростом адгезионного изнашивания, сопровождаемого микро задирами рабочих поверхностей втулок цилиндров и ускоренным изнашиванием канавок ГП. В новых двигателях, начиная с 2000 года, адгезионное изнашивание сопряжения «втулка-кольцо-канавка» среди других видов изнашивания деталей ЦПГ, становится превалирующим.

Таким образом, большее влияние на природу изнашивания имеет степень форсирования двигателя.

Цель работы – разработка рекомендаций по ремонту головок поршней судовых малооборотных дизелей с учетом степени форсирования двигателя.

Малая долговечность деталей ЦПГ судовых дизелей после ремонта, по нашему мнению, обусловлена несколькими причинами, из которых главными являются две:

- несоответствие комплекса эксплуатационных свойств деталей, приобретаемых при ремонте, условиям эксплуатации и технического обслуживания, изменяющихся при увеличении степени форсирования дизелей;
- при ремонте и прогнозировании ресурса ЦПГ не учитываются все существенные факторы, влияющие на скорость изнашивания деталей, а именно:
 - влияние износа втулок цилиндров на скорость изнашивания канавок ГП;
 - влияние формы изнашивания нижних торцов канавок ГП на поломку уплотнительных колец.

Для решения поставленной задачи разработаны критерии дифференцированного подхода к разработке методов восстановления работоспособности сопряженных деталей ЦПГ, исходя из более широких представлений о механизме их изнашивания и разрушения в конкретных условиях эксплуатации.

На кафедре технологии материалов НУ ОМА, в рамках выполнения госбюджетной НИР, разработаны технологии ремонта головок поршней с упрочнением торцов канавок разными методами, в зависимости от уровня форсирования и возраста двигателя, которые представленные на рис.1.

Износ относительный

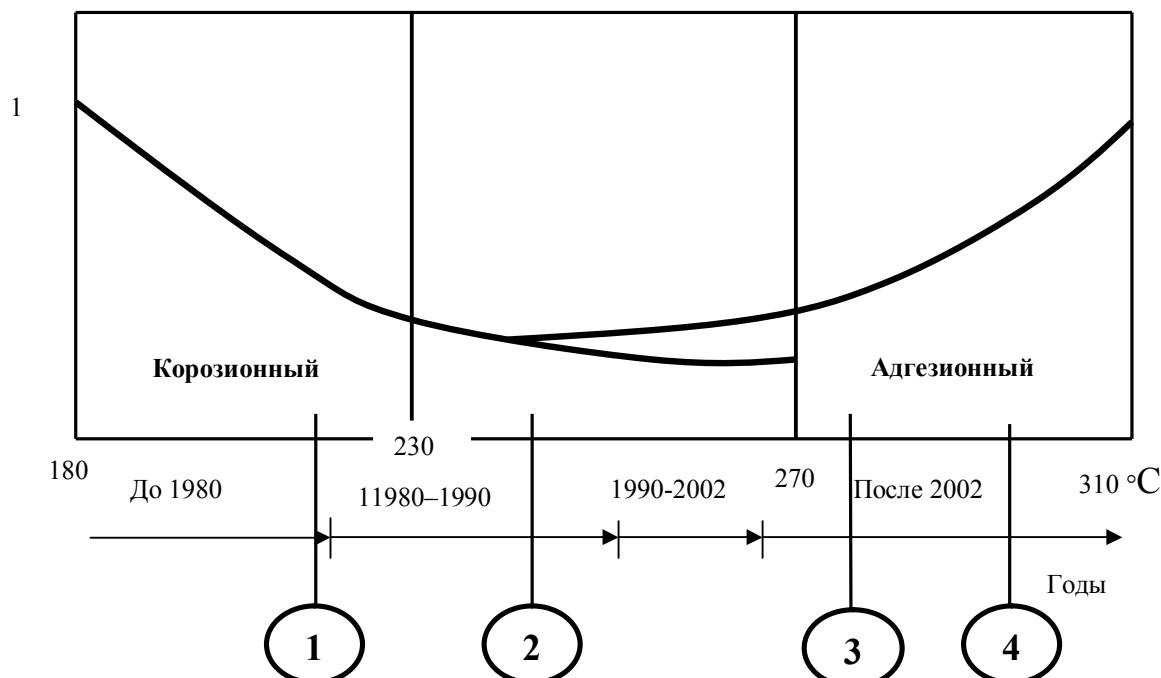
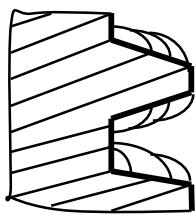
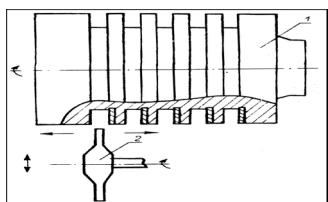


Рис. 1. Превалирующие износы ЦПГ двигателей в зависимости от возраста и уровня их форсирования [1].



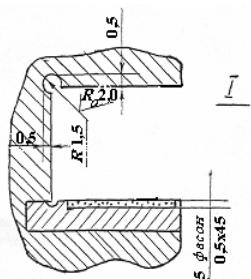
1

– электродуговая наплавка торцов канавок ГП коррозионно-стойкой проволокой СВ-20Х13; наплавка порошковой проволокой ПП-АН 149 [2,4].



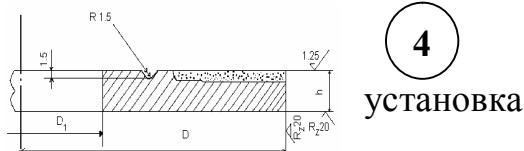
2

– комбинированный метод ремонта канавок цементацией и поверхностным упрочнением трением (PUT) колец; наплавка порошковой проволокой ПП-АН151 [6].



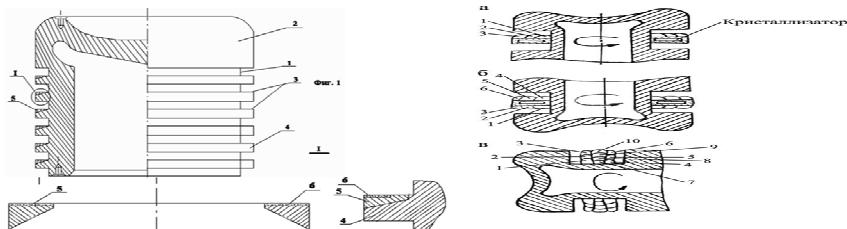
3

– противоизносных плоских колец упрочненных плазменной наплавкой порошками на основе никеля, легированного карбидами вольфрама и титана [7].



4

– проточка изношенных поверхностей и установка



– ремонт канавок ГП упрочненными плазменной наплавкой порошками на основе никеля кольцами с их приваркой по всей плоскости сопряжения электронно-лучевой сваркой; электродуговая наплавка специальными твердыми, коррозионно-стойкими электродами с помощью кристаллизатора без последующего шлифования торцов канавок [8,9].

цами с их приваркой по всей плоскости сопряжения электронно-лучевой сваркой; электродуговая наплавка специальными твердыми, коррозионно-стойкими электродами с помощью кристаллизатора без последующего шлифования торцов канавок [8,9].

Разработанные технологические процессы ремонта и упрочнения головок поршней, представляют собой соответствующее теоретическое обобщение исследований по решению крупной научной проблемы, которую можно квалифицировать как теорию ремонта изношенных деталей, обеспечивающую нахождение эффективной управляющей стратегии для получения деталей с эксплуатационными свойствами, максимально приближенными к условиям функционирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Возницкий И.В. Практические рекомендации по смазке судовых дизелей. –Санкт-Петербург, 2005. –135с.
2. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. Повышение надежности восстановленных головок поршней судовых дизелей путем повышения их

- эксплуатационных свойств при ремонте // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2005. – № 14. – Одесса: ОНМА. – С. 127-133.
3. Слободянюк Д.И., Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. „Физико-технологические предпосылки восстановления работоспособности цилиндро-поршневой группы судовых МОД“ //Судовые энергетические установки: научн. техн. сб. –2008.– №21 – Одесса: ОНМА.С.70-79.
 4. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. Восстановление работоспособности цилиндрапоршневой группы судовых дизелей при ремонте изношенных деталей. Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції «Досягнення науки в 2016 році», М. Київ: збірник статей –К.: Центр наукових публікацій, 2016. С. 91-98.
 5. Слободянюк И.М., Молодцов Н.С. Повышение надежности цилиндрапоршневой группы судовых дизелей при ремонте /Norwegian Journal of development of the International Science. Oslo, Norway. 2017, № 2. St.67-73.
 6. Способ упрочнения поверхности изделий: А.с. 1749251 СССР МКИ С 21 Д 1/09 / В.И. Дегтярь, И.М. Слободянюк (СССР) №4833023. Заявл. 28.01.1990; Опубл. 23.07.92, Бюл. №27.
 7. Слободянюк И.М., Апчел В.Н., Разработка технологии ремонта головок поршней судовых дизелей методом плазменной наплавки порошков на основе никеля //Судовые энергетические установки: науч-техн. сб. – 2015. – Вып. 35. – Одесса: ОНМА. – С.169-180.
 8. Способ восстановления поршней: А.С.№ 1770110 СССР, МКИ В 23 Р 6/00 Е.Г. Киперник, В.И. Дегтярь, И.М. Слободянюк, И.Б. Лужанский, Б.В. Гизер, О.П. Карпов (СССР) №4844765 Заявл. 23.04.1990; опубл. 23.10.1992 Бюл. 39.
 9. Способ восстановления канавок под компрессионные кольца поршней: А.с. 1734976 СССР, МКИ В 23 Р 6/00 / И.М. Слободянюк, В.И. Дегтярь, Е.Г. Киперник, Л.А. Морозов (СССР). – №4755363 Заявл. 2.11.1989; Опубл. 23.05.92, Бюл. №12.

УДК 621.431.74.03-57

Шебанов А.Н.
Суперинтендант «Каалбай Шиппінг Україна»

Повышение эффективности эксплуатации судовых двигателей путем усовершенствования систем смазывания цилиндров

Актуальность исследований. Одним из перспективных путей повышения эффективности организации процесса смазывания деталей ЦПГ является применение новых систем с электронным регулированием подачи масла и управлением работой системы посредством персональных компьютеров.

Однако создание и широкое использование таких систем ограничивается малой изученностью их эффективности и противоречивостью существующих данных об их эксплуатационной надежности, что в значительной степени затрудняет решение последующих вопросов совершенствования лубрикаторных систем.

Проведенные исследования по этой проблеме, показывают, что имеется возможность дальнейшего улучшения процесса маслоподачи в цилиндры двигателей за счет совершенствования систем. Эксплуатационными испытаниями подтверждено, что совершенство процессов и систем дозированной подачи масла является эффективным направлением повышения экономических показателей работы судовых дизелей.

В этой связи, исследование ранее неизвестных взаимосвязей процесса истечения масла с расходом и, следовательно, эффективностью его использования в ДВС представляет собой актуальную задачу, необходимость решения которой вытекает из потребностей морского флота.

Цель и задачи работы. Целью исследований является повышение надежности эксплуатации длинноходовых дизелей усовершенствованием систем и процессов смазывания их цилиндров.

Объект исследования – процессы движения масла по маслоподводящим каналам в лубрикаторных системах и на рабочих поверхностях цилиндров судовых двигателей внутреннего сгорания с электронным управлением маслоподачей.

Предметом исследования являются гидродинамические характеристики процесса движения масла в электронных лубрикаторных системах и их влияние на надежность эксплуатации судовых длинноходовых дизелей.

Научная новизна полученных результатов. Для систем смазывания цилиндров длинноходовых судовых дизелей впервые:

1. Методами математического моделирования и регрессионного анализа получены аналитические зависимости для определения влияние гидродинамических характеристик движения масла в системе смазывания на надежность эксплуатации и эффективность ее работы.
2. Усовершенствована математическая модель гидродинамического движения масла по каналам и зеркалу цилиндра в системах смазывания с электронным управлением маслоподачей.
3. Определена оптимальная структура системы смазывания обеспечивающая повышение технико-экономических показателей работы СДВС.

Практическая ценность полученных результатов. На основе выполненных исследований и полученных научных результатов:

1. Разработан метод расчёта основных параметров процесса маслоподачи, что позволяет определять совершенство масляной системы, а также получать исходные данные для проектирования новых узлов и систем.
2. Разработана и внедрена усовершенствованная система смазывания цилиндров с оптимальной геометрией каналов повышающей ее эффективность в условиях реального двигателя.

3. Разработаны и внедрены в научно-исследовательскую работу и учебный процесс методы расчета и экспериментальная установка по исследованию основных характеристик масляной системы цилиндров СДВС.

Использование результатов исследований обеспечивает снижение расхода масла на 25 - 35%, уменьшение нагароотложений в цилиндрах и износов деталей ЦПГ в 1,3 – 1,5 раза, снижение трудозатрат на обслуживание двигателя и повышение их экономических показателей работы в целом.

Внедрение. Результаты исследований процесса подачи масла в цилиндры судовых ДВС, методика, программа расчета и средства испытаний внедрены в учебном процессе НУ «ОМА», а усовершенствованные узлы систем смазывания - на морских судах. Предполагаемый экономический эффект от внедрения разработок, в расчете на одно судно с двигателем RTA мощностью 7500 кВт по прогнозам судовладельца составит 30 тыс. USD в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате выполненных исследований:
2. Разработана физическая и математическая модели истечения масла на рабочие поверхности цилиндров длинноходовых дизелей. На базе полученных аналитических зависимостей разработана методика, алгоритм и программы расчета оценочных показателей совершенства системы и процесса маслоподачи, позволяющие определять оптимальное сочетание основных факторов обеспечивающих наиболее рациональный вывод масла на зеркало цилиндровой втулки.
3. Проведенные исследования существующих конструкций систем смазывания цилиндров в лабораторных условиях и при эксплуатации дизелей, в широком диапазоне изменения условий их работы, позволили установить, что управление истечением масла в цилиндры длинноходовых двигателей RTA не обеспечивается. У этих дизелей процесс маслоподачи сопровождается "выбросом" значительной части масла в полость цилиндра, расширяющимися в канале газами, что обусловливает прямые потери цилиндровых масел и появление дополнительного источника нагарообразований. Масло оставшееся в канале после "выброса" поступает на зеркало со значительными перерывами и мимо канавок, что не способствует его распределению в цилиндре и обуславливает сброс в окна, подпоршневое пространство, а также унос масла с продувочным воздухом.
4. Проведен многофакторный эксперимент в результате которого получено уравнение регрессии, устанавливающее связь режимов истечения масла в цилиндр с геометрией нагнетательного тракта системы смазывания. Это позволяет определять равномерность поступления масла по оборотам двигателя a , следовательно, оценивать совершенство конструкции системы. Предложено решение, оптимизирующее режим течения жидкости в системах смазывания цилиндров судовых дизелей, что позволяет стабилизировать поток масла приводя его к ламинарному формированием однофазной жидкости.

5. На основании выполненных исследований модернизированы существующие системы смазывания цилиндров судовых дизелей Wartsila. Эксплуатационными испытаниями установлено, что совершенство процессов и систем маслоподачи является эффективным направлением повышения технико-экономических показателей работы длинноходовых СДВС с раздельной смазкой цилиндров. Разработанные усовершенствования обеспечивают сокращение до 30%, расхода дефицитных цилиндровых масел при одновременном снижении нагарообразований и существенном (в 1,4-1,5 раза) уменьшении износов дорогостоящих деталей ЦПГ, что обеспечивает экономический эффект более 30 тыс. USD в год на одно судно.

6. В целом, результаты настоящей работы могут быть использованы на предприятиях морского и речного флота, занимающихся эксплуатацией, ремонтом и повышением технико-экономических показателей дизелей, дзелестроительными заводами, конструкторскими бюро, НИИ, а также учебными заведениями при чтении курса по СДВС.

УДК 620.179.112

Лебедев Б.В., Евдокимов В.Д. .

Влияние направленности текстуры на процесс и качество фрикционного нанесения пленки меди на сталь

Впервые поставлен и экспериментально освещен вопрос о влиянии текстуры сдвиговых деформаций на эффективность нанесения на ее поверхность пленки меди фрикционным методом. Установлено, что процесс трения, совершаемый против текстуры предварительной обработки, приводит к повышению качества медного слоя в большей степени, чем в направлении текстуры. Эту зависимость рекомендуется использовать в практических целях.

Ключевые слова: трение, направление текстуры, сталь, медь, покрытие, качество

Следует сразу подчеркнуть, что рассматриваемый вопрос излагается впервые. И это несмотря на то, что процесс фрикционного нанесения пленки меди на сталь давно известен и с успехом применяется, в основном, при токарной обработке деталей [1,2]. Новизна же изложенного ниже материала заключается в том, что он отражает влияние направленности текстуры подповерхностного слоя металла на процесс формирования медного покрытия.

Например, при закреплении валов на токарных станках для производства различных операций они могут устанавливаться в патронах без постоянной или четкой ориентации заготовок и без учета уже существующих по направлению сдвиговых деформаций. В результате возникает переориентация сдвиговых деформаций. А при фрикционном нанесении пленки меди возможен процесс их формирования против уже существующей структуры обработки.

Эксперименты проводились на токарном станке с нанесением фрикционным методом пленки меди по направлению структуры и против структуры

предварительной обработки. С сохранением всех прочих принятых условий. Для исключения влияния направленности шероховатости или следов обработки проводилось их снятие путем применения поперечных движений абразивной шкурки или резцом.

При осуществлении экспериментов изучению подлежали различные показатели. Прежде всего было определено влияние направления текстуры на процесс нанесения пленки меди. Текстура в поверхностных слоях создавалась точением на токарном станке по рис. 1,а. Затем путем трения образца из бронзы Бр О12 (12% олова, остальное меди) и активной среды наносилась пленка меди по структуре обработки (рис. 1,б) и против (рис. 1,в) с определением времени начала образования или переноса меди на сталь.

Оказалось, что трение против текстуры (рис. 1,в) способствует более быстрому возникновению пленки меди, чем трение по направлению текстуры - почти на 40% при повышенной ее сплошности или условно толщине порядка одного микрометра. Что являлось почти пределом ее толщины.

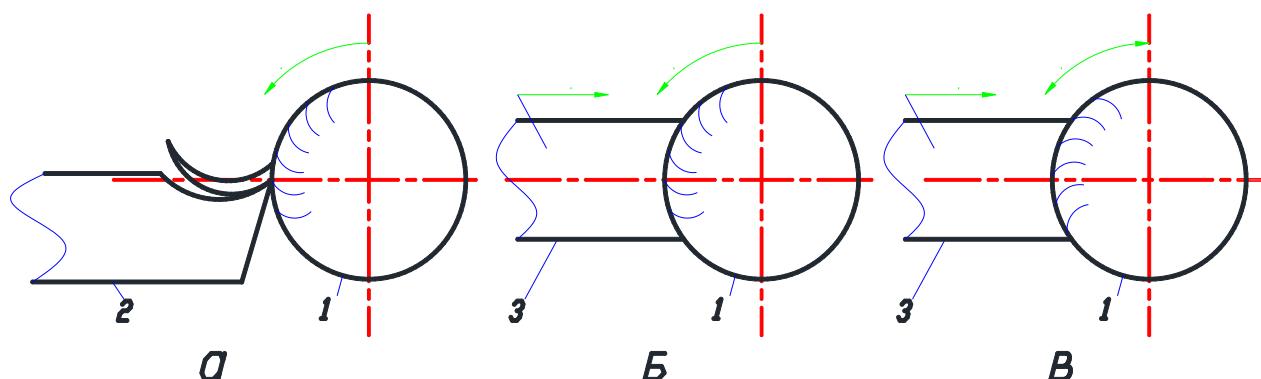


Рис. 1. Образование текстуры при точении и трении с учетом текстуры

- деталь; 2 - резец; 3 - контртело, а - направление текстуры при точении; б- трение по направлению текстуры; в - трение против текстуры или скрытый реверс.

Кроме того, сила трения при нанесении пленки против текстуры была больше, чем по направлению текстуры, а затем стала меньше (рис. 2). Это вероятно, объясняется несколько увеличенной толщиной пленки образованной при трении против текстуры: кривая 2 лежит выше кривой 1 на рис. 3. Да и сплошность пленки больше (рис. 3).

Определение истираемости пленки без повторного возникновения оказалось возможным путем применения метода экзоэлектронной эмиссии, при котором фиксировалось изменение площади покрытия стали медью (рис. 4).

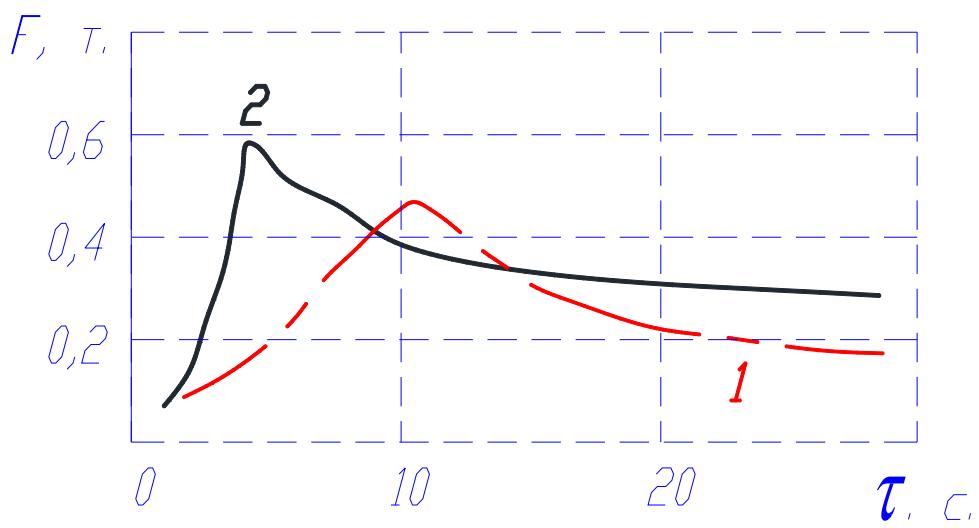


Рис.2. Влияние направленности текстуры на силу трения

1 - трение по направлению текстуры; 2 - трение против текстуры.

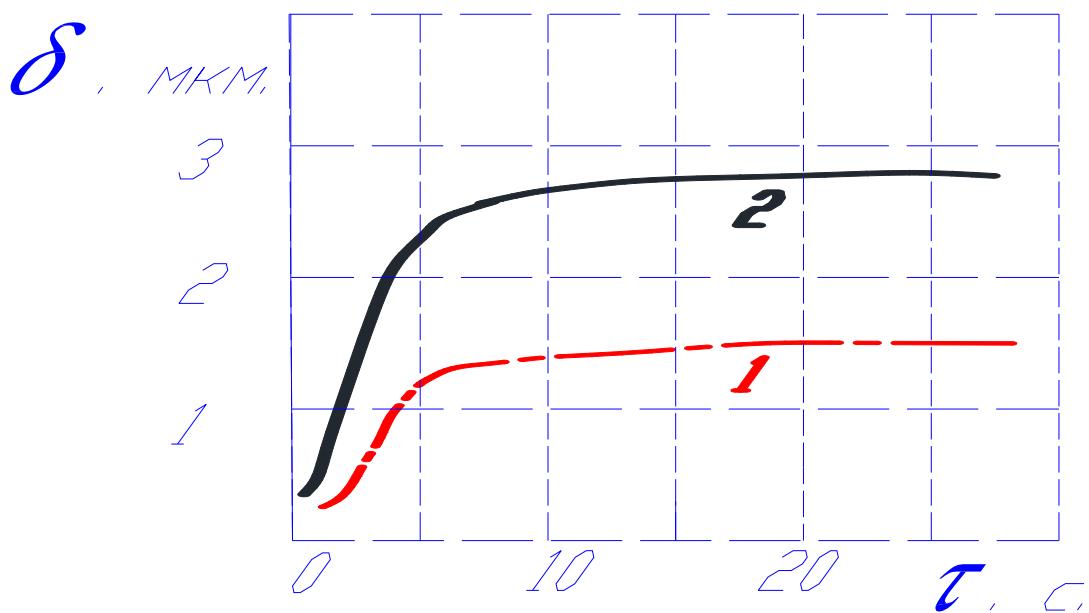


Рис. 3. Формирование покрытия толщиной d из медной пленки с учетом текстуры 1 - по текстуре; 2 - против текстуры.

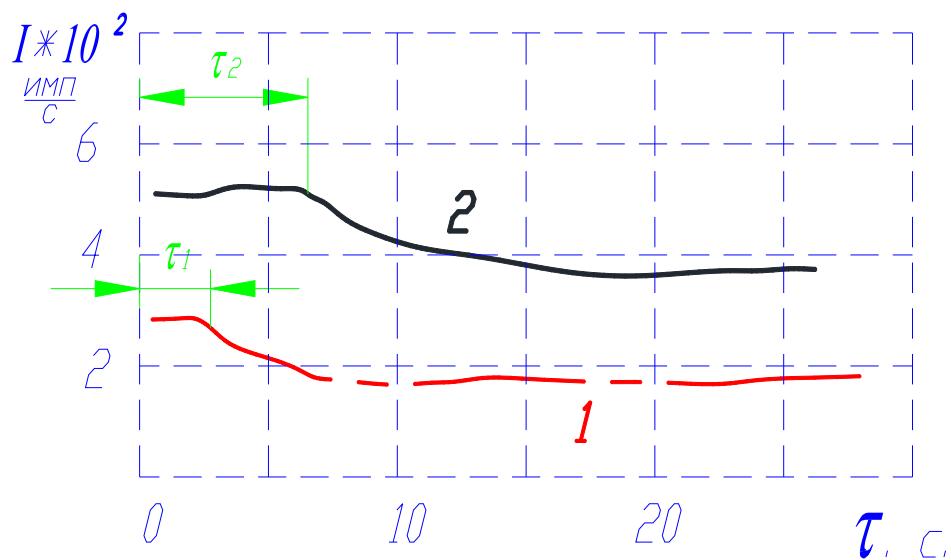


Рис. 4. Истираемость пленки меди на стали, определяемая по экзоэмиссии
1 - по текстуре; 2 - против текстуры.

Оказалось, что время покрытия стали медью при трении против текстуры составляло порядка четырех секунд, тогда как при трении по текстуре оно было в несколько раз больше (рис. 5).

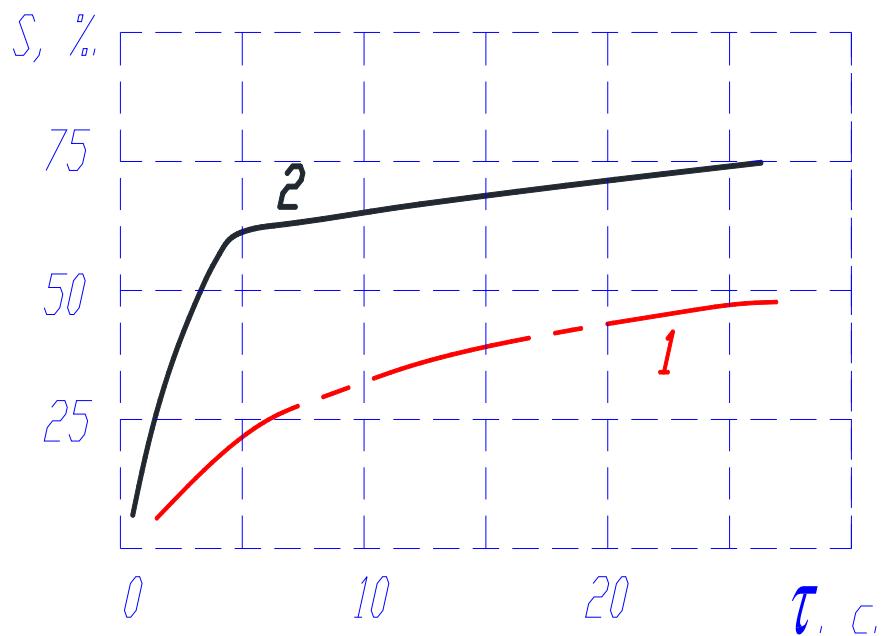


Рис. 5. Влияние направленности текстуры стали на формирование медного покрытия 1 - по текстуре; 2 - против текстуры

Полученные результаты позволяют сделать выводы.

1. Эффективность процесса формирования пленки меди на сталь фрикционным способом зависит от направленности текстуры в стали;

- Показано, что нанесение пленки меди против текстуры подслоя стали, является более предпочтительным, по ряду показателей, чем в направлении текстуры, т.к. приводит к увеличенной толщине покрытия, скорости образования, плотности и проч.
- Согласование текстуры от механической обработки с направлением движения шпинделя станка не является сложным процессом и может быть использовано в практических целях без особых затруднений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность):- М.:«Изд-во МСХА», 2001.-616 с.
- Эффект безызносности и триботехнологии: Сб. под ред. Д.Н. Гиркунова.- м:Академ. Проблем качества Р.Ф.; 2003.-92 с.

УДК 629.12.565.3

Журавлев Ю.И., Молодцов Н.С.
Национальный университет «Одесская морская академия»

Общие принципы системного подхода к процессу упрочнения шеек коленчатых валов судовых дизелей

Сложность решения проблемы обеспечения заданной долговечности трибо-сопряжения заключается в необходимости учета взаимозависимых параметров комплекса «технология - подшипник коленчатого вала - эксплуатация». Случайный характер изменения технологических и эксплуатационных факторов обуславливает сложность оценки параметров материала в процессе формирования, невозможность в большинстве случаев предусмотреть необходимые корректирующие воздействия для избежания их отклонений, а также учесть структурно-механические изменения в поверхностном слое материала в процессе технической эксплуатации [9].

Особенность проблемы в том, что важен не только факт достижения заданного уровня параметров материала, но и то, в каких пределах они могут изменяться, не нарушая несущей способности материала поверхностных слоев деталей сопряжения, как выбирать оптимальные интервалы их значений, чтобы обеспечить заданную долговечность восстановленных деталей.

Важной частью решения этой проблемы является разработка научно-практического аппарата [2], позволяющего проектировать технологию восстановления и упрочнения шеек коленчатых валов, обеспечивающую заданную долговечность при приемлемой стоимости.

Проблему обеспечения заданной долговечности коленчатых валов судовых дизелей решали на основе применения системного анализа [7, 8]. С позиции теории управления коленчатый вал представляет собой в системе «технология - подшипник коленчатого вала - эксплуатация» объект исследования (рисунок 1), в который входят следующие блоки: входные параметры; процессы, про-

исходящие в трибосистеме, и выходные параметры. Входные параметры поделены на три категории - технологические, эксплуатационные и помехи. Такое разделение позволяет в явном виде выделить влияние технологических параметров на трущиеся элементы системы. Входные эксплуатационные параметры системы образуют блок, характеризуемый с помощью параметров движения и приложенных к узлу трения сил.

Функция системы, приведенной на рисунке 1, состоит в преобразовании входных факторов в выходные параметры:

$$\{X^m, X^e, V\} \xrightarrow{t} \{Y, Z\} \quad (1)$$

Входные факторы:

технологические параметры:

x_1^m - твердость материала шейки вала (покрытия) и вкладыша;

$x_1^m, x_2^m, \dots, x_n^m$

$x_1^e, x_2^e, \dots, x_n^e$

v_1, v_2, v_3

y_1, y_2, \dots, y_n

x_2^m - предел прочности (текучести) покрытия шейки вала и вкладыша;

x_3^m - модуль упругости покрытия шейки вала и вкладыша;

x_4^m - параметры шероховатости рабочих поверхностей шейки вала и вкладыша;

x_5^m - начальный зазор между втулкой и шейкой вала;

2) эксплуатационные параметры:

x_1^e - температура смазочного масла на входе и выходе;

x_2^e - давление смазочного масла;

x_3^e - динамическая вязкость смазочного масла;

x_4^e - содержание механических примесей в смазочном масле;

x_5^e - скорость скольжения шейки вала;

x_6^e - максимальная удельная нагрузка на подшипник;

помехи:

v_1 - царапины и риски на поверхностях трения шеек вала;

v_2 - вибрация дизеля;

v_3 - деформация корпуса подшипника.

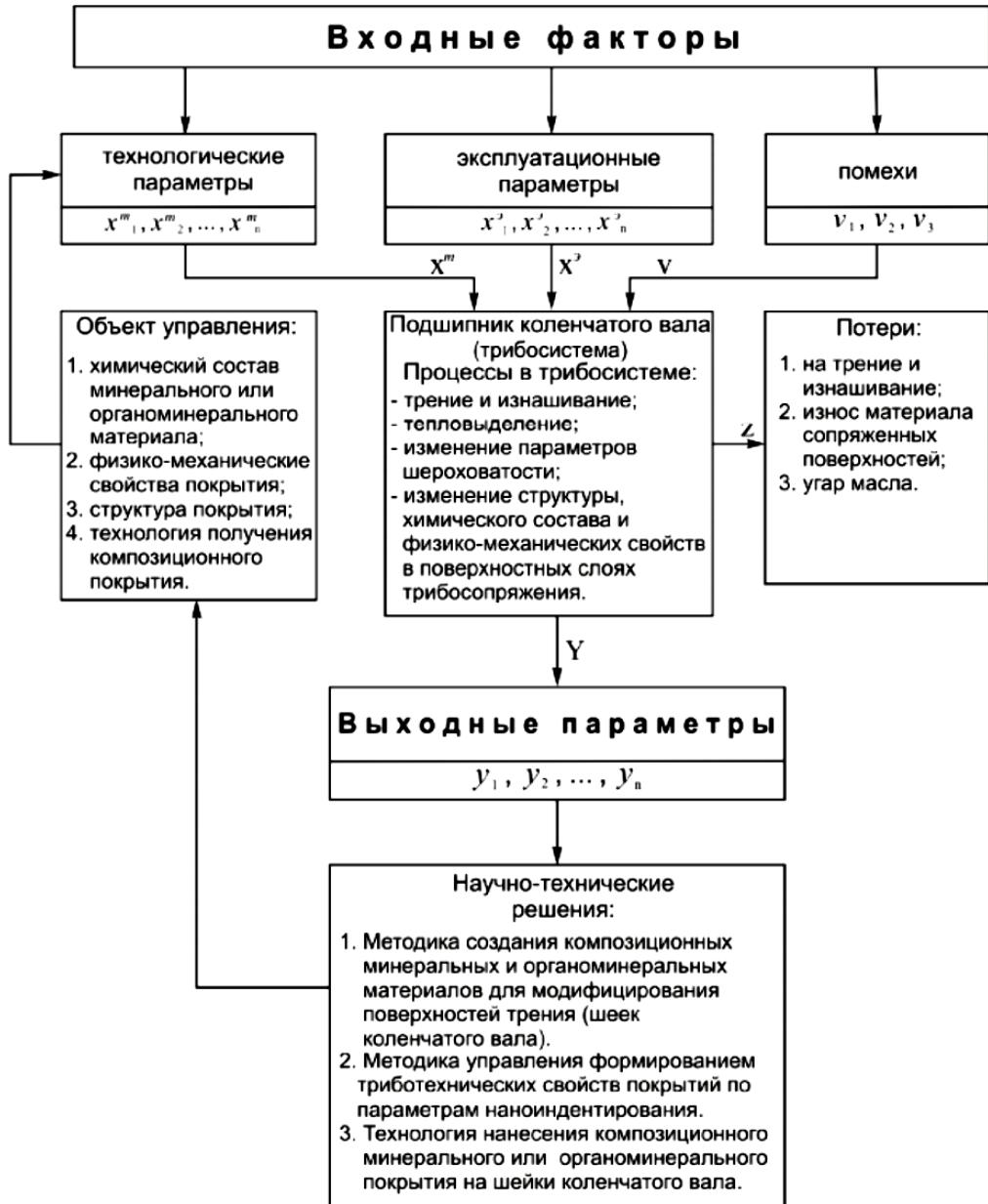


Рис.1. Блок-схема системы «технология - подшипник коленчатого вала - эксплуатация»

Выходные параметры:

частные:

y_1 - скорость (интенсивность) изнашивания;

y_2 - коэффициент трения;

обобщенные:

y_3 - вероятность безотказной работы;

y_4 - интенсивность отказов;

y_5 - средний ресурс (срок службы);

y_6 - технико-экономические показатели (например, стоимость и ресурс восстановленного или упрочненного вала).

Потери энергии на трение (характеризуются коэффициентом трения k_{TP}) и потери материалов на изнашивание (определяются скоростью изнашивания v) [8] можно выразить в виде

$$\begin{aligned} k_{TP} &= f(X, S), \\ v &= f(X, S), \end{aligned} \quad (2)$$

где X - рабочие переменные, а $S = \{A, P, R\}$ - структура системы, A - элементы

рассматриваемой трибосистемы: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, обладающие некоторыми свойствами $P = \{P(a_i)\}$ и взаимодействующие между собой $R = \{R(a_i, a_j)\}$.

Хотя параметры групп X и S не являются независимыми переменными, так как они связаны друг с другом трибологическими взаимодействиями R , приведенные выше символические записи характеристик трения и изнашивания удобно использовать в качестве исходных для практического применения системной методологии.

Износостойкость (выходной параметр) трибоузла определяет его ресурс и зависит от многих факторов, которые можно разделить на три группы [2]: 1 - внешние факторы (среда, смазка, температурный режим работы и др.), 2 - механические параметры взаимодействия и обстоятельства, определяющие вид изнашивания (трение скольжения, абразивное и др.), 3 - структурные факторы, определяемые материалом, его химическим составом, дислокационной и зерен-ной структурой, зависящими от них свойствами (прочность, трещиностой-кость). Совокупность факторов из этих трех групп и определяет искомую величину износостойкости

$$K_I = f(\sigma_T, K_{lc}, H, \rho, d_3, F, T, \mu, \gamma), \quad (3)$$

где σ_T - предел текучести; K_{lc} - трещиностойкость; H - твердость, ρ - плотность дислокаций; d_3 - размер зерна; F - сила трения; T - температура; μ, γ - характеристики смазки.

При постоянных внешних условиях трения и виде контактирования структурные (материаловедческие) факторы играют решающую роль в резерве по-вышения износостойкости [2]. Следовательно, наиболее перспективным объек-том управления для обеспечения заданной долговечности коленчатых валов яв-ляются химический состав и структура износостойкого композиционного мате-риала, которые, в свою очередь, во многом определяют физико-механические свойства покрытия наряду с параметрами режима его получения (технологией).

Для систематизации знаний и практического опыта для более эффективного управления процессом формирования технологических и эксплуатационных свойств коленчатых валов необходимо разработать методику проектирования технологий упрочнения шеек нанесением композиционного покрытия, вклю-

чающую все этапы исследований, получения математических моделей, решения оптимизационных и технологических задач.

Технологическое обеспечение заданной долговечности коленчатых валов включает в себя принципы, положенные в основу разработки теоретических положений по системному проектированию технологии упрочнения конкретной детали, позволяющие формировать оптимальные параметры поверхностного слоя металла при приемлемой стоимости восстановления.

Для обеспечения требуемой надежности узла трения «шейка вала - вкладыш подшипника» представляется полезной разработка и реализация системного проектирования технологического процесса упрочнения шейки вала, включающая следующие этапы: разработка критериальных параметров поверхностного слоя; выбор материалов и метода модифицирования шейки; получение зависимостей триботехнических свойств пары трения «шейка - вкладыш» от механических параметров поверхностного слоя шейки, необходимыми для управления процессом формирования покрытия; прогнозирование ожидаемого уровня долговечности.

При упрочнении шеек коленчатых валов решается задача повышения первоначальных эксплуатационных свойств валов путем применения при упрочнении новейших технологий и материалов для увеличения поверхностной твердости шеек коленчатых валов, улучшения триботехнических свойств сопряжения «шейка вала - вкладыш подшипника», т. е. повышения первоначальной долговечности.

Для обоснованного выбора технологии упрочнения шеек коленчатых валов необходимо знание закономерностей изнашивания поверхностного слоя в трибо-сопряжении, что позволяет минимизировать толщину наносимого или упрочняемого при этом поверхностного слоя, снизить трудоемкость и себестоимость процесса. На эксплуатационные свойства коленчатых валов влияют как физикомеханические свойства материала поверхностного слоя (твердость, степень упрочнения, остаточные напряжения, пределы прочности и выносливости и другие), так и геометрические показатели поверхности (размерная точность, отклонения формы, шероховатость и др.).

Выбор формируемых параметров материала поверхностного слоя деталей основан, как правило, на установлении целей, основных требований, управляющих воздействий, ограничений, критериев эффективности, поиске оптимума, выявлении закономерностей процессов технологического формирования свойств материала деталей, а также установлении закономерностей изменения этих свойств в процессе эксплуатации и параметров разрушения поверхностного слоя.

Долговечность детали с износостойким покрытием будет зависеть от структурно-энергетических параметров покрытия (технологии) и условий работы (эксплуатационных факторов, а также от характера и степени влияния технологии нанесения покрытия на деталь в целом. Правильный выбор технологических решений, учитывающий изменение структурно-энергетических парамет-

ров детали в процессе эксплуатации, позволяет обеспечить требуемый ресурс детали при минимизации материальных и трудовых затрат на ее упрочнение.

Блок-схема проектирования технологии упрочнения шеек коленчатых валов нанесением композиционного покрытия приведена на рисунке 2.

Для проектирования оптимального технологического процесса, обеспечивающего требуемую долговечность коленчатых валов, необходимо выбрать или разработать критериальные параметры (блок 2.1).

Выбор номинальных значений критериальных параметров технологического процесса (ТП) осуществляется после определения особенностей изнашивания шеек коленчатых валов и доминирующего вида изнашивания (блок 3.1) и оптимального ресурса (блок 3.2). Физико-механические и триботехнические параметры поверхностного слоя детали выбирают так, чтобы обеспечить заданный ресурс, т. е. определяются граничные технические требования к детали, предъявляемые к ней исходя из условий эксплуатации. Минимальный ресурс обеспечивается физико-механическими и триботехническими параметрами поверхностного слоя детали, которые были заложены при проектировании ТП упрочнения в соответствии с техническими требованиями.

Способ механической обработки шеек коленчатых валов (блок 2.2) для получения необходимого размера назначается в зависимости от величины износа и твердости шейки (точение или шлифование).

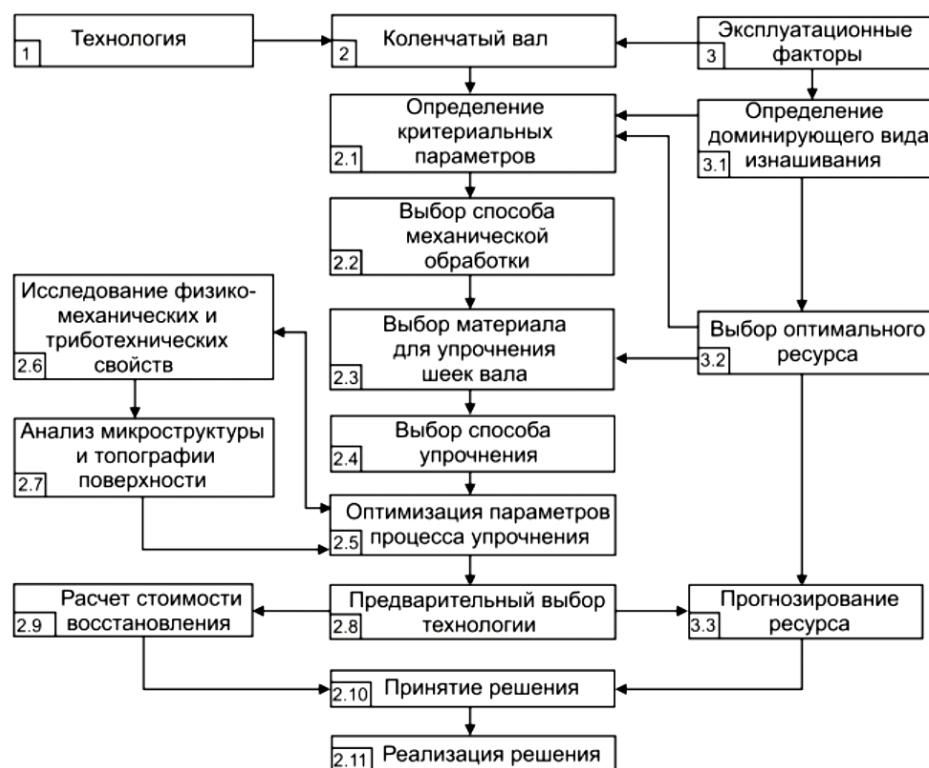


Рис. 2. Блок-схема проектирования ТП упрочнения шеек коленчатых валов нанесением композиционного покрытия

Наиболее важным этапом при проектировании технологии упрочнения является разработка новых износостойких композиционных материалов с учетом всех процессов, наблюдаемых в трибосистеме (блок 2.3). Наиболее перспектив-

ными композициями для упрочнения поверхностей трения являются минеральные и органоминеральные материалы [1].

Затем осуществляется выбор способа упрочнения шеек коленчатых валов (блок 2.4). В настоящее время модификация поверхности трения минеральными и органоминеральными материалами осуществляется фрикционным методом или ультразвуковой обработкой [1, 3-6]. Для упрочнения шеек коленчатых валов наиболее перспективным является фрикционный метод.

Оптимизация параметров упрочнения шеек коленчатых валов (блок 2.5) осуществляется на основании полученных моделей влияния параметров режима обработки на механические и триботехнические свойства покрытий (блоки 2.6 и 2.7).

Оптимальным ресурсом для коленчатых валов СОД (блок 3.2) следует считать ресурс двигателя до его капитального ремонта, устанавливаемого техническими условиями.

Заключительным этапом анализа разработанного варианта ТП упрочнения шеек коленчатого вала является прогнозирование его ресурса, а также расчет стоимости и определение экономической эффективности и целесообразности упрочнения шеек вала (блоки 3.3 и 2.9).

Эффективность разработанного ТП зависит от целесообразности принимаемых решений. Часто мероприятия по повышению долговечности могут и не требовать существенных затрат, поскольку наука и практика подсказывают рациональные решения. Анализ различных вариантов достижения рационального уровня долговечности должен исходить из условия получения наибольшего суммарного экономического эффекта с учетом затрат на упрочнение детали и последующую эксплуатацию оборудования. Суммарный экономический эффект при эксплуатации оборудования складывается, во-первых, из затрат на упрочнение детали, включая проектирование ТП, опытную эксплуатацию, доработку ТП и т. д., во-вторых, из затрат на эксплуатацию коленчатого вала, включая техническое обслуживание и ремонт.

Расчет стоимости упрочнение коленчатого вала (блок 2.9) осуществляется путем составления калькуляции ТП.

Для оценки целесообразности и эффективности восстановления деталей необходимы модели, позволяющие с достаточной вероятностью определить ресурс детали (блок 3.2). Кроме того, изменяя технологию можно управлять долговечностью упрочняемой детали. Прогнозируемый ресурс деталей должен быть не менее заданного ресурса.

Упрочнение деталей считается целесообразным, если обеспечивается требуемая долговечность и экономия по сравнению с восстановлением или приобретением новой детали.

После проектирования технологии упрочнение на основании экономического анализа и расчета долговечности детали принимается окончательное решение — обеспечивает ли ТП все технические требования, предъявляемые к детали с учетом опыта предыдущей эксплуатации, и заданный ресурс. Кроме того,

стоимость упрочняемой детали должна быть, как правило, в пределах 40-50 % от стоимости новой.

После принятия решения о целесообразности использования разработанного ТП изготавливается опытная партия деталей и проводится подконтрольная эксплуатация для оценки ресурса упрочненных коленчатых валов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонтьев, Л. Б., Леонтьев, А. Л., Шапкин, Н. П. Разработка композиционных износостойких покрытий для пар трения «плунжер - втулка» топливных насосов высокого давления дизелей: монография [Электронный ресурс] /Л. Б. Леонтьев, А. Л. Леонтьев, Н. П. Шапкин //-. Владивосток: Издательский дом ДВФУ, 2012. - 103 с. - Режим доступа: <http://www.dvfu.ru/web/is/monografi2>.
2. Тушинский, Л. И. Проблемы материаловедения в трибологии / Л. И. Тушинский, Ю. П. Потеряев. - Новосибирск: НЭТИ, 1991. - 64 с.
3. Хмелевская, В. Б. Исследования покрытий геоматериалов для повышения триботехнических характеристик деталей / В. Б. Хмелевская, А. А. Кизилова,
4. А.И. Ярославцев, С. Ю, Лазарев // Технология ремонта, восстановления и упрочнения и деталей машин, механизмов, оборудования и инструмента и технологической оснастки: В 2 ч. Часть 2. Материалы 10-й международной научно-практ. конференции. - СПб.: 2008. - С. 435 - 437.
5. Хмелевская, В. Б. Технологические процессы восстановления и упрочнения деталей механизмов / В. Б. Хмелевская, М. Б. Мяконьков, В. М. Петров. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. - 192 с.
6. Холопов, Ю. В. О некоторых результатах повышения эксплуатационных параметров станочного оборудования при использовании ультразвука и минеральных покрытий пар трения / Ю. В. Холопов, С. Ю. Лазарев // Металлообработка. - 2002. - №2. - С. 43-44.
7. Холопов, Ю. В. Опыт освоения технологий минеральных покрытий и мощного ультразвука на Калужском турбинном заводе / Ю. В. Холопов,
8. С.Ю. Лазарев, В. Г. Кислов // Металлообработка. - 2003. - №1. - С. 44-46.
9. Леонтьев, Л. Б. Технологическое обеспечение надежности судового оборудования. - Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2009. - 544 с.
10. Струтинский, А. В., Худяков С. А. Повреждения и отказы судовых технических средств / А. В. Струтинский, С. А. Худяков. - Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2012. - 150 с.

ІНЖЕНЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА МОРІ

УДК 656.61.089.2+629.5.022-027.236

Пащенко Ю.В., Парменова Д.Г.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Конструкция формы корпуса судна, обеспечивающая безопасность мореплавания и повышение энергетической эффективности

Энергопотребление является ключевым показателем для компаний, в том числе и тех, которые функционируют в морской индустрии. Экономия энергии дает возможность снизить эксплуатационные расходы, сократить выбросы парниковых газов и уменьшит объемы использования природных ресурсов. Для энергоемких производств существенное улучшение энергоэффективности может быть достигнуто оптимизацией энергопотребления и увеличением объема использования энергии из возобновляемых источников.

С целью экономии энергопотребления для предотвращения загрязнения окружающей среды морскими судами были приняты новые поправки к конвенции МАРПОЛ и в Приложение VI «Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов» была включена Глава 4, в которой Правило 22 устанавливает требования в отношении энергетической эффективности судов. В соответствие с этими требованиями с 1 января 2013 года для новых судов вводится обязательный расчет показателя энергетической эффективности судов (Energy Efficiency Design Index - EEDI), а для существующих судов вводится обязательная разработка и внедрение Судового плана управления энергетической эффективностью (Ship Energy Efficiency Management Plan - SEEMP).

Целью Судового плана управления энергетической эффективностью судна (SEEMP) является создание механизма для компании и/или судна по улучшению энергетической эффективности эксплуатации судна.

В Резолюции МЕРС.213(63) «Руководство 2012 года по разработке плана управления энергоэффективностью судна (ПУЭС)» предложены рекомендации по разработке ПУЭС с детализацией некоторых методов, направленных на улучшение энергоэффективности судна в целях снижения потребления топлива.

Существует три основных направления улучшения энергетической эффективности и снижения потерь энергии:

- 1) Инновационные проектирование и технологии;
- 2) Оптимизация и модернизация компонентов и систем;
- 3) Оптимизация режимов эксплуатации и совершенствование технического менеджмента (процедуры).

Одним из методов повышения энергоэффективности является оптимизация конструкции корпуса, который реализуется на этапе проектирования оконечностей и формы корпуса судна. Носовая и кормовая оконечности судна и форма

корпуса имеют большое значение, поскольку оказывают влияние на работу гребного винта.

Так как винт, расположенный в кормовой оконечности судна, при работе не изолирован от корпуса, а взаимодействует с ним, то условия работы винта подвергаются изменениям.

Это взаимодействие разделяют на две части:

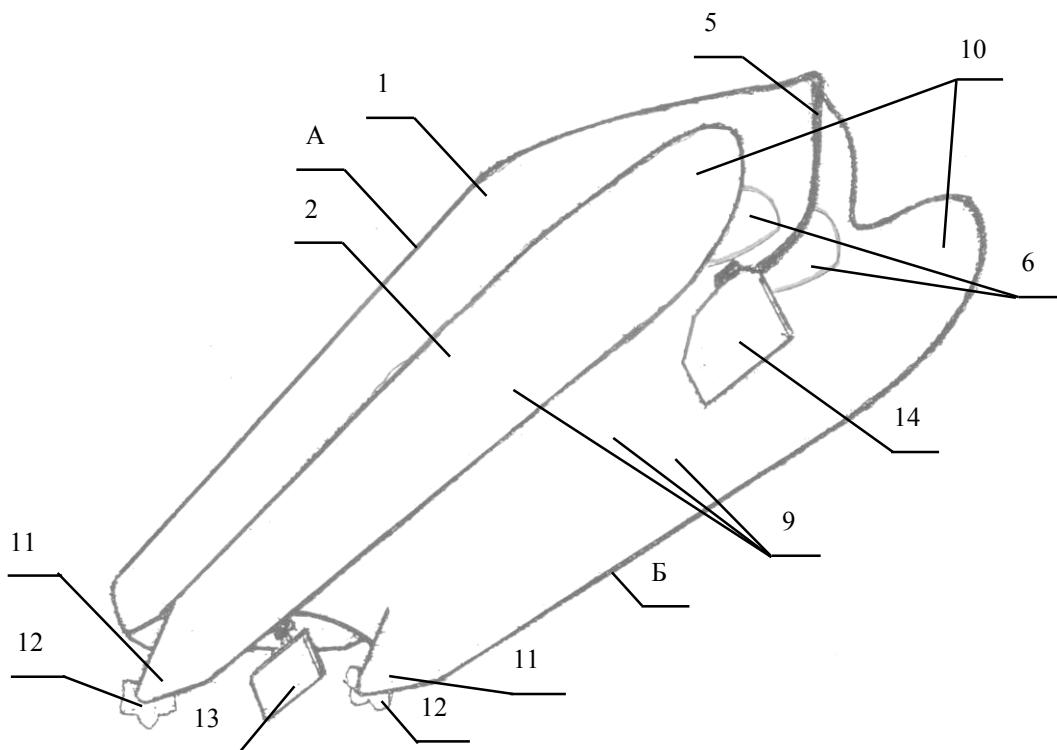
1. Влияние корпуса на работу винта;
2. Влияние винта на величину сопротивления воды перемещению в ней корпуса судна.

Влияние корпуса на работу винта проявляется в образовании попутного потока, изменяющего поступательную скорость движения винта относительно возмущенной судном воды по сравнению с его перемещением в спокойной воде.

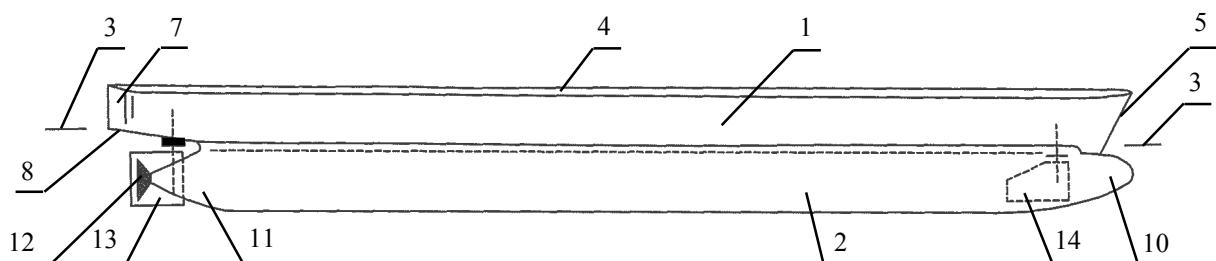
В свою очередь влияние винта на корпус судна проявляется в образовании силы засасывания, увеличивающей сопротивление воды движению судна и в процессе работы гребной винт, засасывая воду из-под кормы судна, отбрасывает ее назад, т. е. в сторону, противоположную движению судна.

Для снижения отрицательного взаимного влияния корпуса судна и гребного винта предлагается новый тип корпуса судна, изображенный на рисунке 1, а и 1, б.

Корпус судна содержит надводный корпус А и подводный корпус Б с границей раздела на уровне конструктивной ватерлинии 3. Борта надводного корпуса 1 от конструктивной ватерлинии 3 до верхней палубы 4 имеют небольшой развал, а в носовой части подводного корпуса Б с обеих сторон форштевня 5 в нижней его части выполнены впадины 6. Корма подводного корпуса Б обеспечена конусообразными конструкциями 11 и является продолжением бортов и днища 9. Центры вершин конусообразных конструкций 11 смешены во внешнюю сторону от центра килевой линии корпуса судна. В носовой части подводного корпуса расположены конусообразные рассекатели 10, центры вершин которых смешены к килевой линии корпуса судна и основания которых выполнены в виде эллипсоида. По килевой линии подводного корпуса Б в носовой и кормовой части судна установлены два руля 13 и 14, причем носовой руль 14 расположен под днищем недалеко от нижней части форштевня 5, а кормовой руль 13 в нижней части поперечного среза транца кормы 7. Профиль основной части подводного корпуса Б в поперечном сечении по внешним обводам мидель-шпангоута имеет синусоидальную форму и является контуром днища 9 и бортов подводного корпуса 2. Движение судна обеспечивается двумя гребными винтами, валы которых выходят из вершин конусообразных конструкций 11. Описанные конструктивные решения обводов позволяют значительно расширить корпус судна в целом, и за счет «вывернутого» радиуса днища 9 уменьшить площадь плоскости мидель-шпангоута в нижней части подводного корпуса Б, который рассекает глубинные слои воды с высоким давлением, создавая/придавая этим частям гидродинамические формы с хорошей обтекаемостью от носа до кормы судна.



a)



б)

Рисунок 1. Вид корпуса судна: а) изометрическая проекция; б) фронтальный вид:
 1 – надводный борт; 2 – подводный борт; 3 – конструктивная ватерлиния; 4 – верхняя палуба; 5 – форштевень; 6 – впадины днища;
 7 – транец кормы; 8 – редан; 9 – днище судна; 10 – конусообразные рассекатели; 11 – конусообразные конструкции; 12 – валы гребных винтов; 13 – кормовой руль; 14 – носовой руль

Увеличение ширины корпуса предлагаемым путем дает возможность значительно увеличить водоизмещение судна, что может быть основанием для сокращения его длины, а так же его высоты.

Предложенная конструкция обеспечит остойчивость судна за счет того, что обводы миделевого сечения корпуса, с максимально поднятым днищем 9 по килевой линии, дают очертание двух симметричных объемов, из которых состоит предлагаемый корпус, конкретно, его подводная часть, которая участвует в водоизмещении судна. Таким образом, приложенный вес судна и вес перево-

зимого груза делится на две части с центрами тяжести по бортам 1 и 2 судна, а водное пространство между ними служит для них «коромыслом», и чем шире водное пространство, тем лучше будет остойчивость судна и, даже при значительных высотах надпалубных конструкций, сильные боковые ветра не смогут нарушить остойчивость судна. Большие волны в открытом море вдоль корпуса будут копировать синусоидальную форму подводного корпуса, незначительно расшатывая судно. Встречные волны из-за большой длины и ширины судна не смогут повлиять на остойчивость.

Прочность корпуса обеспечивается за счет синусоидальной формы подводной части (в поперечном сечении корпуса) с тремя волнами. Согнуть или сломать такой профиль практически невозможно. Оснащение корпуса палубами, продольными и поперечными переборками значительно укрепит корпус судна в продольном плане. Предполагается, что при посадке судна на мель такой корпус не сломается и оно не перевернется.

Без груза такие суда могут ходить без балластных вод. Балласт, возможно, понадобится у причалов во время загрузки и разгрузки судна для поддержания необходимого уровня относительно причальных конструкций.

Из-за относительно небольшой длины судна можно экономить место для швартовки на причалах. Для них можно предусматривать специальные пирсы, к которым такие суда будут пришвартовываться кормой, что значительно облегчит загрузку и разгрузку судна.

Большие площади надпалубных конструкций можно рассматривать как площадки для установки солнечных батарей экономия электрическую энергию и, соответственно, расход топлива.

Таким образом, за счет новой формы подводной части, а также наличия второго (дополнительного) руля, конусообразных рассекателей и впадин в носовой части подводного корпуса, может быть обеспечено большое водоизмещение и хорошая остойчивость. Такие суда будут иметь небольшие габариты, необходимые для швартовки, будут хорошо управляемы, несложны в изготовлении и будут иметь более совершенные гидродинамические конструктивные характеристики подводной части корпуса, а так же большой запас прочности, что все вместе позволит конструировать суда, эффективные с энергетической и экономической точек зрения, а так же обеспечит безопасность мореплавания. Предложенная в докладе конструкция судна прошла квалификационную экспертизу на соответствие изобретения условиям патентоспособности и было принято решение о выдаче патента на изобретение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. MEPC 60/4/35. Prevention of Air Pollution from Ships, Mandatory EEDI requirements. - Draft text for adding a new part to MARPOL Annex VI for regulation of the energy efficiency of ships.
2. Resolution MEPC.213(63) Adopted on 2 March 2012 - 2012 Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP).

Голікова В.В., Шевченко О.И.
Національний університет "Одеська морська академія"

Гігієнічні аспекти змін в умовах праці та трудовому процесі моряків за останні десятиріччя

Актуальність теми. Радикальні зміни світової економіки і політики, науково-технічні досягнення людства на межі ХХ-ХХІ століття оказують суттєвий вплив на розвиток міжнародних зв'язків, структуру та географію міжнародної торгівлі. При цьому більш ніж 80% прогресивно зростаючого вантажообігу між країнами і континентами здійснює водний транспорт.

Сучасні тенденції розвитку світового морського флоту визначаються, перш за все, зростанням потреб в обсязі, структурі і географії міжнародного товарообміну. Вони відбиваються на фрахтових ринках, вносять корекцію в запит на морські транспортні послуги, а також стимулюють зміни в практичній діяльності портів, суднобудуванні і судноремонті. Основу сучасного торгівельного судноплавства зіставляють три типи суден: танкери різного призначення, балкери і контейнеровози. Їх доля у загальному дедвейті світового флоту сягає 85%. По строках експлуатації данні неоднорідні: 65% всіх контейнеровозів, 55% газовозів і 60% танкерів віком менш ніж 10 років, тоді як майже 50% рефрижераторних суден, 55% суховантажних, 57% ролкерів у віці більш ніж 20 років. Цей показник кореспондується з даними по зростанню дедвейту (тоннажу) світового флоту.

Тоннаж контейнеровозів досягає у світовому флоті 47% від загальної кількості суховантажних суден. Контейнеризація кардинально змінила характер морських перевезень, особливо, на головних напрямках між Заходом та Сходом. Швидкість ходу сучасних контейнеровозів майже в 2 рази перевищує таку на універсальних суховантажних суднах, що, разом з інтенсифікацією судноплавства на основних морських шляхах, підвищило аварійну небезпеку в плані різиків зіткнення суден, посадки на міліну тощо. Впровадження контейнерних перевезень, інформаційних технологій, супутникового зв'язку, комплексної автоматизації суден стало важливішою передумовою докорінної зміни технологічних і організаційних зasad роботи флоту, умов, характеру і режимів праці членів екіпажів сучасних морських транспортних суден.

Суттєві зміни в сучасному судноплавстві, суднобудуванні, економічних і соціальних засадах роботи світового флоту і портів, природно, вплинули на показники організації, умов праці та трудового процесу щодо практично всіх категорій робітників морського транспортного конвеєру, в першу чергу, плавскладу флоту. Як відомо з літератури, судно представляє собою складний і специфічний рухомий виробничо-комунальний об'єкт.

Професійна діяльність членів екіпажу традиційно характеризується багатомісячним безперервним перебуванням на транспортному засобі з поєднаними зонами праці і відпочинку, вахтовим режимом праці, цілодобовою дією на організм моряка багатокомпонентного і динамічного за своїми параметрами ком-

плексу виробничих, природних, побутових чинників, кількісні показники яких нерідко перевищують гігієнічні норми і навіть досягають екстремальних величин.

Стосовно потенційного впливу на безпеку, працездатність, функціональний стан і здоров'я моряків в системі «людина-судно» виділяють, як і три десятиріччя тому, фізичні, хімічні, біологічні, інформаційно-ергономічні і соціально-психологічні фактори. Тип судна, його призначення і розміри багато в чому визначають ступінь безпеки, специфіку умов, важкість і напруженість праці членів екіпажу. Так, на нафтоналивних танкерах, газовозах і хімовозах домінує хімічний небезпечний фактор, на балкахах, що перевозять сипучі вантажі,- пиловий і хімічний, судна з горизонтальним типом завантаження (ролкери, пароми), а також значна кількість рефрижераторних суден і лісовозів мають швидкооборотні двигуни і потужні електро- і дизель-генератори, які характеризуються високими рівнями шуму, особливо високочастотного, а також загальної вібрації.

Клімато-географічні умови плавання залежать від районів і ліній роботи флоту. Для різних судноплавних компаній притаманні переважно рейси в тропіках, Арктиці чи Антартичних водах. Але більша частина флоту експлуатується на постійних океанських лініях, які перетинають зони помірного клімату і тропіки, а також проходять в трансмеридіанальних напрямках з постійною зміною суднового часу. Тому, поряд з напруженням терморегуляторних механізмів, робота моряків характеризується навантаженням на біоритміку організму, в першу чергу, його циркадні ритми.

В той же час, як свідчить проведений аналіз даних літератури, практично всі атрибути праці членів екіпажів суден нового покоління суттєво змінилися за останні два десятиріччя. Перш за все, докорінно помінялася організація праці плавскладу флоту, яка тепер будується на контрактній основі, як правило, короткостроковий. Моряк перетворився у «сезонного робітника», який нерідко кожний цикл плавання виконує на іншому судні, в іншому колективі і навіть у іншого судновласника.

Спостерігається перерозподіл питомої ваги основних небезпечних чинників як факторів ризику для здоров'я моряка. Так, мікроклімат практично всіх суднових приміщень підтримується на комфортному рівні завдяки високоефективним системам кондиціювання повітря, автоматичне регулювання роботи яких здійснюється з урахуванням фізіологічних потреб і адаптивних резервів організму моряка, а також гігієнічних вимог «Державних санітарних правил для морських суден України». Завдяки впровадженню нових стандартів щодо технології і організації експлуатації морських вантажних та пасажирських суден екіпажі практично не виконують саморемонтних робіт, за винятком профілактичних, а також надзвичайних ситуацій (раніше їх обсяг досягав 60-70% від планових величин).

Машинні відділення обслуговуються і контролюються дистанційно з центрального посту управління енергетичною установкою (ЦПУ) або з ходового містка (штурманської рубки). Тому вплив високих рівнів шуму, потужних теп-

лових потоків та інфрачервоного опромінювання на членів машинної команди відійшли у минуле. Зате вахтовий механік в ЦПУ має в своєму сенсорно-моторному полі десятки джерел зорової інформації і маніпуляторів, тому навантаження на зоровий аналізатор і рівень психоемоційного напруження досягає високих величин. Оператор впродовж вахти знаходиться в стані напруженого очікування (за А.О. Навакатикяном з співавт., — робочої напруженості, яка складається з реакції на умови праці, а також операціональної, емоційної та особистої складових). Контроль показників засобів переважно візуальної інформації, здійснюється в обігаючому режимі. Цей типовий для оператора психофізіологічний стан є атрибутом не тільки вахтових механіків морського флоту, але й розповсюджений в інших галузях (енергетика, автоматизовані виробництва тощо).

Напруженість праці суднових операторів визначається різноманіттям джерел професійно важливої інформації, динамізмом і обмеженим часом їх знаходження у сенсорній зоні, сполученою дією сигналів на зоровий, слуховий аналізатори (поєднання вербалної і невербалної складових). Причому, за новою організацією праці у скороченому екіпажі, обсяг функціонального навантаження, як і ступінь їх ситуативності, невизначеності, значно зростає.

За результатами попередніх досліджень було зроблено ряд важливих висновків: 1. визнання пріоритету стресорного навантаження як причини адаптаційної перебудови психофізіологічного стану організму і джерела дизадаптаційних функціональних зрушень; 2. наявність перерозподілу гігієнічної значущості різних форм стресу в динаміці рейсу з виділенням визначальним виробничо зумовленого хронічного психоемоційного стресу; 3. суттєвий внесок у психоемоційне напруження і загальний психофізіологічний статус суднового оператора соціально-психологічних і соціально-економічних чинників, які у сполученні з небезпечними професійними факторами визначають потенціальний характер сумарного стресу моряка, перш за все і головним чином, у капітанів і їх помічників, що лежить в основі синдрому хронічної втоми, професійного вигоряння тощо.

Численні чинники різної природи, інтенсивності та тривалості дії на організм моряка, незалежно від їх специфічних властивостей і особливостей, можуть негативно впливати на психосоматичний стан моряка в плаванні. Вони є джерелами різних видів та форм напруженості праці у членів екіпажів морських суден і оказують суттєвий вплив на психофізіологічний стан, працездатність і здоров'я моряків, потребують фізичної витримки у рядового складу і додаткових вольових зусиль від суднових операторів для ефективного виконання ними і їх підлеглими своїх функціональних обов'язків в плаванні.

Основні джерела напруженості праці плавскладу флоту проявляють свої негативні властивості безпосередньо в суднових умовах, що потребує їх систематизації і соціально-гігієнічного моніторингу у контексті з психофізіологічним станом моряка та його психосоматичним здоров'ям..

Оскільки ознаки нервово-емоційного і психо-поведінкового напруження у моряка мають в основному професійно обумовлений характер, необхідно вста-

новити адекватні специфічним особливостям праці суднового оператора групи небезпечних виробничих і природних чинників, які оказують суттєвий вплив на осіб професій плавскладу морського флоту в далекому плаванні. З гігієнічних позицій вони можуть бути розподілені на 7 груп:

1. Характеристика та умови праці:

- Дія на організм шкідливих і небезпечних (фізичних, хімічних, біологічних) факторів суднового середовища;

- Вахтовий режим праці;

- Єдність зон праці та відпочинку;

- Частота заходів у порти;

- Чисельність екіпажу (скорочений екіпаж);

- Робочі навантаження при суміщеної роботі;

2. Зовнішнє середовище (еколого-географічні умови в рейсі):

- Несприятливі погодні та клімато-географічні умови плавання;

- Зміна кліматичних, зокрема екстремальних, зон і районів плавання (Арктика, Антарктика, тропіки);

- Зміна часових поясів (суднового часу).

3. Організаційні:

- Змінний (вахтовий) характер праці;

- Ненормований робочий день, особливо під час перебування в портах;

- Суміщення професій;

- Тривалість рейсу;

- Участь у виконанні складних і небезпечних виробничих операцій, іноді - без наявності необхідної підготовки;

- Авральні роботи.

- Адміністративна діяльність і управління людськими ресурсами;

4. Психофізіологічні та ергономічні:

- Недолік оперативної інформації;

- Тривала напруга і концентрація уваги;

- Необхідність прийняття рішення в умовах ліміту часу;

- Монотонія, стан оперативного спокою в очікуванні необхідності втручання в процес управління судном, енергетичною установкою із здійсненням коригуючих дій.

- Нераціональне розміщення приладів, інформаторів і маніпуляторів у сенсомоторної зоні оператора;

- Недостатнє або надлишкове освітлення шкал приладів у нічний час.

5. Технологічні та технічні:

- Велика кількість обладнання, механізмів та інших матеріальних цінностей, які знаходяться у завідуванні суднових операторів;

- Різноманіття видів та найменувань вантажів, що перевозяться судном;

- Робота з освоєння нового обладнання і технологій перевезення конкретних вантажів;

- Робота на субстандартних судах.

6. Соціально-психологічні:

- Робота в інтернаціональному екіпажі й мовний бар'єр;
- Несприятливий мікроклімат в екіпажі;
- Проблеми міжособистісного спілкування та професійної взаємодії;
- Брак підтримки з боку керівництва;
- Культурні відмінності і диференційований коло інтересів;
- Обмеження соціальної активності;
- Розлука з близькими.

7. Ризик надзвичайних ситуацій (загроза безпеці життєдіяльності):

- Плавання в зонах ризику піратських, військових дій і тероризму;
- Перевезення небезпечних вантажів;
- Висока ймовірність надзвичайних (аварійних) ситуацій та пригод.

Сумісна дія перелічених специфічних виробничих чинників морської праці не тільки відрізняє цей вид виробничої діяльності із загального переліку професій [Класифікатор] і потребують більш детального вивчення і окремої інтегральної гігієнічної оцінки. Підставою для такого висновку можуть бути Міжнародні документи, які лежать в основі регламентації морської праці в цілому.

УДК 656.61.089.2

Деркач В.Г.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Процедури контролю суден державою порту з питань, які пов'язані з безпекою на морі та запобігання забруднення моря

При здійсненні контролю суден державою порту з питань, що належать до безпеки на морі та запобігання забрудненню моря, пропонується виконувати Процедури, передбачені Резолюцією А.787 (19) Асамблеї ІМО, і надавати Організації інформацію про їх застосування. Комітету з безпеки на морі та Комітету зі захисту морського середовища пропонується продовжити роботу з цього питання з метою подальшого вдосконалення й, у разі необхідності, розширити сферу своєї роботи, з тим щоб охопити поправки до інших конвенцій: Міжнародна конвенція щодо обмірювання суден 1969 року і Міжнародний кодекс з управління безпекою (МКУБ), згаданий в розділі IX Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі 1974 року з поправками (СОЛАС-74), а також досвід, набутий у здійсненні та забезпечені виконання цих конвенцій. Комітет з безпеки на морі і Комітет зі захисту морського середовища уповноважений змінювати форми доповідей, що містяться в додаваннях 5, 6 і 7 до Процедур, на основі набутого досвіду.

Процедури застосовуються до суден, що підпадають під дію положень Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі 1974 року з поправками (СОЛАС-74), Міжнародної конвенції про вантажну марку 1966 року, Міжнародної конвенції зі запобігання забрудненню з суден 1973 року, зміненої Протоколом 1978 року до ній, з поправками (МАРПОЛ-73/78), Міжнародної конвенції про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року з

поправками (Конвенція ПДНВ-78/95 з поправками), а також Міжнародної конвенції щодо обмірювання суден 1969 року (Конвенція про обмірювання суден 1969 року), далі іменуються "застосовні конвенції".

Згідно з положеннями застосовних конвенцій, зазначених вище, Адміністрація несе відповідальність за опублікування законів та правил, а також за прийняття всіх заходів, які можуть виявитися необхідними для повного здійснення положень застосовних конвенцій з метою забезпечення того, щоб з точки зору охорони людського життя і запобігання забруднення судно було придатне для того виду експлуатації, для якого воно призначено, а моряки мали кваліфікацію і були придатні до виконання своїх обов'язків.

Правило 19 глави I і правило 4 глави XI Конвенції СОЛАС-74, стаття 21 Конвенції про вантажну марку 1966 року, статті 5 і 6 МАРПОЛ-73/78, правило 8А *** Додатку I, правило 15 ** Додатку II, правило 8 ** Додатку III і правило 8 ** Додатку V до неї; стаття X Конвенції ПДНВ-78/95 з поправками, а також стаття 12 Конвенції щодо обмірювання суден 1969 року передбачають Процедури здійснення Стороновою, що відповідає конвенції контролю за іноземними судами, які відвідують її порти. Владаожної держави порту повинна ефективно використовувати ці положення з метою виявлення можливих недоліків, внаслідок яких такі судна можуть виявитися субстандартними (тобто якщо корпус, механізми, устаткування і постачання або експлуатаційна безпека судна істотно нижче стандартів, необхідних відповідними конвенціями, або якщо його екіпаж не відповідає документу про безпечний склад екіпажу), і забезпечення вжиття заходів щодо усунення недоліків.

Стаття II 3) Протоколу 1978 року до Конвенції СОЛАС-74, стаття 5 4) МАРПОЛ- 73/78 і стаття X 5) Конвенції ПДНВ-78/95 з поправками передбачають, що судам держав, які не є Сторонами Конвенції, не повинні створюватися більш сприятливі умови. Всім Сторонам слід застосовувати Процедури, які викладені в Резолюції, до судів держав, які не є Сторонами, а також до суден, що за розмірами менше конвенційних, для забезпечення того, щоб проводилися еквівалентні огляди та перевірки, ю досягався еквівалентний рівень безпеки і захисту морського середовища.

Оскільки судна держав, які не є Сторонами Конвенції, та судна, що розмірами менше конвенційних, не мають свідоцтв по конвенціях СОЛАС, про вантажну марку або МАРПОЛ (в залежності від випадку) або члени екіпажу можуть не мати дійсних дипломів відповідно до вимог Конвенції ПДНВ, інспектор контролю держави порту (ІКДП), беручи до уваги встановлені в Резолюції принципи, повинен переконатися, що судно та екіпаж не становлять небезпеки для людей, що знаходяться на борту, або надмірної загрози заподіяння шкоди морському середовищу. Якщо судно або екіпаж мають будь-які посвідчення або дипломи, які відрізняються від тих, що вимагає конвенція, то при оцінці стану цього судна ІКДП може прийняти до уваги форму і зміст цих документів. Стан такого судна, його обладнання та умови на його борту, дипломування екіпажу і мінімальний стандарт держави прaporia щодо укомплектування суднового екіпажу повинні відповідати цілям положень конвенцій.

Керівництво за вимогами, щодо скидання, згідно Додатків I і II до МАРПОЛ 73/78

Правилами 9 і 10 Додатка I Конвенції забороняється скидання в море нафти, а правилом 5 Додатка II забороняється скидання в море шкідливих рідких речовин, за винятком випадків скидання за суворо певних обставин. Про ці операції повинен робитися запис в журналі нафтових операцій або в журналі вантажних операцій, у залежності від випадку. Журнали повинні знаходитися у місці, яке легко доступно для їх перевірки в будь-який розумний час.

Згаданими вище правилами передбачається, що у всіх випадках, коли в безпосередній близькості від судна або його кільватерного струменя на поверхні води або під нею виявлені видимі сліди нафти. Сторона повинна в межах своїх можливостей невідкладно розслідувати пов'язані з даним випадком факти й встановити, чи мало місце порушення положень, що стосуються скидання.

Умови, згідно з якими скидання в море шкідливих рідких речовин дозволяється, включають кількість, якість і обмеження розташування, які залежать від категорії речовини і морського району.

Розслідування порушення, яке припускається, повинно бути направлено на встановлення, чи було проведено скидання шкідливої рідкої речовини та здійснювалися операції, що ведуть до цього скидання, відповідно до суднового Керівництвом з методів і пристройів.

Імовірність того, що багато порушень положень, що стосуються скидання, відбуваються за відсутністю безпосереднього контролю та без відома держави прапора, в статті 6 МАРПОЛ-73/78 передбачається, що Сторони повинні співпрацювати у виявленні порушень і забезпечені виконання положень, використовуючи всі відповідні і практично доступні засоби виявлення порушень і спостереження за навколошнім середовищем, а також відповідний порядок передачі повідомлень і збору доказів. МАРПОЛ-73/78 містить ряд більш конкретних положень, покликаних сприяти такій співпраці.

У зв'язку з цим, можна вказати на кілька джерел інформації про можливі порушення положень, що стосуються скидання.

До них відносяться:

- **Повідомлення капітанів**: стаття 8 МАРПОЛ 73/78 і Протокол I до неї вимагають, щоб капітан судна давав повідомлення про інциденти, які спричинили скидання або можливість скидання нафти або нафтovмісних сумішей, шкідливих рідких речовин або сумішей, що містять такі речовини;

- **Повідомлення офіційних органів**: стаття 8 МАРПОЛ-73/78 вимагає, крім того, щоб Сторона видавала інструкції судам і літакам своєї морської інспекції та іншим відповідним службам, які зобов'язують їх повідомляти своїм властям про інциденти, які спричинили скидання або можливість скидання нафти або нафтovмісних сумішей, шкідливих рідких речовин або сумішей, що містять такі речовини;

- **Повідомлення інших Сторін**: стаття 6 МАРПОЛ-73/78 передбачає, що одна сторона може просити іншу Сторону провести перевірку судна. Сторона, яка звертається з проханням, повинна надати достатні докази того, що судно

зробило скидання нафти або нафтovмісних сумішей, шкідливих рідких речовин або сумішей, що містять такі речовини, або що судно вийшло з порту розвантаження з залишками шкідливих рідких речовин в кількості, що перевищує кількість, що допускається до скидання в море;

- **Інші повідомлення:** неможливо дати вичерпний перелік всіх джерел інформації про порушення положень, що стосуються скидання. При вирішенні питання про проведення розслідування за такими повідомленнями Сторони повинні брати до уваги всі обставини.

Дії, які можуть вживатися прибережними державами (які не є державами прапора або порту), які мають відомості про порушення правил скидання:

1. Прибережні держави. Сторони МАРПОЛ-73/78, отримавши повідомлення про забруднення, яке припускається, нафтою або шкідливими рідкими речовинами, заподіяне судном, можуть зробити розслідування цієї справи та зібрати ті докази, які можуть бути зібрани. Детальні вказівки щодо бажаних доказів, надані у додаванні 2 і 3 Резолюції.

2. Якщо в ході розслідування, зазначеного вище в п.1, з'ясовується, що наступний порт заходу даного судна знаходиться під юрисдикцією прибережної держави, воно повинне зробити також дії в якості держави порту.

3. Якщо в ході розслідування, зазначеного вище в п. 1, з'ясовується, що наступний порт заходу даного судна знаходиться під юрисдикцією іншої Сторони, то прибережна держава у відповідних випадках повинна надати докази цієї іншої Стороні та просити цю Сторону вжити заходів в якості держави порту .

4. У будь-якому з випадків, зазначених вище в п.2 і п.3, та якщо наступний порт заходу даного судна не може бути встановлений, прибережна держава інформує державу прапора про інцидент та про отримані докази.

Дії держави порту

Сторони призначають або уповноважують посадових осіб для проведення розслідувань з метою упевнитися, що судно зробило скидання нафти або шкідливих рідких речовин в порушення положень МАРПОЛ- 73/78.

Сторони можуть робити такі розслідування на основі повідомлень, отриманих з джерел, зазначених вище.

Ці розслідування повинні бути спрямовані на збір достатніх доказів, з тим, щоб встановити, чи порушила судно вимоги, щодо скидання.

Якщо в ході розслідування доведено, що порушення вимог, що стосуються скидання, мало місце в межах юрисдикції держави порту, ця держава порту або збуджує судовий розгляд в рамках свого законодавства, або передає державі прапора всю інформацію і докази, наявні в його розпорядженні, щодо порушення, яке припускається. Якщо держава порту сама збуджує судовий розгляд, вона повинна інформувати про це державу прапора. Докладні відомості про дозвільні, яка повинна бути представлена державі прапора, викладені в додаванні 6 Резолюції.

В ході розслідування може бути доведено, що забруднення було заподіяно в результаті пошкодження судна або його обладнання. Це може вказувати на те,

що судно не винне в порушенні вимог Додатків I або II до МАРПОЛ-73/78, що стосуються скидання, за умови, що:

- після того, що сталося пошкодження або виявлення скидання були прийняті всі розумні запобіжні заходи для запобігання або зведення до мінімуму такого скидання, та

- судновласник або капітан не діяли з наміром заподіяти шкоду або самовпевнено і з усвідомленням того, що така шкода, можливо, буде завдана.

Перевірка операцій з миттям сирою нафтою

У правилах 13 та 13в Додатка I до МАРПОЛ-73/78 вимагається, серед іншого, щоб на судах певної категорії, що перевозять сиру нафту, проводилася мийка вантажних танків сирою нафтою. Повинна промиватися достатня кількість танків, з тим щоб водяний баласт приймався тільки в попередньо промиті сирою нафтою вантажні танки. Решта вантажних танків повинна промиватися по черзі для видалення опадів.

Сторони повинні мати на увазі, що перевірка, згадана вище, може також привести до виявлення небезпеки забруднення, що викликає необхідність прийняття державою порту додаткових заходів, викладених в розділі 4 Резолюції.

Докладне керівництво по перевірці в портах технології миття сирою нафтою схвалено і опубліковано IMO ("Системи миття сирою нафтою", переглянуте видання, 1983) і викладено в частині 4 додавання 2 Резолюції (Керівництво з проведення розслідувань і перевірок відповідно до Додатку I до МАРПОЛ-73/78).

Перевірка операцій по розвантаженню, зачистці і попередньої мийці

У правилі 8 Додатка II до МАРПОЛ-73/78 вимагається, щоб Сторони МАРПОЛ- 73/78 призначали або уповноважували інспекторів для цілей виконання правила.

Положення правила 8 спрямовані на забезпечення того, щоб судно, зробивши в максимально можливій мірі вивантаження шкідливих рідких речовин категорій А, В або С, виходило в море тільки в тому випадку, якщо залишки таких речовин скорочені до кількостей, які можуть бути скинуті в море.

Дотримання цих положень забезпечується у разі речовин категорій А, В і С шляхом застосування попереднього миття в порту вивантаження і скидання в приймальні споруди суміші залишків і води, що утворилися в результаті попередньої мийки. За винятком того, що в разі перевезення речовин категорій В та С, які не застигають та є мало в'язкими, замість попереднього миття застосовуються вимоги щодо ефективної зачистки танків до незначних кількостей цих речовин. В якості альтернативи, для видалення з танка залишків вантажу ряду речовин можуть застосовуватися методи вентиляції.

Правило 8 дозволяє уряду Сторони, яке приймає вантаж, звільнити судно, що прямує в порт або до терміналу, які знаходяться під юрисдикцією іншої Сторони, від виконання вимог щодо попереднього миття вантажних танків і скидання суміші залишків / води в приймальні споруди за умови, що:

- на судні вантажні танки не піддаються мийці або баластировці до наступного навантаження,

- на судні буде проводитися попереднє миття вантажних танків і скидання з них суміші залишків і води в приймальні споруди в іншому порту, і

- на судні проводиться видалення залишків вантажу методом вентиляції.

Існуючі танкери - хімовози, зайняті в обмежених рейсах, в силу правила 5А п.6 б Додатка II до МАРПОЛ-73/78 можуть бути повністю звільнені від виконання вимог до обмеження кількості. Якщо вантажний танк повинен бути піданий баластировці або мийці, потрібна попередня мийка після вивантаження речовин категорії В або С, а суміші залишків і води, що утворилися в результаті попередньої мийки, повинні скидатися в берегові приймальні споруди. Це звільнення повинно бути зазначено в свідоцтві.

Судно, конструкція і характер експлуатації якого такі, що баластування вантажних танків не потрібне, а мийка вантажних танків потрібна тільки для ремонту або докування, в силу правила 5А п.7 може бути звільнено від виконання положень пунктів 1, 2, 3 і 4 правила 5А Додатка II до МАРПОЛ-73/78, якщо дотримані всі умови, згадані в правилі 5А п.7. Відповідно, в судновому свідоцтві повинно бути вказано, що кожен вантажний танк визнаний придатним для перевезення тільки одного пойменованого речовини. У ньому повинні бути також наведені докладні відомості про звільнення, наданому Адміністрацією щодо насосів, трубопроводів і пристрій для скидання.

Детальні інструкції по методам ефективної зачистки і попереднього миття включені в суднове Керівництво з методів і пристрій. У цьому Керівництві також містяться альтернативні методи, що застосовуються в разі виходу з ладу обладнання.

Сторони повинні мати на увазі, що згадана вище в 3.4.3 і 3.4.4 перевірка може привести до виявлення небезпеки забруднення або порушення положень, щодо скидання у море, що викликають необхідність дій з боку держави порту, викладених в розділі 4.

Докладні відомості щодо перевірок згідно з цим розділом містяться в додаванні 3 Резолюції.

Подання доповідей державою порту

Влада держав порту повинні забезпечити, щоб після закінчення перевірки капітану судна було надано документ, який містить результати перевірки, докладні відомості про будь-які дії, вжиті ІКДП, а також перелік будь-яких заходів щодо виправлення недоліків, які повинні бути прийняті капітаном, власником або оператором судна. Такі доповіді повинні складатися за формою, наведеною у додаванні 5 Резолюції.

Якщо при здійсненні контролю суден державою порту Сторона відмовляє іноземному судну в заході в порти або підході до прибережних терміналів, які знаходяться під її юрисдикцією, незалежно від того, чи стало це результатом отримання інформації про субстандартне судно, вона повинна негайно повідомити капітану і державі прaporu про причини відмови у заході.

У разі затримання судна повідомляється Адміністрація держави прaporu. Якщо таке повідомлення робиться в усній формі, воно повинно бути згодом підтверджено в письмовій формі. Подібним чином слід повідомити, якщо це до-

речно, визнані організації, які видали від імені держави прапора відповідні свідоцтва.

Якщо судну було дозволено вийти в море з відомими недоліками, влада держави порту повинна повідомити про всі факти владі країни наступного відповідного порту заходу, державі прапора, а також, в разі необхідності, визнаній організації.

Сторони відповідної конвенції, які здійснили контроль, який спричинив за собою затримання судна, повинні представити Організації доповіді відповідно до правила 19 глави I Конвенції СОЛАС-74, статті 11 МАРПОЛ-73/78, статті 21 Конвенції про вантажну марку 1966 року або статті X (3) Конвенції ПДНВ-78/95 з поправками. Такі доповіді про недоліки повинні складатися за формою, наведеною у додаванні 5 або 6, в залежності від випадку.

Копії таких доповідей про недоліки повинні, поряд з наданням їх Організації, без затримки направлятися державою порту владі держави прапора і, в разі необхідності, визнаній організації, що видала відповідне свідоцтво. Виявлені недоліки, які не мають відношення до застосовних конвенцій або які стосуються суден держав, які не є Сторонами конвенцій, або суден розмірами менше конвенційних, повинні представлятися державам прапора і / або відповідним організаціям, але не IMO.

Організації повинні надаватися відповідні номери телефонів та адреси відомств держав прапора, яким повинні направлятися доповіді (як зазначено вище), а також адреси установі держав прапора, які надають послуги з проведення перевірок. (Такі адреси вказані в документі MSC / Circ.630 і доповненнях до нього).

Подання доповідей державою прапора

Після отримання доповіді про затримання судна держава прапора і, в разі необхідності, визнана організація через Адміністрацію держави прапора повинні якомога швидше інформувати Організацію про заходи щодо усунення недоліків, які вжиті щодо затримання. Форма, за якою слід направляти таку інформацію, вказана в додаванні 7 Резолюції.

Організації повинні представлятися відповідні номери телефонів та адреси установ, відомств з контролю суден державою порту, і тих, які надають послуги з проведення перевірок.

Подання доповідей про недолік, що припускається, згідно МАРПОЛ-73/78

Державі прапора якомога швидше, переважно не пізніше ніж через 60 днів після виявлення недоліків або порушення, направляється доповідь про недоліки або про порушення положень МАРПОЛ-73/78, що припускається, щодо скидання. Такі доповіді можуть складатися за формулою, наведеною у додаванні 5 або 6, в залежності від випадку. Якщо підозрюється порушення положень, що стосуються скидання, то інформація повинна доповнюватися доказами порушень, які повинні включати, як мінімум, інформацію, зазначену в частинах 2 і 3 додавань 2 і 3 Резолюції.

Після отримання доповіді про недоліки або про порушення положень, що припускаються, стосовно скидання, держава прапора і, в разі необхідності, визнана організація через Адміністрацію держави прапора повинні якомога швидше інформувати Сторону, яка надала доповідь, про негайні заходи, вжиті щодо недоліків або порушення, що припускаються. Після прийняття таких заходів ця Сторона і IMO повинні бути поінформовані про їх результати, а докладні відомості про це, якщо доречно, повинні бути включені в обов'язкову щорічну доповідь для IMO

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Резолюція A.787 (19)
2. www.marine-centre.org
3. Керівництво по застосуванню положення Міжнародної конвенції МАРПОЛ-73/78.

УДК614.8.026

Иванов А.И.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Основные направления подготовки специалистов по решению проблем профессиональной и экологической безопасности с учетом требований международного законодательства.

Как свидетельствует статистика, сегодня сотни моряков становятся жертвами стихии или получают травмы в период работы на судах. Чтобы минимизировать число жертв и несчастных случаев, необходимо настойчиво приобретать умения и навыки действий в аварийных ситуациях в процессе тренировок и учений, морально, физически и психологически готовить себя к профессии моряка. Следует помнить, что только упорный труд, глубокие знания, професионализм и хорошая морская практика помогут обеспечить безопасную жизнь людей и самого судна.

Риск объективно присутствует в любом морском предприятии, так как деятельность человека на море сопровождается форс-мажорными обстоятельствами. Форс-мажорные обстоятельства - это чрезвычайные обстоятельства, вызванные воздействием непреодолимых сил природы. Они не могут быть ни предусмотрены, ни предотвращены, ни устранины какими-либо действиями.

Объективным показателем риска в мореплавании является вероятность гибели судов, которая приводит к потере 0,15% тоннажа мирового флота (данные статистики за пятидесятилетний период). Этот показатель близок к абсолютно му минимуму, уменьшить который не удастся никакими человеческими действиями.

Риск в мореплавании существует не только тогда, когда судно находится в море, но и при стоянке судна в порту, на рейде или судоремонтном заводе.

Во всем мире считается, что связь мореплавания с риском в доказательствах не нуждается. Поэтому в зарубежных статистических таблицах Ллойда часто к

судам, находящимся в эксплуатации, применяется термин - "shipsatrisk" (суда, подвергающиеся риску).

Понятие «риск» является одним из ключевых в описании деятельности человека-оператора при управлении сложными системами управления, в особенности процесса принятия решений. Но, несмотря на большую распространенность применения этого понятия, в литературе, как ни странно, отсутствует его четкое определение. Риск трактуется, в том числе и в словарях, и как мера ожидаемого неблагополучия, и как действие, связанное с опасностью (само это слово происходит от французского слова *resque*- "опасность"), и как поведение в ситуации выбора, и как действие наудачу и т.п.

Примем, что «Риск - это действие, связанное с принятием решения в опасной ситуации не предусмотренное правилами, осознанно начатое с целью предотвращения или уменьшения нанесения вреда людям, судну и грузам», когда в условиях конкретной опасности нет возможности для действий в соответствии с установленными правилами.

В таком смысле не всякая деятельность в условиях опасности расценивается как проявление риска. Так, управление судном в прибрежном плавании при сложных метеорологических условиях еще нельзя оценивать как рискованное поведение экипажа, поскольку он просто оказался в условиях опасности. В то же время принятие решения о продолжении движения в сложных условиях плавания (а не остановка судна) уже будет рискованным действием, поскольку является осознанным выбором, и в нем есть опасность в случае неудачи оказаться в худшем положении, чем в случае остановки судна.

Вместе с тем мы всегда должны помнить, что риском можно и нужно управлять, предпринимая определенные действия. Мореплавание - это «управляемый риск».

Например, при плавании в условиях ограниченной видимости, такими действиями являются: оповещение капитана судна; уменьшение скорости движения; определение фактической дальности видимости; ведение непрерывного радиолокационного наблюдения; выставление на баке впередсмотрящего; включение бортовых огней; подача звуковых сигналов и т. д.

Второй пример снижения риска, в отношении нанесенного ущерба, основывается на том, что часть риска можно передать другому лицу (компании). Для этого судовладелец, а вместе с ним и грузоотправитель, могут застраховать свое судно и перевозимый груз на случай непредвиденных обстоятельств.

Анализ риска выполняется с использованием статистических данных. В его задачи входит построение логического дерева отказов, моделирование аварийных ситуаций, рассмотрение последствий отказов. На этом этапедается описание причин возникновения аварийных ситуаций и их последствий.

Оценка риска и его последствий осуществляется расчетным путем. Последствия отказов оцениваются в наиболее приемлемых единицах (человеческие жертвы, денежные единицы). Для оценки риска формулируются критерии и нормы безопасности.

Наиболее общим определением риска признается такое: риск - это количественная оценка опасности (P), отношение числа имевших место неблагоприятных последствий (π) к их возможному числу (N) за определенный период; т.е. определяя риск, необходимо указывать класс последствий, ответить на вопрос - риск чего?

$$P = \pi/N$$

Таким образом, можно рассчитать численное значение общего риска гибели человека в дорожно-транспортных происшествиях, при полетах на самолете, во время работы на морских судах и т. п.

Различают индивидуальный и социальный риск. Индивидуальный риск характеризует опасность определенного вида для отдельного индивидуума.

Социальный (групповой) - это риск для группы людей, устанавливающий зависимость между частотой событий и числом пораженных при этом людей.

Анализ и оценка риска. Обычно выделяют 4 подхода к анализу и оценке риска.

1. Инженерный, опирающийся на статистику, расчет частот, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности.

2. Модельный, основанный на построении моделей воздействия вредных факторов на отдельного человека, социальные, профессиональные группы и т. и. Эти методы основаны на расчетах, для которых не всегда есть данные.

3. Экспертный, когда вероятность различных событий определяется на основе опроса опытных специалистов, т. е. экспертов.

4. Социологический, основанный на опросе населения.

Перечисленные методы отражают разные аспекты риска. Поэтому по возможности применять их необходимо в комплексе.

1. Концепция приемлемого (допустимого) риска.

Традиционная техника безопасности базируется на категорическом императиве - обеспечить безопасность, не допустить никаких аварий. Как показывает практика, такая концепция неадекватна законам техносферы. Восприятие абсолютной безопасности может обернуться для неподготовленных людей трагедией потому, что обеспечить нулевой риск в действующих системах невозможно. В связи с этим современный мир руководствуется концепцией приемлемого (допустимого) риска. Прежде всего, потому, что экономические возможности повышения безопасности технических систем не безграничны.

Приемлемый риск, базируясь на технических, экономических, социальных и политических аспектах, является компромиссом между уровнем безопасности и возможностями ее достижения.

Суммарный риск имеет допустимый минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы. Это обстоятельство и нужно учитывать при выборе риска, с которым общество пока вынуждено мириться.

В некоторых странах, например в Голландии, приемлемые риски установлены в законодательном порядке. Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели обычно считается $1 \cdot 10^{-6}$ в год.

Концепция приемлемого риска в нашей стране пока не реализована. Более того, некоторые специалисты подвергают ее критике, усматривая в ней антигуманный подход к проблеме. На самом деле, приемлемые риски на 2-3 порядка «строже» фактических. Следовательно, введение приемлемых рисков является акцией, прямо направленной на защиту человека.

Управление риском. Как правило, повышение уровня безопасности осуществляют в следующих трех направлениях:

- совершенствование технических систем и объектов;
- подготовка персонала;
- предупреждение чрезвычайных ситуаций.

Затраты будут определяться соотношением весовых коэффициентов по каждому направлению. Для их определения необходим специальный анализ конкретных данных и условий. В основе управления риском лежит методика сравнения затрат и получаемых выгод от снижения риска.

Для расчета риска необходимы обоснованные данные. Острая потребность в статистических данных в настоящее время признана во всем мире. Необходима тщательно аргументированная разработка и создание банков данных, в условиях предприятия, отрасли, региона и т.д.

Для сравнения риска и выгод многие специалисты предлагают ввести финансовую меру человеческой жизни. Такой подход вызывает возражение среди определенного круга лиц, которые утверждают, что человеческая жизнь свята и финансовые сделки недопустимы.

Однако на практике постоянно возникает необходимость такой оценки, именно в целях безопасности людей, если вопрос ставится так: «Сколько надо израсходовать средств, чтобы спасти человеческую жизнь?» По зарубежным исследованиям человеческая жизнь оценивается от 650 тыс. до 7 млн. долл. США.

Оценка риска и его последствий осуществляется расчетным путем. Последствия отказов оцениваются в наиболее приемлемых единицах (человеческие жертвы, экономический ущерб). Для оценки риска формулируются критерии и нормы безопасности.

2. Разработка планов проведения судовых операций

Каждый должен планировать свою работу на судне и следовать этому плану. Планирование и выполнение должны быть задокументированы.

Требование МКУБ к разработке и обеспечению планов судовых операций изложено в следующем контексте: Компания должна установить процедуры подготовки планов и инструкций относительно проведения ключевых операций на судне, касающихся безопасности судна и предотвращения загрязнения. Различные связанные с этим задачи должны быть определены и поручены квалифицированному персоналу.

Подробные разъяснения по поводу толкования соответствующих определений в части разработки планов судовых операций представлены в изданных Международной Ассоциацией Классификационных Обществ (МАКО) - International Association of Classification Societies (IACS) «No. 41 Guidance for IACS Auditors to the ISM Code», в контексте которых планами проведения судовых операций являются документально оформленные процедуры выполнения судовых операций, относящихся к обеспечению безопасности судна, экипажа и груза, а также к предотвращению загрязнения. А под планами и инструкциями подразумеваются планы, процедуры, инструкции и проверочные листы (чек-листы), предназначенные для управления мероприятиями, относящимися к обеспечению безопасной эксплуатации судов и предотвращению загрязнения.

Ключевые судовые операции (key shipboard operations) означают:

- операции, для которых обязательные нормы и правила устанавливают требования к их проведению или требования к составлению планов, процедур, инструкций, отчетных Документов и проверочных листов (чек-листов);
- операции, которые установлены Компанией, связаны с особенностями судна и могут повлиять на его безопасную эксплуатацию и предотвращение загрязнения;
- операции, для которых безопасная практика их проведения и безопасная окружающая среда регламентированы ИМО, Администрациями, классификационными обществами и другими организациями морской отрасли;
- операции, которые в случае, если они не будут управляться посредством планов и инструкций, могут создать опасные ситуации.

Обычными (normal) операциями являются операции, обеспечивающие функционирование СУБ (например, ознакомление членов экипажа с судном, досмотр судна с целью обнаружения посторонних лиц и предметов, контроль документации СУБ, внутренние про верки СУБ и пр.).

Специальными или особыми (special) операциями являются операции, при которых ошибки могут стать явными только после того, как они привели к возникновению аварийной ситуации или несчастного случая (например, организация вахтенной службы на ходу и на стоянке, прием-высадка лоцмана, постановка на якорь, грузовые операции, укладка и крепление груза, швартовные операции, ремонт и докование судна, ремонт оборудования и др.).

Критическими (critical) операциями являются операции, при которых ошибки могут вызвать аварийную ситуацию для судна, людей, груза и окружающей среды или несчастный случай.

Для примера приведем перечень критических судовых операций, идентифицированных в рамках Системы Управления безопасностью (СУБ), качеством и охраной окружающей среды одной из судоходных компаний, а именно:

- плавание в стесненных условиях и районах интенсивного судоходства;
- плавание в узкостях, проливах и каналах;
- плавание в реках и прохождение шлюзов;
- плавание в условиях ограниченной видимости;

- плавание в тяжелых погодных условиях;
- плавание во льдах;
- плавание в условиях буксировки;
- перевозка опасных грузов и вредных веществ;
- грузовые операции;
- бункеровка судна;
- вход и работа в замкнутых пространствах;
- работы на высоте.
- работы за бортом.
- спуск и подъем спасательных шлюпок.
- мойка и дегазация топливных и балластных танков.
- подготовка и эксплуатация судовых технических средств (СТС).
- эксплуатация главного двигателя при выходе из строя, одного или более цилиндров, газотурбонагнетателя;
- работа в картере и цилиндре ГД.
- предотвращение и ликвидация возгорания в подпоршневых пространствах ГД.
 - предотвращение повреждения механизмов, разрыва трубопроводов и систем под давлением (котлов, воздушных и холодильных компрессоров, баллонов, теплообменных аппаратов и их систем и т.п.);
 - предотвращение утечки и действия в случае утечки воды из котла;
 - безопасные зарядка, разрядка и хранение аккумуляторов.

Аварийной или чрезвычайной (emergency) ситуацией является ситуация, которая привела к потере или повреждению судна, груза, оборудования или другого имущества, к загрязнению окружающей среды, а также к гибели или травматизму людей (например, взрыв, пожар, повреждение ГД, внезапный крен судна, течь, посадка на мель, смещение груза, выход из строя рулевого устройства и/или гирокомпаса, обесточивание судна, чело век за бортом, несчастный случай, безбилетные пассажиры и невозвращенцы, угроза нападения или нападение злоумышленников и пр.).

Опасной (hazardous) ситуацией является ситуация, которую удалось взять под контроль на грани аварии, несчастного случая или загрязнения окружающей среды, иногда называется "границающая с потерей" (near miss).

В издании ICS/ISF «Guidelines on the application of the IMO International Safety Management (ISM) Code», приводится перечень судовых операций, для которых рекомендуется разрабатывать операционные процедуры в документальном виде. Этот перечень разбит на следующие основные группы судовых операций, а именно:

- общие;
- судно в порту;
- подготовка судна к выходу в море;
- судно в море;
- подготовка судна к заходу в порт.

В соответствии с требованиями СУБ на каждом судне компании должен быть Комитет по Безопасности и Управлению (КБУ), сформированный и возглавляемый капитаном.

Основная цель КБУ - повышение знаний экипажа по вопросам охраны здоровья безопасности и охраны окружающей среды.

Работы, выполняемые на судне, могут быть опасными, если:

- оборудование имеет дефекты или некорректно используется;
- средства и материалы имеют дефекты;
- место работы забрызгано грязью, маслом или водой;
- нарушены правила техники безопасности.

При выполнении работ должны быть соблюдены следующие меры предосторожности:

- место работы должно быть чистым от выступающих частей, низко расположено и ограждено соответствующими предупреждающими знаками;
- палубы и проходы должны держаться в чистоте и быть свободными от скользких веществ;
- гидравлические трубы на палубе должны тестироваться регулярно для предотвращения течи масла;
- в холодных климатических районах специальное внимание должно быть уделено проходам для предотвращения образования льда;
- мусор должен быть убран с палуб;
- потрескавшаяся краска должна быть удалена и на ее место нанесено новое покрытие;
- поручни и ограждение должны быть в исправном состоянии. Опасное для работы место должно быть ограждено, достаточно освещено и обозначено предостерегающими сигналами для привлечения внимания.

Освещение должно быть:

- в рабочем состоянии;
- достаточно ярким;
- хорошо размещено и закреплено;
- иметь противогазовую и противоударную защиту.

Если работы выполняются в трюмах, то необходимо чтобы:

- ограждение твиндеков и комингсов трюмов было установлено на штатных местах и надежно закреплено;
- крышки трюмов и твиндеков (если необходимо их открытие) были полностью открыты и взяты на стопора;
- трапы и их ограждение, поручни и площадки были в хорошем техническом состоянии;
- достаточное освещение было бы установлено;
- грузовые помещения не содержали вредных газов или веществ. Для машинных и насосных отделений необходимо:
- содержать их в чистоте и свободными от загрязнений нефтью;
- пространство между пайолами должно быть чистым и не содержать остатков нефти;

- любые течи топлива, масла, пара и воды немедленно устранять;
- содержать их свободными от вредных газов и веществ.

Персональные средства защиты включают:

- рабочие костюмы или комбинезоны;

• нескользящие ботинки или туфли с металлической вставкой для предохранения стопы от повреждения при падении на нее тяжеловесного предмета;

- каски;

- предохранительные очки;

- рабочие перчатки;

• дополнительные средства защиты при работе с вредными жидкостями или материалами.

Безопасные рабочие средства или устройства должны быть исправными и предназначеными для выполнения конкретной работы.

Специальное внимание должно быть обращено на использование силовых средств таких как лебедки (в том числе и переносные), домкраты, краны, электрические устройства вентиляторы и т.д.

Переносные электрические устройства должны:

- использоваться только обученным персоналом;
- при включении не подпрыгивать или перемещаться;
- быть заземлены;

• соединяться электрическими кабелями, которые должны быть соответственно закреплены, не иметь разрывов, испытаны на требуемое сопротивление изоляции.

При работе в закрытых помещениях, необходимо:

- проверить состояние атмосферы. Содержание кислорода должно быть не менее 21% и взрывчатого газа не более 1%;
- выставить лицо для страховки и передачи сообщений;
- иметь у входа в закрытое помещение изолирующие дыхательные аппараты и страховочные пояса с длинным линем для подъема пострадавших;
- оформить Разрешение на вход и работу в закрытых помещениях;
- одновременный вход в помещение разрешить 2-м лицам.

Капитан и каждое лицо командного состава всегда должны помнить, что перед началом выполнения опасных работ, на судне следует их должным образом планировать и обсуждать с привлечением лиц, которые будут выполнять поставленную задачу.

Очень важным при разработке планов судовых операций, руководств, процедур и рабочих инструкций является правильное указание ссылки на нормативный документ или элемент нормативного документа, в соответствии, с требованиями которого был разработан этот план или процедура. Так, например, в процедурах регламентирующих действия по предотвращению загрязнения, необходимо указывать, что каждое судно имеет одобренный Администрацией (или признанной организацией по ее поручению) SOPEP (Shipboard Oil Pollution Emergency Plan), разработанный в соответствии с требованиями Правила 26 Международной Конвенции MARPOL - 73/78, Annex 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колегаев М.А., Иванов Б.Н., Басанец Н.Г. Безопасность жизнедеятельности и выживание на море. - Одесса, Одесская гор. типогр., 2007г.
2. Международная конвенция по подготовке, дипломированию моряков и несению вахты, ПДНВ 78/95.(STCW Code'78/95), с поправками 2010 г.
3. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море, СОЛАС 2006 (SOLAS 2006)
4. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов МАРПОЛ 73/78 (MARPOL 73/78) с поправками.
5. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской регистр судоходства, 1999.
6. International Management for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (Edition 2015)
7. Международный Стандарт ISO 31000 Первое издание 2009-11-15 Риск Менеджмент – Принципы и руководства
8. Международный кодекс по охране судов и портовых средств (Кодекс ОСПС), Серия "Судовладельцам и капитанам", Выпуск 7 - СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 2003
9. Code of Safe Working Practices for Merchant Seamen/ Кодекс безопасной рабочей практики для торговых моряков. TSO (The Stationery Office).2004

УДК 574.54(265.4)

Пономарева Л.П., Касилов Ю.И.

Одесский Национальный Университет им. И.И. Мечникова,
Национальный университет «Одесская морская академия»

Оценка уровня нефтяного загрязнения в донных объектах морской среды

Интенсивность диагенетических процессов, как на биологическом, так и на химическом уровнях, непосредственно связана с органическим веществом в рассеянных и концентрированных формах нахождения. Прогрессирующее влияние загрязнения окружающей среды промышленными отходами и нефтепродуктами в зонах индустриального воздействия, вызывает необходимость осуществлять оперативный контроль над уровнем загрязнения. Охрана природной среды становится все более очевидной в аспекте возросшего интереса к поискам месторождений нефти и газа в шельфовых зонах морей и океанов. Исследование состава и структурных особенностей органического вещества, а также совершенствование и разработка экспресс-методов по их обнаружению, положено в основу данных исследований. Выполнению поставленных задач предшествовали работы по геолого-геохимической съемке морского дна в акватории Черноморского бассейна и на отдельных структурах северо-западного шельфа, проводимые кафедрой общей и морской геологии Одесского национального университета им. И.И. Мечникова.

Цель данного исследования:

- изучить структурные особенности и компонентный состав жидких нефтяных углеводородов органического вещества донных осадков с выявлением фоновых и аномальных концентраций.

В строении первых метров разреза донных отложений исследованных объектов принимают участие голоценовые (древнечерноморские и новочерноморские слои), алеврито-глинистые и глинистые илы, реже мелкозернистые пески и алевриты, содержащие, нередко, раковинный материал. Подчиненное место занимают коренные породы - континентальные глины и суглинки верхнеплистоценового возраста, которые, как правило, не подвергаются загрязнениям.

Как известно, в донных осадках Черного моря присутствуют сигенетичные и эпигенетичные жидкие углеводороды. Сигенетичные углеводороды являются продуктами трансформации органического вещества (зоопланктона и фитопланктона) в битумоидные (полимерлипидные) вещества в соответствии со стадиями диагенеза. Они находятся в прямой зависимости от содержания в осадках органического углерода.

Присутствие эпигенетичных жидких углеводородов связано с поступлением в донные осадки либо миграционных компонентов от залежей нефти и газоконденсата в результате процессов вертикальной миграции по тектонически ослабленным зонам, либо загрязнением нефтепродуктами, сбрасываемыми с судов и других транспортных средств. Загрязнение особенно широко распространено в портах из-за естественной утечки нефтепродуктов с морского транспорта. Нефтепродукты, попадающие в воду, адсорбируются на взвешенных минеральных частицах, которые в дальнейшем также попадают в донные осадки.

Наличие в современных морских донных осадках растительной органики затрудняет применение известных методов люминесцентно-битуминологического анализа [1, 2, 3] в качестве прямого геохимического метода поисков скоплений углеводородов. Это приводит к существенным ошибкам при количественной и качественной оценке наличия нефтяных углеводородов из-за появления буровато-красной люминесценции в ультрафиолетовой области.

Общеизвестные методы изучения ОВ и жидких углеводородов, описанные в литературе [4-8], применимы при исследовании горных и других пород, не содержащих растительные пигменты, т.е. сильно метаморфизованных.

Выявление уровня техногенного загрязнения объектов морской среды (водных экосистем и донных осадков) сложными конденсированными системами полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) с идентификацией индивидуальных соединений при наличии естественного геохимического фона - задача сложная и для ее решения были привлечены современные физикохимические и химические методы (масс-спектрометрия и у/ф спектроскопия и др.). Выполнение таких работ проведено для донных осадков Черноморского бассейна. Исследованию подвергались нефтяные УВ, выделенные из проб прибрежных зон, портов и удаленных от них участков. Нефтяные УВ с помощью жидкостно-адсорбционной хроматографии были разделены на отдельные классы.

сы углеводородов - парафиновые, метаново-нафтеновые и ароматические. Идентификация ПАУ в разделенных ароматических фракциях осуществлялась с помощью масс-спектрометрии отmonoароматических до тиофеновой ароматики.

Состав идентифицированных ароматических УВ представлен следующими классами: моноциклические (акилбензол, нафтенбензол, динафенбензол); бициклические (нафталин, дибензфуран, флуорен); трициклические (фенантрен, нафтенфенантрен); тетрациклические (пирен, хризен); пентациклические (перилен, дибензантрацен);, тиофеновая ароматика (бензтиофен, дибензтиофен, нафтенбензтиофен) (рис. 1).

Метод у/ф спектрометрии позволил определить содержание ароматических ядер в составе нафталиновых, фенантреновых, флуореновых, хризеновых, бензантраценовых и бензфенантреновых УВ, рис.2.

Данные проведенных исследований показали, что донные осадки из прибрежных зон (вблизи портов) характеризуются значительно повышенными содержаниями ПАУ, в частности, флуоренов и хризенов, свойственные нефтям. В пробах удаленных участков содержание ПАУ на порядок ниже относительно первых. Низкие содержания, вероятно, представляют набор сингенетичных ПАУ, генетически связанных с органическим веществом осадков, а высокие - типичны для ПАУ, связанных с влиянием антропогенеза. Качественный состав и количественное распределение ПАУ в пределах изучаемых районов могут отражать локальные вариации биогеохимических и гидродинамических условий формирования органического вещества.

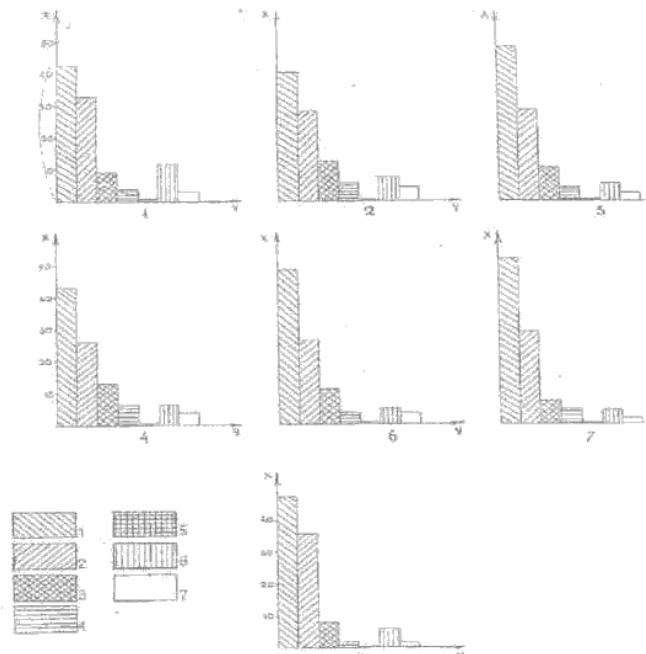


Рис. 1 - Гистограммы распределения ароматических УВ по данным масс-спектрометрии донных осадков портов Черного моря. 1 -моно-; 2 -би-;3 -три-; 4 -тетра-; 5 -пента; 6 -тиофеновая ароматика; 7 - неидентифицированная

Существует несколько путей попадания нефетепродуктов в объекты морской среды: по пищевой цепи через стадию органического детрита, преобра-

зумого микрофлорой, сорбцией на минеральных частицах, в результате фильтрации из недр, которые перерабатываются в том же направлении, что и в пищевых цепях, т.е. биологически. Содержание в кишечниках голотурий липидоподобных веществ, по сравнению с фоновым содержанием, на два порядка выше, а выявленные классы УВ явно нефтяного происхождения, что свидетельствует о поступлении нефтепродуктов также по пищевым цепям. Это обстоятельство увеличивает их вредное воздействие на окружающую среду.

Донные осадки, вскрытые на локальных структурах, характеризуются аналогичным набором ПАУ в значительно меньших концентрациях. Возможно, влияние антропогенеза происходит за счет естественной фильтрации (миграции) низкомолекулярных углеводородов при устойчивом геохимическом фоне.

Процесс трансформации такой сложной системы, как нефть, будет происходить с различной скоростью для разных групп соединений. Опыты по биоградации нефти показали, что быстрее всего преобразуются парафиновые УВ, затем наftenовые и хуже ароматические, что приводит к росту доли ПАУ в оставшейся непреобразованной части нефти.

Пути оценки загрязнения морской среды могут быть различными. Можно ограничиться определением концентраций отдельных классов углеводородов (ПАУ) в исследуемых объектах. Это позволит оценить вредные последствия загрязнения нефтяными УВ, вызывающими различную степень токсичности и оказывающими влияние на биоту.

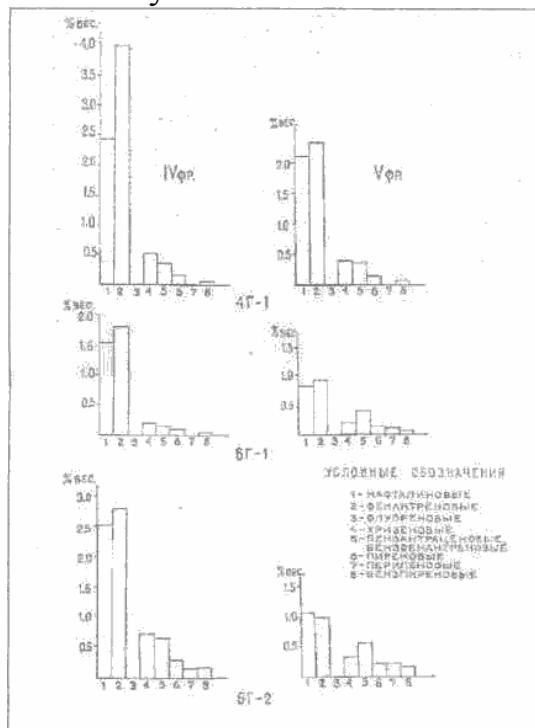


Рис. 2 - Гистограммы распределения ароматических ядер по данным у/ф спектрометрии (донные осадки структуры Голицина). IV, V- фракции хроматографического разделения.

Возможно определение суммарного содержания нефтяных УВ методом ИК-спектрометрии по поглощению в области валентных колебаний С-Н связей ($2700 - 3100 \text{ см}^{-1}$) и С=С связей (1600 см^{-1}). К моменту исследований часть УВ может перейти в неуглеводородные формы со своим набором нежелательных последствий для окружающей среды. Поэтому необходимо изучать содержание

УВ в осадках, водной среде и живых организмах, возможно, определять сумму отдельных фрагментов УВ: парафиновых и нафтеновых. Поэтому, при оценке загрязнения морской среды нефтью необходимо проводить идентификацию по отдельным классам УВ, в особенности по ПАУ в выборочных пробах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При масс-спектрометрическом исследовании индивидуального состава ПАУ вполне можно ограничиться неразделенными фракциями высокомолекулярных углеводородов, что значительно ускорит выполнение анализа, так как получаемая информация является достаточной для выявления качественного и количественного соотношения как сингенетичных аренов, так и антропогенного характера.

Впервые в донных осадках Черноморского бассейна на локальных структурах и в прибрежных зонах проведено исследование состава полициклических аренов методами ультрафиолетовой и масс-спектрометрии. Полученные данные свидетельствуют о присутствии ПАУ в различных количественных соотношениях. Более высокие концентрации их обнаружены в прибрежных зонах.

Донные осадки, вскрытые на локальных структурах, характеризуются аналогичным набором ПАУ в значительно меньших концентрациях. Возможное влияние антропогенеза происходит за счет естественной фильтрации (миграции) низкомолекулярных углеводородов при устойчивом геохимическом фоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коломейченко Г.Ю., Пономарева Н.М., Касилов Ю.И., Каштаков В.Д.:
2. Баранова Т.Э., Горская А.И., Шишкова А.П. Руководство по методике люминесцентно-битуминологических исследований. Л.: Недра, 1966. - 112с
3. Коломейченко Г.Ю., Пономарёва Н.М. Касилов Ю.И., Каштаков В.Д.. Методика мониторинга дампинга - Одесса: ОНУ им. И.И. Мечникова, 2014-80 стр.
4. Флоровская В.Н. Люминесцентная битуминология. М.: МГУ, 1975. - 191с.
5. Флоровская В.Н. Люминесцентно-битуминологический метод в нефтяной геологии. М.:
6. Недра, 1957.
7. Успенский В. А., Радченко О. А., Горская А.И. Методы битуминологических исследований. Л., Недра, 1975. —319с.
8. Успенский В.А. и др. Руководство по анализу битумов и рассеянного органического вещества горных пород. Л., Недра, 1966. - 316с.
9. Успенский В.А. и др. Задачи и методические приемы битуминологических исследований. Л., Недра, 186. - 223с.
10. Пономарева Л.П., Ткаченко Г.Г., Кротова Л.В. Способ экспрессного определения органического углерода в морских донных осадках. А.С. № 1733951, 1992.

11. Пономарева Л.П., Ткаченко Г.Г. Способ количественного определения группового состава нефтяных углеводородов в морских донных осадках. - А.С. № 1211222, - 1985.

УДК 574.54(265.4)

Селезнев В., Касилов Ю.И.
Национальный университет «Одесская морская академия»

**Современные требования по применению международной конвенции
МАРПОЛ 73\78 в области сепарации**

Согласно Конвенции ПДНВ 73/78, требование охраны окружающей среды. Глава 3, функции “Судовые механические установки и их эксплуатации”, вахтенный механик должен овладеть касающейся требование к сепараторам нефтеводяной смеси (или подобному оборудованию) и их эксплуатации .

Сепараторы 15 млн⁻¹

Любое судно валовой вместимостью 400 и более должно быть оснащено сепаратором на 15 млн-1. Любое судно валовой вместимостью менее 400 рекомендуется оснащать сепаратором на 15 млн-1. На стационарных судах, совершающих только рейсы без груза с целью изменения своего положения (судагостииницы, суда для хранения и т.д.), сепараторы на 15 млн могут не устанавливаться при наличии сборного танка достаточной вместимости для полного сохранения на борту нефтесодержащих льяльных вод.

Сепараторы на 15 млн-1 должны иметь одобренную конструкцию в соответствии с положениями применимых резолюции ИМО (A.393(X), МЕРС.БО(33), МЕРС.107(49)) и обеспечивали такую фильтрующую способность, чтобы после прохождения через это оборудование любой нефтесодержащей смеси, сбрасываемой в море, содержание нефти в ней не превышало 15 млн-1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

К сепараторам на 15 млн⁻¹, предотвращающим сброс нефтесодержащей льяльной воды с содержанием нефти более 15 млн⁻¹, должны предъявляться технические требования и требования к испытаниям с целью их типового одобрения в соответствии с положениями резолюции ИМО МЕРС.107(49) (с учетом положений МЕРС.1/Circ.673) в следующих случаях:

-сепараторы на 15 млн⁻¹ смонтированы на судах, кили которых заложены 1 января 2005 г. или после этой даты;

-сепараторы на 15 млн⁻¹ заказаны 1 января 2005 г. или после этой даты для установки на судах, кили которых заложены до этой даты (см. циркуляр ИМО МЕРС/Circ.420).

Ввиду низкой или средней пропускной способности этих сепараторов через них могут пропускаться только нефтесодержащая льяльная вода и нефтесодержащий водяной балласт из топливных танков.

Конструкция сепараторов на 15 млн⁻¹ должна обеспечивать надежную работу в условиях окружающей среды в соответствии с 2.3 части VII «Механические установки» и 2.1 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.

Сепараторы на 15 млн⁻¹, работающие при избыточном давлении, должны быть снабжены предохранительными устройствами. Предохранительное устройство должно быть отрегулировано на давление $P_{\text{отар}} = 1,1p$, где p — рабочее давление.

Сепараторы на 15 млн⁻¹ должны иметь надежную конструкцию. Узлы и детали, подлежащие периодическому контролю и обслуживанию, должны быть легко доступны для персонала. Подача насоса сепаратора на 15 млн⁻¹ должна соответствовать пропускной способности сепаратора на 15 млн⁻¹. В любом случае подача насоса сепаратора на 15 млн⁻¹ не должна превышать более чем в 1,1 раза пропускную способность сепаратора на 15 млн⁻¹.

Должна быть предусмотрена возможность осушения сепаратора на 15 млн⁻¹.

Если в конструкции сепаратора на 15 млн⁻¹ предусмотрен подогрев нефтесодержащей смеси, он может осуществляться при помощи паровых или водяных змеевиков. Электроподогрев допускается при условии выполнения требований 15.3 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.

Сепаратор на 15 млн⁻¹ должен быть сконструирован для работы в автоматическом режиме.

Однако должны быть предусмотрены средства, исключающие сброс в случае возникновения неисправностей.

Для ввода в работу сепаратора на 15 млн⁻¹ не должно возникать необходимости в регулировке клапанов или другого оборудования. Оборудование должно работать без наблюдения, по крайней мере, в течение 24 ч.

Изменение среды, подаваемой к сепаратору на 15 млн⁻¹ (от нефтесодержащей льяльной воды к нефти, от нефтесодержащей льяльной воды к водяной эмульсии или от нефти и/или воды до прохвата воздуха), не должно приводить к сливу за борт любой нефтесодержащей смеси с содержанием нефти более 15 млн⁻¹.

Сепараторы на 15 млн⁻¹, насосы и другое оборудование должны быть оснащены приборами для контроля давления, температуры и уровня, а также системой аварийно-предупредительной сигнализации и защиты.

Если в состав сепаратора на 15 млн⁻¹ входит сепаратор центробежного типа, он должен отвечать требованиям 5.4 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

Сепараторы на 15 млн⁻¹, насосы и другое оборудование в местах возможной утечки нефтяных остатков (шлама) должны быть снабжены устройствами для сбора утечек, удовлетворяющими требованиям 13.5 части VIII «Системы и трубопроводы» Правил классификации и постройки морских судов.

На вертикальном участке трубопровода слива очищенной воды после сепаратора на 15 млн⁻¹ должно быть предусмотрено устройство для отбора проб как

можно ближе к выпускному отверстию сепаратора. Конструкция устройства для отбора проб должна соответствовать конструкции.

Если имеются ограничения (рабочие и/или установочные), которые Регистр считает необходимыми, это должно быть указано в прикрепленной к оборудованию табличке.

Электронная часть сепаратора на 15 млн^{-1} должна отвечать положениям 5.2.3.

Для возможности проверки работы сепаратора на 15 млн^{-1} , а также сигнализатора на 15 млн^{-1} и автоматического запорного устройства при закрытом бортовом сливном клапане на участке сливного трубопровода между этим клапаном и автоматическим запорным устройством должен быть предусмотрен отвод с клапаном для слива воды обратно в ляйла или танк нефтесодержащих льяльных вод.

Трубопроводы слива очищенной воды после сепаратора на 15 млн^{-1} не должны иметь соединений с трубопроводами осушительной (в том числе, системы нефтесодержащих льяльных вод) и балластной системы, за исключением отвода, указанного в 5.2.16, и трубопровода рециркуляции после автоматического запорного устройства. Средства рециркуляции нефтесодержащей льяльной воды должны исключать любое байпассирование сепаратора на 15 млн^{-1} .

Трубопроводы сепаратора на 15 млн^{-1} могут иметь соединения с вышеуказанными трубопроводами для целей промывки в соответствии с одобренной конструкцией сепаратора на 15 млн^{-1} .

При добровольной модернизации существующего сепаратора на 15 млн^{-1} , имеющего Свидетельство о типовом одобрении Администрации в соответствии с требованиями резолюции ИМО МЕРС.бО(33), с целью его усовершенствования для соответствия требованиям резолюции ИМО МЕРС.107(49) путем установки дополнительного оборудования, испытания и освидетельствование этого дополнительного оборудования должны производиться в соответствии с резолюцией ИМО МЕРС.205(62) «Руководство и технические требования к дополнительному оборудованию, устанавливаемому при модернизации существующего нефтяного фильтрующего оборудования, соответствующего требованиям резолюции МЕРС.60(33), 2011».

При положительных результатах испытаний и освидетельствования на дополнительное оборудование оформляется Свидетельство о типовом одобрении.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

Конструкция сигнализатора на 15 млн^{-1} должна иметь типовое одобрение в соответствии с резолюцией ИМО МЕРС Л07(49) (с учетом положений МЕРС.1/C1ГС.643) в следующих случаях:

сигнализаторы на 15 млн^{-1} смонтированы на судах, кили которых заложены 1 января 2005 года или после этой даты;

сигнализаторы на 15 млн⁻¹ заказаны 1 января 2005 г. или после этой даты для установки на судах, кили которых заложены до этой даты (см. циркуляр ИМО МЕРС/Circ.420).

Сигнализатор на 15 млн⁻¹ должен быть стойким к коррозии в условиях морской среды. В конструкции сигнализатора на 15 млн⁻¹ не должны содержаться или применяться какие-либо опасные вещества, если только не будут приняты меры, одобренные Регистром, для устранения опасности при его эксплуатации.

Сигнализатор на 15 млн⁻¹, предназначенный для установки в местах возможного наличия воспламеняющихся воздушных смесей, должен отвечать требованиям 2.9 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов. Любые движущиеся части сигнализатора на 15 млн⁻¹, установленного в опасной зоне, должны иметь конструкцию, предотвращающую возможность образования статического электричества.

Сигнализатор на 15 млн⁻¹ должен надежно работать в климатических условиях и при механических воздействиях в соответствии с 2.1 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.

Время срабатывания сигнализатора на 15 млн⁻¹, то есть время, прошедшее с момента изменения состава пробы воды, поступающей в сигнализатор, и до выдачи им окончательных показаний, не должно превышать 5 с.

Сигнализатор на 15 млн⁻¹ должен быть оснащен электрическим/электронным устройством, предварительно настроенным изготовителем на срабатывание, когда содержание нефти в стоке превышает 15 млн⁻¹ с одновременной подачей команды на управление автоматическим запорным устройством для прекращения сброса за борт. Это устройство также должно автоматически срабатывать всякий раз, когда сигнализатор выйдет из строя, когда идет прогрев устройства или когда устройство обесточено в силу других причин.

Рекомендуется иметь на борту простые средства для проверки отклонений показаний прибора и способности переустановки прибора на «ноль».

Сигнализатор на 15 млн⁻¹ должен записывать дату, время работы, состояние сигнализации, а также рабочее состояние сепаратора на 15 млн⁻¹. Записывающее устройство должно также хранить данные, по меньшей мере, в течение восемнадцати месяцев и должно быть способно выводить на экран или распечатывать протокол для официальных проверок в той мере, в которой это требуется. В случае если производится замена сигнализатора, следует принять меры с целью обеспечения сохранности записанных данных в течение восемнадцати месяцев.

В целях предотвращения преднамеренного изменения настроек сигнализаторов на 15 млн⁻¹ должны быть предусмотрены следующие средства:

-любое вскрытие сигнализатора, за исключением операций в соответствии с 6.2.7, должно сопровождаться снятием пломбы;

-сигнализатор на 15 млн 1 должен быть сконструирован так, чтобы сигнализация срабатывала всякий раз, когда идет промывка прибора чистой водой или производится настройка на «ноль».

Точность показаний сигнализаторов на 15 млн^{-1} должна быть в пределах $+5 \text{ млн}^{-1}$ и проверяться при возобновляющих освидетельствованиях в соответствии с инструкциями изготовителей. Акт калибровки сигнализатора на 15 млн^{-1} , подтверждающий дату его последней проверки, должен быть на борту судна. Калибровка сигнализаторов на 15 млн^{-1} может быть выполнена изготовителями или уполномоченными изготовителями.

Сигнализатор на 15 млн^{-1} должен быть смонтирован на судне относительно сепаратора на 15 млн^{-1} таким образом, чтобы общее время срабатывания (включая время срабатывания самого сигнализатора) в промежутке времени между началом слива воды с содержанием нефти более 15 млн^{-1} из сепаратора на 15 млн^{-1} и прекращением слива воды за борт при срабатывании автоматического запорного устройства было бы настолько мало, насколько это возможно. В любом случае это время не должно превышать 20 с.

Смонтированное на судне устройство для отвода нефтесодержащей льяльной воды из сливного трубопровода сепаратора на 15 млн^{-1} к сигнализатору на 15 млн^{-1} должно обеспечивать поток воды с необходимым давлением и расходом.

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРЕКРАЩЕНИЯ СБРОСА

Устройство автоматического прекращения сброса должно обеспечивать прекращение сброса нефтесодержащей смеси по сигналу сигнализатора, указанного в 6.2.

Устройство автоматического прекращения сброса должно состоять из системы клапанов, установленных на трубопроводе слива очищенной воды после сепаратора на 15 млн^{-1} . В случае если содержание нефти в сбросе превышает 15 млн^{-1} устройство автоматически перепускает нефтесодержащую льяльную воду в судовые ляла или танки нефтесодержащих льяльных вод, предотвращая сброс за борт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Международная конвенция ПДНВ 78/95 с Манильскими поправками ,2010 г.
2. МАРПОЛ 73/78
3. Руководство по применению приложений МАРПОЛ 73/78, С. Петербург, 2014.

УДК 629.5.068

Крайнова В.И.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Судовые системы очистки сточных вод (СОСВ)

Сегодня как никогда стоят задачи, связанные с загрязнением окружающей среды. Особую тревогу вызывает очистка сточных вод, именно они, попадая в почву и воду, вызывают необратимые изменения. Для достижения положительных результатов и предназначены судовые установки очистки сточных вод. Методы, положенные в основу, являются электрохимическим процессом, при

котором морская вода применяется для производства гидрохлорида натрия, и в свою очередь является обеззаражающим окислительным средством. Уничтожаются в течении несколько минут до 99 % вредных организмов. Мировое сообщество строго следит за использованием водоочистительных установок, отвечающих мировым стандартам и призванных защищать окружающую среду.

Эксплуатация судов неизбежно связана с возникновением и решением проблем охраны окружающей среды и обеспечения соответствия выбросов загрязняющих веществ современным нормативным требованиям

Судовые установки очистки сточных вод бывают двух форм и имеют разную производительность. Оборудование стандартной формы предназначено для автономной морской очистки с предполагаемыми емкостями. Оборудование другой формы - технологический модуль, который способен только очищать сточные воды, без дополнительных емкостей. Такие устройства очищают воду от бактерий на судах, от военных до пассажирских. Существуют также судовые автоматизированные станции очистки и обеззараживания сточных вод. Они предназначены для очистки вод от нефтепродуктов. И могут использоваться как на речных, так и на морских судах. Отмечено их применение и на суше, на таких объектах, как локомотивное депо, железнодорожные цистерны, автозаправочные станции. Как правило, они состоят из трех блоков: очистки сточных вод, нефтесодержащих вод и озонаторный агрегат.

Эксплуатирующиеся в настоящее время судовые системы очистки и обеззараживания СВ классифицируют по методу обработки: механическая, биохимическая и физико-химическая.

Ни один из методов в отдельности не в состоянии обеспечить требуемую степень очистки СВ для удовлетворения современных требований регламентирующей природоохранной документации, поэтому их комбинируют.

По первому методу:

При простоте и доступности процесса недостатком здесь является отсутствие финишной фильтрации, то есть очищенные СВ не соответствуют нормативным требованиям и не допускаются к сбросу [1].

По второму:

Основное достоинство данных систем — высокая степень очистки СВ, простота установки, возможность повторного использования СВ, возможность полной автоматизации.

Недостатками являются:

- длительность процесса вывода СОСВ на нормальный режим (от 5 до 10 сут);
- чувствительность к гидравлическим колебаниям нагрузки, изменениям состава, концентрации, солесодержания и температуры СВ;
- влияние на процесс очистки жиров, масел, ПАВ;
- значительное время обработки СВ (в среднем 18–24 ч);
- высокие массогабаритные характеристики;
- гибель ила в случае прекращения подачи СВ на 20–30 ч.

Третий метод: физико-химический - используется чаще. В судовых СВ до 60 % органических загрязнителей находятся в коллоидном состоянии, что не позволяет удалить их фильтрацией или отстаиванием.

В настоящее время на флоте преимущественно применяются два способа решения проблемы судовых отходов [4; 5].

1. Раздельное накопление всех видов отходов для сдачи на берег. Недостатком является необходимость иметь емкости, что требует дополнительных помещений и уменьшает провозную способность. Этот способ применяется 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, а также инсинераторов. 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 специального обслуживания, необходимость дополнительных затрат энергии. Данное решение распространилось преимущественно на морских судах и судах река–море плавания.

Однако имеющееся в эксплуатации оборудование для переработки отдельных видов отходов в большинстве случаев уже морально и физически устарело, не всегда обеспечивает выполнение требований современной регламентирующей документации, новое же является дорогостоящим при установке и в обслуживании, обладает высокой энергоемкостью и на целом ряде речных судов по различным причинам установка указанных устройств невозможна.

Проанализировав отмеченные достоинства и недостатки, можно сделать вывод о том, что дальнейшие разработки по совершенствованию судовых СОСВ целесообразно вести в направлении механических и физико-химических методов. Рационально комбинируя их, можно достичь требуемой глубины очистки СВ при одновременном снижении энергозатрат и расходных материалов. Правильные последовательности технологических приемов обработки СВ позволяют дополнить недостатки отдельных методов достоинствами других, а также сократить время обработки СВ.

В настоящее время существует целый ряд воплощенных конструктивных решений, позволяющих применить УФ-излучение для обеззараживания сточных вод. Такие установки различаются по способу размещения ламп: навесные или погружные, с гравитационным течением воды или напорные, корпусные или в виде отдельных модулей, размещаемых в лотках, с большим или меньшим расстоянием между лампами и другими деталями. Лампы, применяемые в разных установках, могут различаться по типу и способу размещения относительно потока воды (параллельно или перпендикулярно ему).

В существующих нормативных документах допускается применение УФ-излучения для воды со следующими показателями качества сточных вод: взве-

шенных частиц - до 10 мг/л; ХПК (химическое потребление кислорода)- до 50 мг/л.

Однако опыт применения данного типа оборудования показывает, что УФ-облучение может обеспечить высокую эффективность обеззараживания сточных вод, имеющих содержание взвешенных веществ до 50 (мг/л) и более.

Метод УФ обеззараживания имеет следующие преимущества в сравнении к окислительным обеззараживающим методам (хлорирование):

УФ-облучение летально для большинства водных бактерий, вирусов, спор. Оно уничтожает возбудителей таких инфекционных заболеваний, как тиф, холера, дизентерия, вирусный гепатит, полиомиелит и т.п. Применение ультрафиолета позволяет добиться более эффективного обеззараживания, чем хлорирование, особенно в отношении вирусов;

обеззараживание ультрафиолетом происходит за счет фотохимических реакций внутри микроорганизмов, поэтому на его эффективность изменение характеристик воды оказывает намного меньшее влияние, чем при обеззараживании химическими реагентами;

обработанной ультрафиолетовым излучением воде не обнаруживаются токсичные и мутагенные соединения, оказывающие негативное влияние на биоценоз водоемов;

в отличие от окислительных технологий, в случае передозировки отсутствуют отрицательные эффекты. Это позволяет значительно упростить контроль за процессом обеззараживания и не проводить анализы на определение содержания в воде остаточной концентрации дезинфектанта;

время обеззараживания при УФ-облучении составляет 1-10 с в проточном режиме, поэтому отсутствует необходимость в создании контактных емкостей;

достижения последних лет в свето- и электротехнике позволяют обеспечить высокую степень надежности УФ-комплексов. Современные УФ-лампы и пускорегулирующая аппаратура к ним выпускается серийно, имеют высокий эксплуатационный ресурс;

для обеззараживания УФ-излучением характерны более низкие, чем при хлорировании, эксплуатационные расходы. Это связано со сравнительно небольшими затратами электроэнергии и отсутствием потребности в дорогостоящих реагентах (жидком хлоре, гипохлориде натрия или кальция), а также в отсутствии необходимости в реагентах для дехлорирования

Системы предназначены для комплексной очистки и обеззараживания питьевой, а также льяльных вод. Они включают в себя фильтры очистки от механических загрязнений, растворимых форм химических соединений (хлорбензол, сероводород, железо, кальций, марганец и др.), а также биологических загрязнений.

Обеззараживание, предварительно очищенной воды, осуществляется с помощью изготавливаемых установок производительностью от 0,3 м³/час до 500 м³/час (в т.ч. применительно к морской воде).

Эти установки успешно используются на морских и речных судах (транспортных, рыболовных, буксирах, а также кораблях ВМФ).

По согласованию с заказчиком все установки комплектуются датчиком интенсивности бактерицидного излучения, устройством промывки, датчиком протока. Используются бактерицидные лампы новейших разработок, отличающиеся высокими показателями надежности и интенсивности УФ излучения, а также сроком службы от 10 000 часов до 16 000 часов (для установок большой производительности).

Ультрафиолетовый (УФ) стерилизатор - предназначен для безреагентного обеззараживания воды от патогенной микрофлоры (бактерии, споры, вирусы, простейшие) и обезвреживания токсинов и вредных органических соединений. Принцип действия основан на высокоинтенсивном импульсном облучении воды коротковолновым ультрафиолетовым излучением сплошного спектра в диапазоне длин волн 190-300 нм. В качестве источника ультрафиолетового излучения используется сверхмощная ксеноновая лампа, работающая в импульсно-переодическом режиме. Интенсивность бактерицидного излучения используемой лампы более чем в 100000 раз превышает интенсивность УФ излучения стандартных ртутных ламп.

УФ-стерилизаторы применяются как на судах, так и в составе существующих систем водоподготовки в жилых домах, гостиницах, транспорте (в поездах), в коттеджах, в сельской местности и в зонах повышенной эпидемиологической опасности при:

- обеззараживании и дехлорировании водопроводной питьевой воды;
- обеззараживании и очистке питьевой воды, забираемой из подземных источников (артезианских скважин);
- обеззараживании воды в составе локальных водоочистных и опреснительных установок коллективного пользования;
- обеззараживании сточных вод локальных станций биологической очистки;
- обеззараживании и глубокой очистке воды для производственных нужд в электронной, химической и особенно пищевой промышленностях;
- обеззараживании и обезвреживании стоков инфекционных медицинских учреждений;
- обеззараживании и очистке воды в плавательных бассейнах.

Преимущества

- не требуется применения дополнительных химических реагентов;
- не нарабатываются промежуточные токсичные и канцерогенные вещества;
- практически мгновенный обеззаражающий эффект;
- сохраняется исходный солевой состав воды и улучшаются органолептические показатели обработанной воды;
- отсутствует биообрастание и соляризация ламп в процессе эксплуатации;
- повышенная вибро-тряскоустойчивость;
- полностью автоматизированный рабочий процесс.

В современных условиях перед морским флотом стоит задача получения максимальной прибыли: для этого необходимо увеличить объем перевозок грузов и пассажиров при снижении затрат на обслуживание флота. Следовательно, необходимо обновить суда, оснастив их современными установками и модер-

низировать существующие, тем самым обеспечив его качественную инфраструктуру, чему и способствует разработка и внедрение современных СОСВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Судовые установки очистки сточных вод: способы очистки, устройство, эксплуатация: справ. пособие / Н. Г. Ермошкин [и др.]. — Одесса: Феникс, 2004 — 56 с.: ил
2. Зубрилов С. П. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов / С. П. Зубрилов, Ю. Г. Ищук, В. И. Косовский. — Л.: Судостроение, 1989. — 256 с.: ил.
3. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. и Протокол 1978 г. — М.: ЦРИА «Морфлот», 1980. — 364 с.
4. Юдицкий Ф. Л. Защита окружающей среды при эксплуатации судов / Ф. Л. Юдицкий. — Л.: Судостроение, 1978. — 160 с
5. Средства очистки жидкостей на судах: справ. / под общ. ред. И. А. Иванова. — Л.: Судостроение, 1984. — 272 с.: ил.

УДК 621.431.004.13-57

Худенко Г.О., Мамкичев Н.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Короткий анализ основных документов ИМО по предотвращению морской среды балластными водами с судов

Возрастающее международное значение решения проблемы переноса морских организмов с водяным балластом не могло не привести к созданию определенных документов на уровне ООН и ИМО. Так, например, Конвенция ООН по морскому праву требует от подписавших ее государств «принимать все необходимые меры для предотвращения, ограничения и контроля намеренного или случайного внедрения биологических организмов, чужеродных или новых, в любую часть морской среды, которое может вызвать существенные изменения или вредные последствия».

Основные документы ИМО по предотвращению морской среды балластными водами:

1. Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управления ими 2004 года.
2. Приложение. Правила контроля судовых балластных вод и осадков и управления ими.
3. МКУБ, принятый Организацией резолюцией A.741(18), с поправками.
4. Резолюция A.868(20) принятая 27 ноября 1997 года. Руководство по контролю и управлению балластными операциями на судах в целях сведения к минимуму переноса вредных водных организмов и патогенов.
5. Резолюция МЕРС.124(53) Принята 22 июля 2005 года Руководство по замене балластных вод (Р6).

6. Инструкция по разработке судовых руководств па безопасной замене балласта в море. НД № 2-029901-003С.П. 2006г.

Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управления ими 2004 года.

Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими 2004 года. Документ в силу не вступил. Дата принятия: 13 февраля 2004

Настоящая конвенция была одобрена Дипломатической конференцией в феврале 2004 года. Разработана в рамках деятельности Международной морской организации (ИМО) и содержит нормы и правила обращения с балластными водами и осадками с целью предотвращения переноса с ними нежелательных водных организмов и патогенов.

Водяной балласт необходим для безопасной и эффективной эксплуатации современного судна, но в то же время, он может представлять серьезную угрозу экологии, экономике и здоровью.

Внесение нежелательных видов в морские экосистемы признано международным сообществом одной из четырех основных угроз Мировому океану.

Конвенция нацелена на внедрение в практику:

- более безопасных и эффективных методов управления водяным балластом, которые позволяют предотвратить и свести к минимуму опасность для окружающей среды и здоровья человека, связанную с переносом вредных водных и патогенных организмов;
- посредством контроля водяного балласта и осадков судов и управления ими предупредить загрязнение морской среды;
- избежать нежелательного побочного воздействия этого контроля;
- поощрять разработки в области науки и технологии по тематике, связанной с обращением с балластными водами.

Конвенция распространяется на все суда, которые имеют право плавания под флагом Стороны, за исключением судов, которые не спроектированы или не построены для перевозки балластных вод, или которые эксплуатируются в водах под юрисдикцией этой Стороны, если не решено иное.

Конвенция регулирует следующие основные группы вопросов:

- предотвращение, сведение к минимуму и окончательное устранение опасности для окружающей среды, здоровья человека, имущества и ресурсов, связанной с переносом вредных водных и патогенных организмов, посредством контроля судовых балластных вод и осадков и управлении ими;
- обязательства государства порта в части освидетельствования судов и выдачи необходимых свидетельств, а также контроля выполнения требований конвенции;
- обязательства государства флага в части обеспечения выполнения требований конвенции на судах.

Для реализации положений Конвенции в водах, под юрисдикцией Сторон, будут установлены районы замены балластных вод.

В портах должен быть организован отбор и анализ проб балластных вод, которые будут проводиться по решению портовых властей, без вынужденной задержки судов (Статья 9). В портах и на терминалах, где производится очистка или ремонт балластных танков, будут предоставляться достаточные сооружения приема осадков из балластных танков (Статья 5).

Сторона Конвенции, может предоставлять изъятия (Правило А-4) из правил Конвенции, если судно эксплуатируется исключительно между конкретными портами, такие изъятия предоставляются с учетом Руководства по оценке риска.

Стоит упомянуть, что Конвенцию приняли уже 42 государства, чей общий тоннаж флота составляет 32% от общемирового.

По состоянию на Октябрь 15, 2014 9:41 Конвенция еще не вступила в силу:

необходимое количество стран участниц достигнуто и составляет 42 (при необходимых 30), но тоннаж торгового флота присоединившихся стран составляет только 32 % (при необходимых 35 %).

Вступление конвенции в силу произойдет через 12 месяцев после достижения указанных условий.

Применение.

1. Если в настоящей Конвенции специально не предусмотрено иное, настоящая Конвенция применяется:

- a) к судам, которые имеют право плавать под флагом Стороны; и
- b) к судам, которые не имеют права плавать под флагом Стороны, но которые эксплуатируются по уполномочию Стороны.

2. Настоящая Конвенция не применяется:

- a) к судам, которые не спроектированы или не построены для перевозки балластных вод;
- b) к судам Стороны, которые эксплуатируются только в водах, находящихся под юрисдикцией этой Стороны;
- c) к судам Стороны, которые эксплуатируются только в водах, находящихся под юрисдикцией другой Стороны, если последняя Сторона разрешает такое исключение;
- d) к судам, которые эксплуатируются только в водах, находящихся под юрисдикцией одной Стороны, и в открытом море, за исключением судов, которым не предоставлено разрешение в соответствии с подпунктом (c), если эта Сторона не решит, что сброс балластных вод с таких судов ухудшит окружающую среду, здоровье человека, имущество или ресурсы - свои или прилегающих или других государств - либо причинит им ущерб;

e) к военным кораблям, военно-вспомогательным судам или другим судам, принадлежащим государству или эксплуатируемым им и используемым в данное время только для правительенной некоммерческой службы. Однако каждая Сторона путем принятия соответствующих мер, не наносящих ущерба эксплуатации или эксплуатационным возможностям таких кораблей и судов, принадлежащих ей или эксплуатируемых ею, обеспечивает, чтобы эти корабли

и суда действовали, насколько это целесообразно и практически возможно, таким образом, который совместим с настоящей Конвенцией; и

f) к находящимся в закрытых танках на судах постоянным балластным водам, которые не подлежат сбросу.

3. В отношении судов государств, не являющихся Сторонами настоящей Конвенции, Стороны применяют требования настоящей Конвенции по мере необходимости для обеспечения того, чтобы таким судам не предоставлялся более благоприятный режим.

Освидетельствование и выдача свидетельств.

Каждая Сторона обеспечивает, чтобы суда, плавающие под ее флагом или эксплуатирующиеся по ее уполномочию, которые подлежат освидетельствованиям и которым должны выдаваться свидетельства, проходили освидетельствования и получали свидетельства в соответствии с правилами, содержащимися в Приложении.

Контроль за выполнением таких мер является обязанностью Стороны, осуществляющей эти меры, и не должен вызывать необоснованной задержки судна.

Исключения

Требования правила В-3 или любые меры, принятые Стороной в соответствии со статьей 2.3 и разделом С, не применяются:

1) к приему или сбросу балластных вод и осадков, необходимым в целях обеспечения безопасности судна в чрезвычайных ситуациях или спасения человеческой жизни на море; или

2) к аварийному сбросу или поступлению балластных вод и осадков в результате повреждения судна или его оборудования:

.1 при условии, что до и после случившегося повреждения или обнаружения повреждения либо сброса были приняты все разумные меры предосторожности с целью предотвращения или сведения к минимуму такого сброса; и

.2 за исключением случаев, когда собственник, компания или ответственное лицо командного состава умышленно или по неосторожности причинили повреждение; или

3) к приему и сбросу балластных вод и осадков, когда эти операции используются с целью избежания или сведения к минимуму инцидентов, связанных с загрязнением с судна; или

4) к приему и последующему сбросу в открытом море тех же балластных вод и осадков; или

5) к сбросу балластных вод и осадков с судна в том же месте, в котором были приняты все эти балластные воды и осадки, и при условии, что не произошло смешивание с неуправляемыми балластными водами и осадками, принятыми в других районах. Если смешивание произошло, балластные воды, принятые в других районах, подлежат управлению в соответствии с настоящим Приложением.

Практические рекомендации по предотвращению попадания в балласт нежелательных водных организмов.

Суда сторон должны выполнять требования Конвенции в части правил замены балластных вод (Правило В-4), а после 2016 г. сбрасываемые балластные воды должны отвечать установленному стандарту качества (Правило В-3).

Суда должны будут иметь на борту одобренный план управления балластными водами (Правило В-1, Раздел В) и Журнал операций с балластными водами (Правило В-2, Раздел В Приложения).

Должна быть проведена надлежащая подготовка членов экипажа, участвующих в управлении балластными водами (Правило В-6, Раздел В), а также назначено лицо командного состава, ответственное за обеспечение плана управления балластными водами и передачу информации портовым властям (Правило В-1.5, Раздел В).

Балластной водой заполняют судовые танки в порту перед выходом в рейс. Вместе с водой в них попадают разнообразные морские организмы, икра, личинки и растения.

Согласно рекомендациям Международной морской организации (ИМО) предлагается осуществлять смену водяного балласта в открытом море путем слива балластной воды, взятой в порту отправления, и заполнения танков новой балластной водой. Замена балласта должна осуществляться в открытом море на глубине не менее 500 м, а сам район должен быть удален от побережья не менее чем на 200 миль. Эта мера основана на том, что глубоководные слои океанской воды содержат мало организмов, а те из них, которые все-таки будут захвачены с новым балластом, при сливе балластной воды в порту прибытия не смогут адаптироваться к прибрежной или пресноводной среде обитания и погибнут.

Однако замена балласта в открытом море неизбежно связана с риском ухудшения мореходных качеств судна. Возрастает риск потери продольной прочности, получения повреждений из-за динамических нагрузок при перемещении воды и частично загруженных танках, возникновения чрезмерного крена, оголения винта и ухудшения остойчивости. Поэтому смена водяного балласта на «глубокой воде» должна осуществляться с учетом обеспечения безопасности людей и судна. Необходим постоянный контроль слива и наполнения воды со стороны экипажа для уменьшения риска отрицательного воздействия этих процессов на судно.

В 1997 г. ИМО издала Руководство по аспектам безопасности, относящимся к замене водяного балласта в море. В нем обращается внимание на необходимость оценки таких факторов риска, как атмосферное давление в балластных танках, погодные условия и волнение моря. Метод смены балласта на «глубокой воде» является эффективным единственным общепризнанным методом борьбы с проникновением чужеродных организмов, но и он имеет негативную сторону, которую нелегко преодолеть. Речь идет прежде всего о безопасности людей и судов в процессе смены балласта.

Практические рекомендации по приему балласта.

Существует несколько советов насчет того, как предотвращать попадание на борт нежелательных водных организмов. Желательно принимать балласт в светлое время суток, когда многие водные организмы находятся глубже в тол-

ще воды, чем ночью. В первую очередь рекомендуется использовать для балластировки чистую воду, в тех местах, где вредных микроорганизмов не выявлено – лучше всего в открытом море и на глубокой воде, поскольку открытые океанские и морские воды содержат незначительно количество микроорганизмов, которые не могут быстро адаптироваться к новым условиям прибрежных вод (в месте сброса балласта) и, как правило, погибают. При этом следует учитывать, что на их развитие влияет температура, соленость морской воды, степень освещенности и некоторые другие факторы. Информацию о местах, где рекомендуется принимать балласт, а также о тех районах, где обнаружены вредные микроорганизмы, должен предоставлять местный агент. При приемке балласта судну следует принимать определенные меры предосторожности - избегать приема балласта на мелководье или в тех местах, где судовые винты могут поднимать ил со дна. Следует также избегать приема балласта в местах «цветения» моря, свечения морской воды, сброса сточных вод, нельзя брать в качестве балласта городскую воду и т.п.

Разумеется, при дебалластировке следует избегать сброса балласта, не вызванного необходимости.

Руководство по обработке балластных вод.

В Приложении к резолюции ИМО A.868(20) содержится Руководство по обработке судового водяного балласта. Оно является предварительным документом, на основании анализа, применения которого и будет разрабатываться Кодекс по обработке водяного балласта. Рассмотрим его структуру более подробно. Это Руководство состоит из следующих разделов:

- Вступление. Отражает суть проблемы и объясняет роль, которую призвано играть данное Руководство в устраниении проблемы водяного балласта. Особое внимание во вступлении удалено объяснению необходимости следования положениям Руководства властями Государства порта, Государства флага и другими сторонами.
- Определения и применение. Приводится используемая терминология и необходимые пояснения. Поскольку руководство не является обязательным, объясняется, что власти Государства порта сами отвечают за определение границ применения Руководства в пределах своей юрисдикции.
- Цели. Целью настоящего руководства является помочь всем заинтересованным сторонам в минимизации риска, вызываемого перемещением водяного балласта без ущерба для безопасности судов и их экипажей.
- Распространение информации. Все заинтересованные стороны: морские администрации, Государства – члены ИМО, власти Государства порта, судоходные компании и операторы призваны обмениваться относящейся к рассматриваемому вопросу информацией через ИМО. Такая информация может включать:
 - случаи заражения вредными водными организмами;
 - вспомогательные учебные материалы;
 - полезные исследования;

- случаи, влекущие отступление от требований Руководства, например погодные условия.
- Обучение и тренировки. Руководство призывает правительства и морские учебные заведения включить вопросы по обработке балластной воды в учебные программы подготовки моряков.
- Процедуры для судов и Государства порта. В этом разделе указано, что каждое судно с водяным балластом должно иметь свой специфический план по обработке балластной воды. Государства порта призваны иметь подходящее оборудование для сброса балластной воды.
- Процедуры оформления и доклады. Приведенные процедуры охватывают суда и Государства порта. Например:
 - информация, которая должна быть зафиксирована при приеме балластной воды;
 - места взятия проб балласта и осадков из танков;
 - расположение приемных устройств для балластной воды;
 - информация о местах, где следует избегать приема балласта (например места сброса сточных вод).
- Судовые операционные процедуры. Этот раздел, как и Приложение 2, являются самыми важными для моряков частями данного документа. Раздел включает в себя следующие подразделы:
 - Предупредительные меры.
 - минимизация количества проникающих на борт вредных водных организмов, патогенов и осадков;
 - периодическое удаление осадка из балластных танков;
 - предотвращение не вызванного необходимостью сброса балласта.
 - Способы обработки балласта.
 - смена балласта;
 - исключение или минимизация сброса балласта;
 - сдача балласта на приемное оборудование;
 - чрезвычайные обстоятельства и новые технологии обработки балласта.
- Рекомендации для Государства порта. Содержит рекомендации для властей Государства порта по введению собственных программ по обработке балласта и уменьшению риска. Они охватывают:
 - несопоставимые условия между портом приема балласта и портом сброса;
 - сроки нахождения балластной воды на судне;
 - присутствие искомых организмов.
- Вступление в силу и наблюдение со стороны Государства порта. Отмечается, что Государства – члены ИМО имеют право вводить в действие собственное законодательство по вопросам обработки балласта. Однако властям Государства порта настоятельно предлагается информировать ИМО обо всех вводимых ограничениях. Этот подраздел содержит также рекомендации по введению требований и наблюдению за их выполнением. Например:
 - отправка соответствующих уведомлений на суда;

- оборудование по взятию проб балласта;
- необходимость учета вопросов безопасности судна в правилах по обработке балласта.

• Перспективы развития вопросов смены балласта. Хотя смена балласта и рекомендуется в настоящее время для решения проблемы балластной воды, однако она несет реальную угрозу для судов. В этом подразделе отражены намерения модифицировать данный документ в соответствии с результатами будущих исследований. Заинтересованные стороны призываются к проведению детальных исследований и обмену информацией по вопросам смены балласта в открытом море.

• Конструкция балластной системы. Судостроители, судовладельцы, классификационные общества призываются учитывать положения настоящих Рекомендаций при проектировании или модификации судов. Расчеты нагрузок, возникающих в процессе смены балласта должны учитывать, что пределы прочности корпуса не должны быть превышены при производстве таких операций. Должны быть разработаны специальные процедуры на случай отказа оборудования во время проведения смены балласта.

• Приложение 1. В этом приложении приведена форма отчета о смене балласта.

• Приложение 2. Это приложение особенно важно для моряков, так как содержит рекомендации по вопросам безопасности при смене балласта в море:

• Введение. Рассматривается необходимость учета судовладельцами многих факторов, имеющих воздействие на безопасность процесса смены балласта. Необходимо принимать во внимание особенности конструкции каждого конкретного судна. Кратко описаны два основных способа смены балласта, которые могут быть использованы отдельно или в комбинации: последовательный метод и метод прокачивания.

• Меры предосторожности. В этом разделе приведены:

• Общепринятые процедуры, такие как предотвращение перепрессования или недопрессования балластных танков;

• Специальные меры, относящиеся к методу прокачивания, такие как расчет объемов, которые должны быть прокачаны через балластные танки для достижения полной замены балластной воды;

• Обстоятельства, такие как погодные условия, при которых следует избегать смены балласта; меры, которые необходимо предпринять для избежания угрозы для остойчивости судна и прочности его корпуса;

Обучение экипажа и его подготовка. В этом разделе рассматривается методы подготовки офицеров и других членов экипажа, ответственных за проведение смены балласта. Такая подготовка должна включать: ознакомление с судовым планом смены балласта; методы регистрации операций с балластной водой.

В соответствии с рассмотренным Руководством ИМО, на судне должны иметься и должным образом вестись следующие документы:

- Судовой план по обработке балласта;

- Отчет о проводившихся в рейсе операциях с балластной водой (заполняется по требованию инспекции Контроля Государства порта);
- Журнал операций с балластной водой.

Разумеется, экземпляр Руководства также должен присутствовать на борту.

Меры предосторожности в целях обеспечения безопасности.

1. Суда, проводящие операцию по замене балластной воды в море, должны быть обеспечены процедурами, учитывающими, если применимо, следующее:

- Следует избегать исключение возможностей разряжения и излишнего давления в балластных танках;
- Влияние на остойчивость свободной поверхности воды и ударных нагрузок в танках, которые в любой момент могут быть неполными;
- Допустимые погодные условия;
- Метеорологическую проводку судов в районах плавания, подверженных циклонам, тайфунам, ураганам или тяжелым обледенениям;
- Поддержание адекватной остойчивости в неповрежденном состоянии судна в соответствии с одобренной информацией об остойчивости и посадке;
- Допустимые пределы прочности в море под воздействием поперечных сил и изгибающих моментов в соответствии с одобренным наставлением по погрузке;
- Скручивающие силы, если применимо;
- Минимальную/максимальную осадку носом и кормой;
- Вибрацию корпуса под воздействием волн;
- Ведение записей о балластных операциях;
- Процедуры действий в аварийных ситуациях, которые могут повлиять на замену балластной воды в море, включая ухудшение погодных условий, отказ насосов, обесточивание и т.п.;
- Время, необходимое для завершения операции по замене балласта или соответствующей стадии замены балласта, с учетом того, что балластная вода может составлять 50% общей грузоподъемности некоторых судов; и
- Управление процессом и контроль количества балластировки балластной воды.

2. Если используется проточный метод замены балласта, следует соблюдать меры предосторожности, поскольку:

- Воздушные трубы не предназначены для длительного пропуска балластной воды;
- Современные исследования показывают, что эффективной может быть лишь прокачка по крайней мере трех полных объемов вместимости танка для заполнения его чистой водой от дна до самого верха с переливом; и
- Определенные водонепроницаемые и непроницаемые от воздействия моря закрытия (например, горловины) могут пропускать при замене балласта и должны быть вновь задраены.
- Следует избегать проведения процедуры замены балластной воды в море в морозную погоду. Однако в тех случаях, когда ее проведение считается абсолютно необходимым, особое внимание следует обращать на опасности, связанные с заменой балластной воды в морозную погоду.

ные с обледенением устройств слива воды за борт, воздушных трубок, клапанов балластной системы вместе со средствами управления ими, а также на опасность наращивания слоя льда на палубе.

- Некоторым судам может понадобиться установка прибора, определяющего нагрузку, для выполнения расчетов поперечных сил и изгибающих моментов, возникающих при замене балластной воды в море, и для сравнения их с допустимыми.

- Должна быть дана оценка границам безопасности в отношении остойчивости и прочности для разрешенных районов плавания, оговоренных в одобренной информации об остойчивости и посадке (судна) и в наставлении по погрузке применительно к конкретным типам судов и условиям загрузки. В этой связи особое внимание следует обращать на следующие требования:

- Постоянно следует поддерживать остойчивость в пределах значений, не ниже рекомендованных Организацией (или требуемых Администрацией);

- Величины продольных напряжений не должны превышать предусмотренных судовым классификационным обществом, с учетом преобладающих погодных условий и состояния моря; и

- Замену балласта в танках или трюмах, где под воздействием ударных нагрузок в частично заполненных танках или трюмах могут возникать значительные нагрузки на конструкцию судна, следует производить при благоприятном волнении и зыби, чтобы повреждения конструкции оказались минимальными.

- План замены балластной воды должен включать перечень обстоятельств, при которых недопустимо производить замену балластной воды. Такие обстоятельства могут возникать в результате критических ситуаций исключительного характера или форс-мажорных обстоятельств из-за стихии, или других обстоятельств, при которых человеческая жизнь или безопасность судна находятся под угрозой.

Подготовка экипажа.

- В Плане проведения балластных операций должны быть указаны члены экипажа судна, ответственные за проведение операции по замене балластной воды в море.

- Командный и рядовой состав судна, привлеченный к замене балластной воды в море, должен быть соответственно подготовлен и ознакомлен:

- Со схемой трубопроводов, на которой должны быть указаны балластные устройства и места расположения воздушных и мерительных трубок, места расположения всех отсеков и приемных труб танков, а также трубопроводы, соединяющие их с судовыми балластными насосами, и, в случае использования проточного метода замены балластной воды, - отверстия, используемые для сброса воды из верхней части танка вместе со средствами слива воды за борт;

- С методом проверки надлежащего состояния мерительных трубок, воздушных трубок и их невозвратных устройств;

- Со временем, требуемым для проведения разных операций по замене балластной воды;

- С методами, используемыми для замены балластной воды в море, если они применимы, а также особенно с тем, что касается требуемых мер предосторожности; и
- С методами регистрации наличия балластной воды на судне, докладов и ведения записей о проведении обычных регулярных

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управления ими 2004 года.
2. Приложение. Правила контроля судовых балластных вод и осадков и управления ими.
3. МКУБ, принятый Организацией резолюцией А.741(18), с поправками.
4. Резолюция А.868(20) принятая 27 ноября 1997 года. Руководство по контролю и управлению балластными операциями на судах в целях сведения к минимуму переноса вредных водных организмов и патогенов.
5. Резолюция МЕРС.124(53) Принята 22 июля 2005 года Руководство по замене балластных вод (Р6).
6. Инструкция по разработке судовых руководств па безопасной замене балласта в море. НД № 2-029901-003С.П. 2006г.
7. С.М. Нунупаров. Предотвращение загрязнения моря с судов. Москва. "Транспорт". 1985.
8. Правила по предотвращению загрязнения с судов - К.: Регистр судоходства Украины, - 2011г.-288 с.

УДК 621.431.004.13-57

Мамкичев Н.А.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Новые поправки к Приложениям I, II к Конвенции МАРПОЛ, касательно требований обязательного оснащения нефтеналивных судов и судохимовозов инструментом контроля остойчивости

Базовым правовым документом по вопросам защиты окружающей среды является Конвенция по предупреждению загрязнения с судов от 1973г., измененная Протоколом от 1978г и Протоколом 1997г. (далее МАРПОЛ-73/78). Конвенция постоянно развивается и совершенствуется, к ней добавляются все новые и новые резолюции Сторон Конвенции, МЕРС и др.

Условно можно разделить все требования МАРПОЛ-73/78 на:

- а) общие положения** (обязательства Сторон, определения, область применения, ответственность за нарушения, урегулирование споров, процедуры подписания, ратификации, присоединения к Конвенции);
- б) технические и конструктивные** (например, требования по расположению танков изолированного балласта, по бортовым танкам и отсекам, по танкам и отсекам двойного дна);

в) эксплуатационные, которые являются наиболее важными для практического применения судоводителями и механической службой судов.

Требования Конвенции МАРПОЛ 73/78 являются важнейшими при проектировании, постройке и эксплуатации судов, они учитываются всеми классификационными обществами в их деятельности, на их основе выдаются судовые конвенционные документы.

Особое внимание ИМО уделяет развитию эксплуатационных положений по безопасной перевозке грузов наливом (защите экологии и безопасности нефтеналивных судов и химовозов). Причина на поверхности: по тем или иным причинам ежегодно в море попадает не менее 2 млн. тонн только нефтепродуктов, при этом один литр нефти лишает кислорода 40 т морской воды, а одна тонна нефти загрязняет примерно 12 км² поверхности моря.

С 18 по 22 февраля 2013 г. в Лондоне в штаб-квартире Международной морской организации (ИМО) состоялась 55-я сессия Подкомитета по остойчивости, грузовой марке и безопасности рыболовных судов (SLF-55).

Подкомитет подготовил проект поправок к Конвенции МАРПОЛ 73/78 в отношении обязательного использования прибора по остойчивости и одобрения соответствующего программного обеспечения. Поправки разработаны в рамках обеспечения проверки и контроля выполнения требований к остойчивости в неповрежденном и поврежденном состоянии наливных судов, которые должны выполняться в любом эксплуатационном состоянии загрузки.

В Приложение I вводится новое правило 28.6, которое будет применяться к новым нефтеналивным судам, а также к существующим нефтеналивным судам при первом возобновляющем освидетельствовании после вступления поправок в силу.

Поправки также включают условия, на которых требование об использовании прибора по остойчивости может не применяться - в частности, когда при погрузке судна проверка остойчивости в неповрежденном и поврежденном состоянии осуществляется дистанционно (береговым персоналом) или, когда погрузка производится в пределах одобренного диапазона условий загрузки.

Комплект аналогичных поправок также был подготовлен к следующим документам ИМО в отношении прибора по остойчивости:

Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (Кодекс МКГ);

Международный кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические грузы наливом (Кодекс МКХ);

Кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические грузы наливом (Кодекс КХ);

Кодекс постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (КГ);

Руководство по гармонизированной системе освидетельствований и выдаче свидетельств Резолюция А.1053(27).

Был подготовлен окончательный проект Руководства по проверке требований к остойчивости в поврежденном состоянии для наливных судов.

Руководство состоит из двух частей.

Первая часть будет применяться к новым судам (нефтеналивным, газовозам и химовозам) и, в частности, содержит методику проверки требований к аварийной остойчивости после погрузки, а также требования к судовому программному обеспечению прибора по остойчивости, наличию соответствующей документации, подготовке берегового персонала, участившего в одобрении планов и проверке аварийной остойчивости. Вторая часть Руководства применяется к новым и существующим наливным судам, и содержит рекомендации для капитанов и компаний, ответственных за СУБ, по соответствию судна требованиям к аварийной остойчивости и предоставлению подтверждений об этом соответствии портовым властям.

Документы, подготовленные SLF-55, были представлены на одобрение 65-й сессии Комитета ИМО по защите морской среды (КЗМС) (13-17 мая 2013 г.) и 92-й сессии Комитета безопасности на море (КБМ) (12-21 июня 2013 г.).

В результате деятельности ИМО с 2016 года наряду с другими поправками вступили в силу изменения касающиеся защиты экологии и безопасности нефтеналивных судов, газовозов и химовозов [6].

Поправки в отношении периодических проверок со стороны ИМО морских администраций на соответствие и выполнение требований конвенций в соответствии со стандартом аудита.

Новые требования вступят в силу с 1 января 2016 года, после чего добровольная схема проверок станет обязательной.

С 1 января 2016 года:

Поправки к ряду конвенций с целью сделать Кодекс по осуществлению документов ИМО (Кодекс ОДИ) обязательным:

к МК МАРПОЛ:

Резолюция МЕРС.246(66) -поправки к Приложениям I, II, III, IV и V к МК МАРПОЛ и Резолюция МЕРС.247(66) - поправки к Приложению VI к МК МАРПОЛ с целью придания Кодексу ОДИ статус обязательного инструмента.

Резолюция MSC.365(93) - вносит следующие поправки к МК СОЛАС:

К правилам II-2/4, II-2/3, II-2/9.7 и II-2/16.3.3- вводятся новые обязательные требования к системам инертного газа для новых танкеров (кроме газовозов) дедвейтом 8000 т. и более, а также заменяют, для судов, киль которых заложен 1 января 2016 либо позднее, существующие требования к системам вентиляции, вносят соответствующие поправки в Кодекс СПБ (FSS Code);

Резолюция MSC.369(93) – поправки к Международному кодексу постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические грузы наливом (IBC Code), которые вводят новые определения и требования в части инертизации танков, а также требования о наличии на новых и существующих судах программы контроля остойчивости.

Резолюция MSC.370(93) - новая редакция Международного кодекса постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (IGC Code). Требования IGC Code будут применяться к судам с датой закладки киля 1 июля 2016 г. или позднее, за исключением требования о наличии программы

контроля остойчивости, которое применимо также и к существующим судам, и должно быть выполнено не позднее первого возобновляющего освидетельствования после 1 июля 2016.

Резолюция MSC.371(93)- поправки к Международному кодексу по расширенной программе проверок при освидетельствовании навалочных судов и нефтеналивных судов (2011 ESP Code).

Резолюция MSC.372(93)- поправки к Международному кодексу морской перевозки опасных грузов (IMDG Code) - добавление опасных грузов, поправки касательно радиоактивных материалов, отражающие последние решения МАГАТЭ.

Резолюция MSC. 376 (93) – поправки к Кодексу постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические грузы наливом (BCH Code) и Резолюция MSC. 377(93) – поправки к Кодексу постройки и оборудования судов, перевозящих сжиженные газы наливом (GC Code), которые вводят требования о наличии на всех судах программы контроля остойчивости.

Резолюция МЕРС.248(66) - поправки к Приложению I к Конвенции МАРПОЛ, касательно требований обязательного оснащения нефтеналивных судов и судов-химовозов инструментом контроля остойчивости, одобренного Администрацией, способного подтверждать соответствие судна требованиям остойчивости в неповреждённом и повреждённом состоянии.

Резолюция МЕРС.249(66) - Поправки к Кодексу постройки и оборудования судов, перевозящих опасные химические грузы наливом (BCH Code), касательно требований обязательного оснащения судов-химовозов инструментом контроля остойчивости, одобренного Администрацией, способного подтверждать соответствие судна требованиям остойчивости в неповреждённом и повреждённом состоянии.

Резолюция МЕРС.250(66) - поправки к Международному Кодексу по конструкции и оборудованию судов, перевозящих опасные химические грузы наливом (IBC Code) касательно требований обязательного оснащения судов-химовозов инструментом контроля остойчивости, одобренного Администрацией, способного подтверждать соответствие судна требованиям остойчивости в неповреждённом и повреждённом состоянии.

С 1 марта 2016 года вступают в силу:

Резолюция МЕРС.256(67) - вносит поправки к правилу 43 Приложения I к Конвенции МАРПОЛ - "Специальные требования относительно использования или перевозки нефти в районе Антарктики" о запрете перевозки тяжёлых сортов нефти в качестве балласта.

Резолюция МЕРС.257(67) - вносит поправку к дополнению к Приложению III к Конвенции МАРПОЛ - "Критерии определения вредных веществ в упаковке".

Резолюция МЕРС.258(67) - вносит поправки к правилам 2 и 13 и добавлению к Международному свидетельству о предотвращении загрязнения воздушной среды (Свидетельство IAPP) Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ.

С 1 июля 2016 года вступают в силу:

Резолюция MSC.380(94) - вносит поправки к МК СОЛАС, которые:

Резолюция MSC.381(94) – поправки к Международному кодексу по расширенной программе проверок при освидетельствовании навалочных судов и нефтеналивных судов (2011 ESP Code), которые вводят требования к процедуре проверки давлением грузовых танков нефтеналивных танкеров (двухкорпусных и иных) и процедуре управления файлом конструкции балкеров (однокорпусных и двухкорпусных). Указанную проверку допускается производить силами экипажа.

Особый интерес представляют:

Резолюция MEPC.248(66), Резолюция MEPC.249(66), Резолюция MEPC.250(66). Эти Резолюции объединяют одно - поправки к Конвенции МАРПОЛ, касательно требований обязательного оснащения нефтеналивных судов и судов-химовозов инструментом контроля перевозящих опасные химические грузы наливом.

В соответствии с этими Резолюциями вышеуказанные суда в предписанные резолюцией сроки должны быть оснащены одобренным Администрацией флага или Регистром Судоходства по ее поручению "Прибором контроля остойчивости" (Stability Instrument) для оперативной проверки соответствия судов требованиям аварийной остойчивости и остойчивости в неповрежденном состоянии.

В разделе дополнительной информации в статусе судна вносится следующая запись:

"Судно должно быть оборудовано одобренным Прибором контроля остойчивости при первом возобновляющем освидетельствовании для свидетельства IOPP после 01.01.2016, но не позднее 01.01.2021, в соответствии с ИМО Рез. MEPC. 248(66)."

"The ship shall be fitted with an approved Stability instrument at the first scheduled renewal survey of the ship for IOPP certificate after 01.01.2016 but not later than 01.01.2021, in accordance with IMO Res. MEPC.248(66)."

Для судов, не совершающих международных рейсов, в статусе судна вносится следующая запись:

"Судно должно быть оборудовано одобренным Прибором контроля остойчивости при первом очередном освидетельствовании по Классу на или после 01.01.2016, но не позднее 01.01.2021 в соответствии с ИМО Рез. MEPC.248(66)."

"The ship shall be fitted with an approved Stability instrument at the first scheduled Special classification survey on or after 01/01/2016 but not later than 01.01.2021 in accordance with IMO Res. MEPC.248(66)."

Существует много различных конструкций таких приборов. В основу одних положен электромеханический принцип работы с нанесенными шкалами или диаграммами, рассчитанными в конструкторском бюро и учитывающими индивидуальные особенности данного судна. Другие приборы основаны на принципе моделирования нагрузки судна с помощью масштабных грузов или напряженных пружин.

Все приборы, предназначенные для контроля остойчивости судна, делятся на две основные группы [1].

К первой группе относятся приборы для определения показателей остойчивости до начала загрузки судна. Исходными данными для приборов этой группы являются величины, входящие в состав нагрузки масс судна: дедвейт или водоизмещение, моменты водоизмещения по высоте M_z и по длине M_x , массы принимаемых или снимаемых грузов, значения аппликат их центров тяжести. Кроме того, обязательно вносят поправки, учитывающие влияние свободных поверхностей жидких грузов.

На основании указанных исходных данных с помощью приборов определяют следующие характеристики остойчивости: осадки носом, кормой и среднюю, угол заката и угол максимального плеча диаграммы статической остойчивости, максимальное плечо, поперечную метацентрическую высоту (прибор остойчивости и дифферента Благовещенского, прибор остойчивости и дифферента Козлова, прибор ПКЗОС-1, шведский прибор "Сталодикатор").

Вторую группу составляют приборы, позволяющие контролировать, остойчивость во время рейса. Основанные на измерении периодов качки судна или углов крена, эти приборы имеют следящую систему для получения исходных данных и счетно-решающую часть, обрабатывающую эти данные с последующей выдачей результатов вычислений.

Исходными данными обычно служат углы крена судна при искусственно заданном кренящем моменте или период собственных колебаний судна. С помощью таких приборов получают значение аппликаты центра тяжести и метацентрической высоты и по этим данным по пантокаренам (кривые поперечной остойчивости) приборы "вычерчивают" всю диаграмму статической остойчивости или ее начальный участок.

Наиболее распространены приборы, основанные на измерении периода колебаний судна.

Принцип действия приборов другого типа основан на зависимости между угловым ускорением при бортовой качке и метацентрической высотой. К таким приборам относятся, например, маятниковые приборы [1].

Все эти приборы не совершенны. Они упрощают работу судоводителей по расчётам элементов остойчивости, но они не учитывают множества факторов, влияющих на остойчивость судна. Как и расчеты по диаграммам остойчивости и различным таблицам они приблизительны и не отвечают на многие вопросы, самое главное, не дают рекомендаций для принятия решений и не могут прогнозировать возможные ситуации.

В настоящее время большинство вопросов, связанных с загрузкой судна, расчетом осадки и остойчивости судна и т.п. могут быть компьютеризированы с помощью соответствующих программ.

В зависимости от требований по остойчивости конкретного судна приемлемыми являются три типа расчетов, выполняемых с помощью программного обеспечения по остойчивости:

Тип 1. Программное обеспечение только для расчетов остойчивости в неповрежденном состоянии (для судов, которым не требуется соответствовать критериям остойчивости в поврежденном состоянии).

Тип 2. Программное обеспечение для расчетов остойчивости в неповрежденном состоянии и для проверки остойчивости в поврежденном состоянии на основании ограничивающей кривой (т.е. для судов, к которым применимы расчеты остойчивости в поврежденном состоянии в части В-1 Конвенции СОЛАС, и т.д.) или ранее одобренных вариантов нагрузки.

Тип 3. Программное обеспечение для расчета остойчивости в неповрежденном состоянии и остойчивости в поврежденном состоянии путем прямого применения в запрограммированных случаях повреждения для каждого варианта нагрузки (для некоторых танкеров и т.д.). Результаты прямых расчетов, выполненных при помощи инструмента остойчивости, могут приниматься Администрацией, даже если они отличаются от необходимой минимальной GM или максимальной KG, как указано в одобренной информации об остойчивости [2].

Однако, следует признать, что ввиду большого разнообразия типов, размеров судов и связанных с ними эксплуатационных и экологических условий проблемы безопасности и недопущения аварий, относящихся к остойчивости, в целом еще не решены. В частности, безопасность судна в море связана со сложными гидродинамическими явлениями, которые до настоящего времени не подлежали полному изучению и правильному пониманию. Качку судов следует рассматривать как динамическую систему, и взаимосвязь между судном и условиями окружающей среды, такими как волны и ветер, признается в качестве исключительно важного элемента. Разработка критериев остойчивости на основании аспектов гидродинамики и анализа остойчивости судна в море представляет собой сложную проблему, которая требует дальнейших исследований [2].

Конечной целью этого требования ИМО должна стать разработка всеобъемлющей компьютеризированной автоматической системы (далее система) и программного обеспечения постоянного определения всех основных элементов остойчивости, посадки, непотопляемости.

Определим основные задачи системы и некоторые рекомендации для ее программирования.

Задача определения основных элементов остойчивости и посадки должна решаться в статике и динамике, т.е. во время стоянки судна, погрузочно разгрузочных работ в порту, во время перехода.

Остойчивость (поперечная и продольная) и осадку судна надо рассматривать для двух случаев — для неповрежденного и поврежденного состояния. Требования регламентируются указанными выше документами ИМО, а также Международным кодексом остойчивости судов в неповрежденном состоянии 2008 года [Кодекс ОНС 2008 года, одобрен Резолюцией MSC.267(85) с изменениями на 5 июня 2015 года [2].

Исходя из выше сказанного ясно, что большинство элементов остойчивости судов в принципе описаны, однако если говорить о компьютеризации проблемы надо учитывать требования ИМО.

Остойчивость наливных судов, перевозящих жидкие грузы, должна проверяться при следующих вариантах загрузки:

1. судно при осадке по летнюю грузовую марку с полным грузом, с полными запасами и без жидкого балласта;
2. судно с полным грузом, но с 10 % запасов;
3. судно без груза, с полными запасами;
4. судно, как в третьем варианте загрузки, но с 10 % запасов.

Учет влияния свободных поверхностей в цистернах судовых запасов должен производиться в соответствии с 1.4.7 [3], а в грузовых танках — по их фактическому заполнению.

Для всех вариантов нагрузки начальная метацентрическая высота и кривая остойчивости должны корректироваться с учетом влияния свободных поверхностей жидкостей в танках. Влияние свободных поверхностей жидкостей должно приниматься во внимание в тех случаях, когда уровень заполнения танка составляет менее 98% полного заполнения.

В тех случаях, когда на открытой части палуб наливного судна установлены комингсы для предотвращения разлива груза, образуя огражденное пространство (колодец), такое пространство рассматривается как заполненное забортной водой и должно учитываться при расчете поправки к начальной метацентрической высоте [3].

Требования к нефтяным танкерам, как они определены в разделе 2 Введения (Определения), должны отвечать правилу 27 Приложения I к Конвенции МАРПОЛ 73/78 [3].

Остойчивость наливных судов с грузовыми танками или балластными цистернами, ширина которых составляет более 60 % ширины судна, во время проведения погрузочно разгрузочных операций (ПРО), включая их промежуточные стадии, должна отвечать нижеследующим дополнительным требованиям.

При выполнении ПРО в порту исправленная начальная метацентрическая высота должна быть не менее 0,15 м, а протяженность диаграммы статической остойчивости должна быть не менее 20°.

К нефтеналивным судам дедвейтом 5000 т и более.

Каждое нефтеналивное судно должно отвечать требованиям для любой эксплуатационной осадки при наихудших возможных, в соответствии с хорошей эксплуатационной практикой, условиях загрузки и балластировки, включая промежуточные стадии операций с жидкостями. При всех условиях предполагается наличие свободной поверхности жидкости в балластных танках.

В порту исправленная начальная метацентрическая высота должна быть не менее 0,15 м.

В море:

- .1 исправленная начальная метацентрическая высота должна быть не менее 0,15 м;
- .2 диаграмма статической остойчивости должна соответствовать требованиям 2.2.1. [3].

При выполнении расчетов остойчивости предполагается, что каждый грузовой танк загружен до уровня, при котором сумма момента объема груза относительно основной плоскости и момента инерции свободной поверхности при крене 0^0 достигает максимального значения. Плотность груза должна соответствовать грузоподъемности, при которой возвышение поперечного метацентра над основной плоскостью достигает минимального значения при 100% запасов и с балластом, равным 1 % вместимости всех балластных танков. В расчетах должно приниматься максимальное значение момента инерции свободной поверхности жидкости во всех балластных танках. При расчете начальной метацентрической высоты поправка на свободные поверхности жидкостей должна основываться на соответствующих моментах инерции свободных поверхностей при прямом наложении судна. Плечи диаграмм статической остойчивости могут корректироваться на основе действительных поправок на влияние свободных поверхностей жидкостей для каждого угла крена.

В качестве альтернативы допускается выполнить проверку остойчивости при всех возможных комбинациях загрузки грузовых и балластных танков.

При этом предполагается следующее:

- при выполнении расчетов масса, координаты центра тяжести и кренящие моменты от переливания жидкости должны соответствовать действительному содержимому всех цистерн и танков;
- расчеты должны выполняться в соответствии со следующими предположениями:
 - диапазон осадок должен начинаться от осадки судна порожнем и заканчиваться максимально предусмотренной осадкой;
 - должна быть рассмотрена загрузка судна с 97 %, 50 % и 10 % судовых запасов, включающих топливо и пресную воду, но не ограничивающихся только ими;
 - для всех осадок, распределения и количества судовых запасов дедвейт должен включать балласт и груз таким образом, чтобы были рассмотрены все комбинации нагрузки судна в диапазоне между максимальным количеством балласта и минимальным количеством груза и наоборот;
 - во всех случаях перечень заполненных балластных и грузовых танков должен быть выбран таким образом, чтобы было проверено с точки зрения остойчивости наихудшее сочетание аппликаты центра тяжести судна и поправки на влияние свободных поверхностей;
 - эксплуатационные ограничения по числу и перечню танков, одновременно имеющих свободные поверхности, либо их исключение из рассмотрения не допускаются;
 - все балластные танки должны считаться заполненными, по крайней мере, на 1 % от их вместимости;
 - должна быть рассмотрена загрузка грузом, имеющим плотность в диапазоне от минимальной до максимальной из величин, предусмотренных при перевозке;

- при проверке всех комбинаций нагрузки судна интервал изменений параметров должен быть такой, чтобы были проверены наихудшие с точки зрения остойчивости сочетания;
- во время расчетов диапазон варьирования сочетаний распределения и массы груза и балласта между 1 % и 99 % общей вместимости должен быть разбит, как минимум, на двадцать интервалов, следует принимать во внимание, что в окрестности критических значений параметров остойчивости могут потребоваться более мелкие интервалы.

Выполнение этих требований должно обеспечиваться проектными мерами.

Программы системы определения величин остойчивости комбинированных судов могут быть допущены к использованию в случае:

1. одобрения Регистра;
2. содержания перечня грузовых и балластных танков, в которых могут быть, при любых конкретных операциях с жидкостью и в диапазоне возможных плотностей груза, свободные поверхности и при этом указанные выше критерии остойчивости будут выполняться;
3. быть легко понятными для помощника капитана, ответственного за операции с жидкостями;
4. предусматривать возможность планирования последовательности операций с грузом и балластом;
5. позволять сравнивать реальные показатели остойчивости с требуемыми критериями, представленными в графической или табличной формах;
6. не требовать обширных математических расчетов от судоводителя, ответственного за операции с жидкостями;
7. содержать указания в отношении корректирующих действий, которые должны быть предприняты помощником капитана, ответственным за операции с жидкостями, в случае отклонений от рекомендованных значений и в случае аварийных ситуаций;
8. специально выделены в Информации об остойчивости и введены в любую бортовую компьютерную программу, с помощью которой выполняются расчеты остойчивости.

При определении поправки на влияние свободных поверхностей жидкостей следует одновременно учитывать максимально возможную поправку во всех грузовых танках, цистернах запасов и балластных цистернах.

При оценке состояния судна следует учитывать гидрометеоусловия акватории (скорость ветра, высота волн, приливо-отливные колебания, течения, район плавания, прогноз погоды), технические возможности судна.

Система должна делать заблаговременную оценку об остойчивости, посадке, непотопляемости судна, степени обеспечения остойчивости и непотопляемости в конкретном рейсе и прежде всего выявление и фиксирование одиночных отсеков, а также пар смежных отсеков, при затоплении которых в данном рейсе непотопляемость не будет обеспечена.

Система должна выдавать давать оптимальные рекомендации по наиболее оптимальной загрузке (выгрузке) каждого танка (помещения) и судна в целом,

исходя из особенностей груза. При этом должны решаться задачи определения оптимальных величин загрузки, посадки, остойчивости и прочности, как по информации о грузе, так и по фактическому состоянию судна, в любой момент погрузки (выгрузки), с автоматической обработкой информации от датчиков осадок, уровней в танках или в грузовых помещениях. При этом в конце погрузки должен быть выход на заданную посадку

Система должна выдавать данные по составлению и оптимизации грузовых планов с учетом особенностей и категорий опасности различных типов грузов, проверке соответствия классификационных и международных нормативных требований, ведению грузовой книги и подготовки официальных грузовых документов, расчеты непотопляемости и аварийной остойчивости.

Система должна рекомендовать автоматическое размещение грузов в грузовых танках (помещениях), допускающее (при необходимости) промежуточную ручную корректировку, сортировку грузов и создание приоритетной очереди на погрузку по некоторым параметрам (номер коносамента, вес, габариты грузов)

Система должна вести постоянный контроль состояния для каждого грузового танка (помещения) (занятый объем, процент свободного танка, погруженный вес, вес оставшийся для погрузки, состояние груза).

Система должна вести постоянный контроль состояния судна (посадка, остойчивость, прочность) на любом этапе погрузки. В любой момент времени информация о величинах остойчивости, осадке, запасе плавучести судна должна отражаться на экранах мониторов, электронных досках, планшетах и т.д. и распечатываться при необходимости.

Система должна определять и рекомендовать безопасный и экономически рациональный режим плавания судна в нормальных условиях и при штурме:

- выбор скорости, курса и дифферента для безопасного управления судном в фактических условиях ветра и волн, различных по интенсивности и направлению,
- контроль безопасных условий плавания с учетом потери скорости судна, усиленной качки, бортового и днищевого слеминга, залиивания палубы, оголения гребного винта, чрезмерных ускорений и, в особенности, снижения остойчивости на попутном волнении.

Система должна моментально определять причины изменения крена, дифферента, уменьшения остойчивости, запаса плавучести, изменение осадки. Она должна отражать эту информацию наглядно и сигнализировать об этом.

При этом система должна учитывать:

- требования ИМО по безопасности мореплавания и предотвращению загрязнения морской среды с судов;
- конструктивные особенности судна (габариты судна и габариты трюмов и помещений), индивидуальные мореходные качества судна, парусность, размеры циркуляции при различных скоростях хода (для учета крена);
- перекладку руля, чтобы они не приводили к значительным кренящим моментам и не изменяли положение судна по крену;

- наличие и расход эксплуатационных материалов судна (топливо, вода, балластные воды, провизия и т.д.);
- энергоэффективность судна;
- гидрометеорологические условия плавания.

Выдавать рекомендации по спрямлению судна (уменьшению крена и дифферента), улучшению остойчивости, увеличению запаса плавучести в обычной обстановке и при аварийных ситуациях.

При этом система должна учитывать:

- если применяют контрзатопление и осушение танков, надо выбирать для этого танки с наименьшим объемом, максимально удаленные от диаметральной плоскости судна и как можно ниже расположенные;
- до начала спрямления судна надо предварительно прекратить перетекание груза на накрененный борт;
- до начала осушения затопленных отсеков удалить фильтрационную воду из смежных с ними отсеков;
- если у аварийного судна оказались затопленными внутренние помещения, то начинать удаление воды с наиболее высоко расположенных и широких помещений, где есть свободные поверхности;
- при невозможности откачать воду из этих помещений ее можно спустить в нижние, если они не шире затопленных верхних;

спрямление следует прекращать при уменьшении крена приблизительно до 5° , чтобы предотвратить возможное переваливание судна на другой борт с ухудшением его первоначального состояния.

Продольное спрямление аварийного судна должно производиться только в исключительных случаях, а именно: для обеспечения хода и управляемости судна, а также, если дифферент непрерывно возрастает и имеется опасность погружения открытых частей палубы в воду, оголения винтов и руля. При продольном спрямлении необходимо вести наблюдение за креном, не допуская его увеличения.

В любом случае система должна определять и сигнализировать заблаговременно о приближении критических величин остойчивости, минимального запаса плавучести, превышения нормы осадки судна для данного случая загрузки судна.

При плавании судна с постоянным креном, оставшимся после спрямления, система должна учитывать и выдать рекомендации по:

- перекрытию магистралей, сообщающихся танков (цистерн), расположенных по разным бортам и в разных отсеках;
- расходованию жидких грузов только из танков (цистерн) накрененного борта;
- предотвращению оголения приемников воды, топлива и масла, снижению уровня жидкости в танках (цистернах) до опасного предела;
- наблюдению за уровнем воды в работающих котлах, не допуская оголения трубок и попадания воды в паровые магистрали;

- наблюдению за насосами, в которых приемники забортной воды расположены близко к ватерлинии.

В аварийных ситуациях, когда значения параметров остойчивости и непотопляемости предельно допустимы и данная ситуация прогрессирует, а изменить ее не представляется возможным, должна быть предусмотрена сигнализация для принятия решения об оставлении судна.

Система должна выдавать рекомендации по прекращению или ограничению (задержанию) распространения воды по судну, а так же порядок откачивания воды с учетом важности и приоритетности помещений и отсеков судна. Определять количество забортной воды, принятой внутрь корпуса судна, и оценивать сохранившийся запас плавучести. Контролировать аварийные отсеки.

Выдавать рекомендации для выбора оптимальной скорости и курса судна, исходя из допустимых районов плавания, гидрометеорологических условий и коэффициента энергоэффективности судна. Рекомендации должны быть такими, что при их выполнении судно наверняка оказалось бы в зоне наиболее благоприятных условий по качке, избегало приема больших масс воды на палубу и сильных ударов волн о корпус, защитило бы его корпус от повреждений. При необходимости в критических ситуациях система должна рекомендовать направить судно к ближайшему порту-убежищу или под защиту берега.

Выдавать рекомендации для операций по балластировке судна.

Система должна заранее просчитывать варианты балластировки судна и поправки к поперечной метацентрической высоте на свободные поверхности по каждому танку, и оценить последствия и выдать рекомендации.

При этом система должна учитывать:

- нельзя устранять крен перекачиванием жидких грузов из танков одного борта в танки другого борта, если у судна небольшой запас остойчивости, так как при этом возникают дополнительные свободные поверхности и остойчивость еще больше уменьшается;
- принимать забортную воду в балластные танки надо поочередно, начиная с тех, в которых влияние свободной поверхности на остойчивость будет наименьшим;
- до приема балласта по возможности надо осушить или запрессовать те танки, где уже есть свободные поверхности;
- принимать балласт надо как можно быстрее, максимально используя производительность насосов;
- в целях предотвращения повреждений палубы, необходимо тщательно контролировать прием балласта на заключительном этапе;
- начав прием балласта, нельзя его останавливать до полной запрессовки танка, даже если судно после начала балластировки увеличит крен.

Выводы.

В статье сделана попытка систематизировать задачи стоящие перед вопросом полной компьютеризации вопросов расчета остойчивости судов, запаса плавучести, их оптимальной загрузки, и т.д. В статье учтена малая часть всех

факторов обеспечивающих безопасное мореплавание в частности вопросов остойчивости, но в тоже время показана вся сложность процесса их компьютеризации.

Использование компьютеризированных систем дает большие возможности и в значительной мере упрощает процесс расчетов, а в случае разработки всеобъемлющей компьютеризированной автоматической системы и ее программного обеспечения по определению всех основных элементов остойчивости, посадки, непотопляемости вообще исключает ручной расчёт. При этом информация будет выдаваться мгновенно, что положительно скажется на быстром принятии решений, а в общем случае на безопасности мореплавания и обеспечения защиты окружающей среды от загрязнения с судов.

Главное, чтобы в этой ситуации не происходил "эффект передоверия прибору". Имеется в виду, что человек, использующий вычислительную технику, должен сам в совершенстве владеть теми вопросами, которые он пытается решить с помощью высоких технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способы и приборы контроля и регулирования остойчивости судна.
<http://moryak.biz/>
2. Международный кодекс остойчивости судов в неповрежденном состоянии 2008 года (Кодекс ОНС 2008 года) (Одобрен Резолюцией MSC.267(85) (с изменениями на 5 июня 2015 года)
3. НД № 2-020101-087 Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. Часть IV остойчивость. Санкт-Петербург. 2016 г.
4. Конвенция по предупреждению загрязнения с судов от 1973г., измененная Протоколом от 1978г и Протоколом 1997г. (далее МАРПОЛ-73/78).
5. Перечисленные в статье документы 55-я сессия Подкомитета по остойчивости, грузовой марке и безопасности рыболовных судов (SLF-55), 65-й сессии Комитета ИМО по защите морской среды (КЗМС) (13-17 мая 2013 г.) и 92-й сессии Комитета безопасности на море (КБМ) (12-21 июня 2013 г.).
6. <http://www.rus-shipping.ru/ru/>

УДК 614.8.026.1:005; 330.341.1

Приходько Е.А., Даниленко Д.В.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Правовые условия интеграции менеджмента риска в системы управления охраной труда на предприятиях морского транспорта

Актуальность исследований. Современные условия ориентации Украины на интеграцию в мировые социально-экономические системы и повышение конкурентоспособности невозможны без учета методологии менеджмента риска реального сектора и тенденций устойчивого социально-экономического раз-

вития. Большое количество вопросов совершенствования процесса интеграции менеджмента риска, начинается с правовых инструментов регулирования и управления деятельностью. Для оптимизации процесса интеграции в мировые системы менеджмента, в данный период, целесообразно, провести анализ условий для внедрения наиболее эффективных и целесообразных изменений в системы управления деятельностью предприятий, наиболее конвергентных с международными менеджментами. Одной из отраслей, в значительной мере, ориентированных на международные правовые системы, является отрасль речного и морского транспорта.

Постановка задач исследования. Самая большая сложность в применении унифицированных методов оценки рисков – получение исходных данных для расчетов – статистических, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических и др. Данные для построения системы регулирования, для расчетов оценочных параметров производственной среды, должны отображать характеристики производства и учитывать интересы целевых потребителей этой информации. Для внедрение современных систем менеджмента нужны четкие методы сбора и обработки информации, специалисты, владеющие этими методами и интегрированные системы регулирования процессов, обеспечивающие максимальный результат.

Пути решения проблемы. Для определения параметрических показателей риска, необходимо обеспечить, в соответствии системам стандартов, рядность факторов, их определятели и достоверность и объективность данных, которые интегрируются в системы менеджмента. Для развития системы менеджмента риска могут применяться уже существующие системы стандартизации, которые соответствуют современным условиям формирования факторов риска и требованиям поиска методов понижения. Критерии достоверности и соответствия, формы отчетности и протоколы мониторинга. Определение общих правовых регламентов, стратегий управления и протоколов операций для обеспечения поставленных задач.

Результаты исследований. Методология анализа показателей для формализации оценок безопасности, развивается в направлении уточнения значимых характеристик и возможности встраивания в уже существующие программные системы. Результаты систематизации факторов опасности для судовых работ, анализ причин и условий их воздействия показывают, что они позволяют объективно оценить риск и предпринять необходимые меры для обеспечения безопасности моряков.

Выходы. Условия для имплементации уже созданы правовым полем законодательством Украины и многолетним опытом управления охраной труда на предприятиях Украины. Для адаптации международных систем управления рисками, нами применяются действующие стандарты и рекомендации для предприятий, коррелируют с производственными задачами. Особенностью комплексного подхода к интродукции менеджмента рисков, является факториальный подход к оценкам стартового состояния объекта и построение системы

управления в динамики развития с вектором развития безопасности без потери эффективности работы предприятия.

Ключевые слова: интеграция, менеджмент риска, имплементация, интродукция, фактор риска, анализ условий, безопасность труда.

Любая экономическая деятельность человека предполагает наличие определенного баланса между риском и выгодой, когда, в зависимости от характера этой деятельности, степень риска может варьировать от простого материально-ущерба до вреда здоровью и даже гибели людей. Важную роль в процессе управления риском, который включает: выявление рисков, анализ их потенциальной опасности и методы контроля, сценарии работ повышенной опасности. Контроль означает преодоление риска путем отказа, например, пересмотр плана работ или даже отказ от них, на основании невозможности обеспечить безопасность их проведения.

Концепция систем менеджмента охраны труда на основе управления рисками получила широкое развитие во всем мире. В государствах - членах ЕС требования по введению оценки профессиональных рисков обязательные и отражены в директиве Европейского Союза 89/391/EEC. Статья 6.2 этой директивы рассматривает следующие основные принципы превентивности (профилактики):

- избегать рисков;
- оценить риски, которых не избежать;
- бороться с рисками в их зародыше;
- приспособить работу в соответствии со способностями человека (учитывать требования по оформлению рабочего места, при выборе орудий труда, методов и способов работы, чтобы уменьшить монотонность и аритмию работы);
- приспособить технику к человеку;
- заменить опасное - безопасным;
- развивать общую превентивную политику;
- доводить до рабочих соответствующую информацию о рисках и их влиянии на здоровье;
- оказывать предпочтение индивидуальным средствам защиты перед коллективными..

Также в ЕС принятые директивы о безопасности труда на рабочих местах (89/654/EEC, 89/655/EEC, 89/656/EEC, 90/269/EEC, 90/270/EEC, 1999/92 EC и др.) и о защите работников от химических, физических и биологических рисков, канцерогенов и мутагенов (98/24/EC, 2000/54/EC, 2002/44/EC, 2003/10 EC, 2004/40 EC, 2004/37 EC и др.).

В Украине был разработан национальный стандарт ДСТУ-П OHSAS 18001:2006 «Системи управління безпекою та гігіеною праці. Вимоги» на основе спецификации OHSAS 18001:1999, IDT, который действовала в статусе пробного с 1 июля 2007 г. С 1 января 2011 г., действует ДСТУ OHSAS 18001:2010 «Системи управління гігіеною та безпекою праці. Вимоги».

Развитие и внедрение в практику предприятий требований OHSAS 18001 в Украине определяется условиями международных тендеров, в которых предприятие планирует участвовать, требованиями инвесторов, партнеров по бизнесу, потребителей и государства. Постановлением Кабинета Министров Украины от 1 марта 2006 г. № 229 была утверждена Государственная программа стандартизации на 2006 - 2010 годы, цель которой - обеспечение развития национальной системы стандартизации, ее соответствие требованиям Соглашения об устранении технических барьеров в торговле. В соответствии с этой программой Министерство промышленной политики Украины приказом от 30.09.2008 г № 615 утвердило «Галузеву програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища», в которой в п. 6.6 предусмотрен пересмотр системы управления охраной труда для предприятий Минпромполитики с 2008 г. с учетом современных требований, регламентированных ДСТУ OHSAS 18001. О необходимости внедрения международных стандартов серии OHSAS 18000 подчеркивалось в Указе Президента Украины № 590/2008 от 26 июня 2008 г. («Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16 травня 2008 року «Про стан функціонування єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру»: Кабінету Міністрів України вжити заходів щодо впровадження міжнародних стандартів серії ОНБАБ 18000 «Системи управління професійною безпекою та здоров'ям»). В 2010 г. Верховная Рада провела парламентские слушания на тему «О состоянии промышленной безопасности и охраны труда» (постанова Верховної Ради «Про проведення парламентських слухань на тему «Про стан промислової безпеки та охорони праці» от 15 06.2010 г. № 2321-VI, на которых рассматривался вопрос о необходимости обучения руководителей и специалистов и широкого внедрения стандарта ДСТУ OHSAS 18001 на украинских предприятиях.

Одним из важнейших требований ILO - OSH 2001 и OHSAS 18001 является требование по идентификации опасностей и оценке профессиональных рисков для работников. В разделе 4 «Требования к системе менеджмента гигиены и безопасности труда», в подразделе 4.3 «Планирование» стандарта BS OHSAS 18001:2007 есть п. 4.3.1 «Идентификация опасностей, оценка рисков и определение мер управления». Как видим, и здесь без оценки управления рисками не обошлось. Назначением стандарта OHSAS 18001 является разработка системы менеджмента OHSAS для исключения или минимизации рисков для персонала или других заинтересованных сторон, которые могут подвергаться опасностям в сфере действия OHSAS, связанным с осуществляемыми организацией видами производственной деятельности.

Внедрение требований стандарта BS OHSAS 18001:2007 позволяет создавать системы менеджмента по охране труда с важным механизмом профилактики - управлением рисками.

ISO 31 000 Риск-менеджмент (PAS 99:2006 Спецификация общих требований системы менеджмента как структура для интеграции):

ISO 14001 Экология

OHSAS 18001 Промышленная безопасность

В соответствии с Законом Украины «Об охране труда» работодатель обязан обеспечивать безопасные условия труда каждому из своих работников. А работники, в свою очередь, обязаны заботиться не только о личной безопасности и здоровье, но и о безопасности и здоровье окружающих людей, знать и выполнять требования нормативно-правовых актов по охране труда, правила обращения со средствами производства и многое другое.

Охрана труда на предприятии и связанные с ней отношения регулируются:

1) многочисленными национальными законодательно-правовыми актами, главными из которых, безусловно, являются **Кодекс законов о труде и Закон Украины «Об охране труда»;**

2) рекомендациями и конвенциями МОТ по безопасности и гигиене труда, участницей которых является Украина.

Согласно ст. 1 «Об охране труда» **охрана труда** — это система правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни, здоровья и трудоспособности человека в процессе трудовой деятельности.

Управление охраной труда, контроль безопасного выполнения работ на предприятии осуществляется специально созданной **Службой охраны труда** (СОТ), количественный состав, обязанности и права которой определяются ст.15 Закона «Об охране труда» и Типовым положением. Служба охраны труда подчиняется непосредственно руководителю предприятия (работодателю).

Конвенции, которые касаются деятельности морского и речного транспорта Украины:

SOLAS (Международная конвенция по безопасности жизни в море, 1974) перечисляет список необходимых минимальных стандартов для безопасного строительства судов, основного оборудования для безопасности (защита от пожара, навигация, спасательные средства и радио), которые необходимы на борту.

MARPOL (Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов, 1973/ 1978) содержит требования по предотвращению загрязнений, которые могут быть повлечены случайностями и ежедневной деятельностью судна.

COLREG (Конвенция по международным правилам по предотвращению столкновений в море, 1972) описывает «правила движения», такие как право прохода и действия по предотвращению столкновений.

ISPS (Международный код безопасности судна и порта, 2002) включает в себя необходимые требования по безопасности судов и портового оборудования.

ISM (Международный код по безопасному управлению, 1993) требует от судоходной компаний наличие лицензии на работу. Компании и их суда должны проходить регулярные проверки, чтобы убедиться, что система безопасно-

сти существует, включая достаточные процедуры и связь между судном и его руководством на берегу.

Конвенции, которые касаются работы моряков

STCW (Международная конвенция по стандартам обучения, сертификации и несения вахты для моряков, 1978/ 1995) устанавливает единые стандарты знаний для моряков.

ILO 147 (Конвенция по торговому судоходству ILO, 1976) требует от правительства стран наличия эффективного законодательства по вопросам труда, таким как часы работы, медицинская годность и рабочие условия для моряков. Она была замещена конвенцией **MLC 2006** (Конвенция по морскому труду ILO, 2006).

Особое внимание к экологической безопасности и мероприятиям по устранению аварийных ситуаций.

Ответственная эксплуатация судов, компаний, главной целью должны видеть обеспечение безопасности человека, защиту окружающей среды, сохранность судов и груза и пассажиров

Любые аварии могут быть предотвращены и безопасность людей может быть обеспечена только благодаря высокой квалификации, постоянной готовности персонала, умелому управлению на всех уровнях компании и надлежащему техническому обслуживанию.

Для достижения целей необходимо:

1. эксплуатировать суда с обеспечением надлежащих мер безопасности, при безусловном выполнении обязательных норм и правил;

2. принимать все необходимые меры для защиты персонала, пассажиров и окружающей среды от возможных опасностей.

3. уделять постоянное внимание повышению квалификации и готовности берегового и судового персонала к действиям в аварийных ситуациях;

4. уделять постоянное внимание разработке и внедрению в организации (в береговых подразделениях и на судах) системы управления безопасной эксплуатацией судов и ее совершенствованию;

5. оценивать все идентифицированные риски, связанные с судами, персоналом и окружающей средой, и организовывать соответствующую защиту от них.

Разработка методов управления рисками и, в конечном итоге безопасностью жизнедеятельности, основана на систематизации факторов, формирующих условия любой деятельности. Систематизация определяет необходимые и достаточные элементы системы безопасности, также возможности мониторинга динамических изменений состояний системы при изменении условий.

Системы производств и факторов риска – многокомпонентны и, очевидно необходимо их деференциация, но методы оценки и нормирование параметров, должны создавать условия для комплексной оценки макро и микро систем. Задача состоит в выборе критериев для унификации оценочных параметров и алгоритмов развития.

Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения (ISM Code), представляющий собой главу 9

Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (SOLAS-74), требует, чтобы субъекты хозяйствования, отвечающие за эксплуатацию судов, определили своей целью "*оценку всех выявленных рисков для своих судов, персонала и окружающей среды и создание соответствующей защиты*". Это требование вступило в силу в соответствии с резолюцией Международной морской организации (IMO) MSC.273(85) с 01.07.2010.

В свою очередь, резолюция IMO A.1022(26) предписывает, чтобы вышеуказанное требование нашло отражение в системах управления безопасностью (СУБ), а администрации государств контролировали его выполнение.

Условием интеграции в общие, системы управления безопасностью предприятий Украины, есть внедрение оценочных критериев и методов управления, хорошо зарекомендовавших себя в IMO.

Условия для имплементации уже созданы правовым полем законодательством Украины и многолетним опытом управления охраной труда на предприятиях Украины. Для адаптации международных систем управления рисками, нами применяются действующие стандарты и рекомендации для предприятий, коррелируют с производственными задачами. Особенностью комплексного подхода к интродукции менеджмента рисков, является факториальный подход к оценкам стартового состояния объекта и построение системы управления в динамики развития с вектором развития безопасности без потери эффективности работы предприятия.

На примере использования систем менеджмента риска для определение условий рисков страхования предприятий, как наиболее тесно связанной с экономическими результатами деятельности предприятия.

Стоимость услуг, оказываемых страховщиком страхователю, определяется с помощью актуарных расчетов (англ. actuarial, лат. actuarius – скорописец, счетовод).

Актуарные расчеты – это система статистических и экономико – математических методов расчета тарифных ставок и определения финансовых взаимоотношений страховщика и страхователя.

Форма, по которой производится расчет себестоимости и стоимости услуг, оказываемых страховщиком страхователю, называется **актуарной калькуляцией**.

Задачами актуарных расчетов являются:

Изучение рисков в рамках страховой совокупности; определение вероятности наступления страхового случая, частоты и степени тяжести ущерба, обоснование необходимых резервных фондов страховщика и источников их формирования; исследование нормы вложения капитала (процентной ставки) и определение зависимости между процентной ставкой и величиной брутто – ставки.

Актуарные расчеты классифицируют по отраслям страхования, по временному признаку, по иерархическому признаку.

По отраслям страхования актуарные расчеты подразделяются на расчеты по личному, имущественному страхованию и страхованию ответственности.

По временному признаку актуарные расчеты делятся на отчетные (которые производятся по уже совершенным операциям страховщика, т.е. по имеющимся отчетным данным) и плановые (которые производятся при введении нового вида страхования, по которому отсутствуют какие – либо достоверные наблюдения риска).

По иерархическому признаку актуарные расчеты могут быть общими для всей территории Украины; региональными, т.е. произведенными для отдельных регионов (область, край, город, район), и индивидуальными, выполненными для конкретного страхового общества.

При актуарных расчетах используются показатели страховой статистики, представляющей собой систематическое изучение наиболее массовых и типичных страховых операций на основе статистических методов обработки показателей страхового дела.

Основными показателями страховой статистики являются следующее:

n – число объектов страхования;

L – число страховых событий;

m – число пострадавших объектов в результате страхового случая;

P – сумма собранных страховых взносов;

B – сумма выплаченного страхового возмещения;

C – страховая сумма всех объектов страхования;

C_m – страховая сумма, приходящаяся на поврежденный объект страховой совокупности.

Для практических целей страхования применяется анализ указанных выше показателей.

В процессе анализа рассчитывают следующие показатели:

частота страховых событий. Коэффициент кумуляции риска, коэффициент убыточности, средняя страховая сумма на один объект страхования, средняя сумма на один пострадавший объект, тяжесть риска, убыточность страховой суммы, норма убыточности, частота ущерба, тяжесть ущерба.

Частота страховых событий ($Ч_c$) характеризуется количеством страховых событий в расчете на один объект страхования

$$Ч_c = \frac{L}{n} ,$$

$Ч_c < 1$ означает, что одно страховое событие повлекло за собой несколько страховых случаев.

Коэффициент кумуляции (лат. *cumulatio* – увеличение, скопление) риска или опустошительность страхового события (K_k), представляет собой отношение числа пострадавших объектов к числу страховых событий.

Финансовые риски безопасности, которые принимает на себя страховая компания или которым подвергается работодатель, напрямую связаны с уровнем менеджмента в компании и рисками, которые принимаются или несутся субъектами воздействия, как социальными, так и природными субъектами.

Уровень риска, связанного с каждой операцией постоянно меняется. Это происходит потому, что в динамичном окружении, где условия постоянно меняются, меняются и методы управления рисками.

Управление производственными рисками должно удовлетворять двум требованиям: отвечать общей рисковой политике компании, ориентированной на оценку общего риска, и способствовать целям специальной рисковой политики отрасли, в рамках которой оцениваются показатели соответствия международным требованиям безопасности.

Так как основную часть профиля безопасности, составляют факторы риска производственной среды. Этот профиль, относящийся к этим операциям, имеет особенно важное значение. Профиль безопасности важен, для выработки методов нейтрализации и определения ответственности за выполнение действий участниками событий.

Управление рисками является основным в любой деятельности. Под управлением производственными рисками понимается способность аналитика, во-первых, верно оценить величину риска, которую компания может на себя взять, во-вторых, верно оценивать в любой момент величину взятого на себя риска, и, в-третьих, поддерживать величину принятого риска на запланированном уровне, а также при необходимости изменять его величину.

Существуют следующие ключевые задачи управления рисками:

- формирование безопасных условий производства;
- хорошее, оптимальное управление процессами;
- эффективный контроль за рисками;
- наличие высококвалифицированного персонала.

Хозяйственная деятельность может рассматриваться как успешная, только при условии, когда принимаемые ею риски разумны, контролируемые и находятся в пределах их допустимости. Когда находится оптимальное соотношение между прибылью и возможными ущербами.

Условия для имплементации уже созданы правовым полем законодательством Украины и многолетним опытом управления охраной труда на предприятиях Украины. Для адаптации международных систем управления рисками, нами применяются действующие стандарты и рекомендации для предприятий, коррелируют с производственными задачами. Особенностью комплексного подхода к интродукции менеджмента рисков, является факториальный подход к оценкам стартового состояния объекта и построение системы управления в динамики развития с вектором развития безопасности без потери эффективности работы предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ИСТОЧНИКОВ

1. ИСО 9005:2005 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»
2. ИСО 9001:2000 «Системы менеджмента качества. Требования»
3. ИСО 14001:2004 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по их применению»

4. ИСО 19011:2002 «Руководящие указания по проведению аудитов систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента»
5. <http://edu.trudcontrol.ru/~3m/item/zustapw8>
6. Микитюк П.П. Інноваційний менеджмент: Навчальний посібник. - Тернопіль: Економічна думка, 2006. - 295 с.

УДК 62-185

Розлуцький О.М.

Національний університет «Одесська морська академія»

Вдосконалення суднових енергетичних установок

Займаючись вирішенням проблеми зменшення негативного впливу суднових енергетичних установок на навколишнє середовище в процесі зміни режимів роботи, в основі яких застосовані ендотермічні двигуни, все частіше відвідує думка про те, чи варто, витрачати час і ресурси на вдосконалення «монстрів» пожираючих вуглеводневе паливо? І ось чому.

Відкинемо убік людський фактор. Як показує статистика, відмови двигунів, а з цим посперечатися досить важко, відбуваються в процесі зміни навантажень на них. Це відбувається у всіх технічних областях, де використовуються двигуни внутрішнього згоряння. Будь-яка техніка, повторюю - будь-яка, хочемо ми цього чи ні, найчастіше, виходить з ладу при зміні режимів роботи (включення, виключення, збільшення навантаження, зменшення навантаження і т.п.). Це закони фізики. Мільйони прикладів доводять це. І нікуди людство від цього не дінеться. Один такий приклад, і цього повинно бути достатньо - Чорнобильська АЕС. (До чого довели навантажувальні випробування?)

Удосконалюючи конструкцію вже існуючих двигунів, намагаючись збільшити їх технічну надійність, посилюючи вимоги до обслуговуючого персоналу, ми не доб'ємося істотних результатів додатковими інструкціями, чек-листами, посиленням контролю за процедурами, завдання таким чином не вирішити. Будемо і далі витрачати час та кошти, намагаючись хоч на трохи збільшити ККД, знизити вплив на навколишнє середовище, зменшити кількість аварійних випадків.

З екологічної точки зору, з якою сторони не підійдеш до цього питання, то майже людині, не присвяченої в тонкощі процесу перетворення потенційної енергії палива в кінетичну енергію роботи рушія об'єкта, зрозуміло, що при зміні режиму роботи двигуна ми ніяк не «озонуємо» навколишнє середовище, а зовсім навпаки - забруднюємо його. Чого варто тільки споглядання вихлопу ДВЗ в момент його запуску або різкої зміни навантаження?... А також в процесі роботи СЕУ беруть безпосередню участь і так само відчувають навантаження, безліч різних систем, вихід з ладу яких теж становить небезпеку для навколишнього середовища, судна і екіпажу.

Що стосується судноплавства, що хотілося б зауважити, - при відсутності форс-мажорних обставин, при грамотно спланованому рейсі, навряд чи посеред

моря-океану виникне необхідність форсувати роботу СЕУ або навпаки. Як правило, така необхідність виникає при входженні судна в зону інтенсивного судноплавства, територіальні води, вузькості, порти і т.п. Ось саме в ці моменти СЕУ становлять найбільшу небезпеку для екології, судна і екіпажу, а по суті, для всього навколо. Просунуті уми, в авангарді з IMO розуміючи цю проблему і намагаючись її вирішити, придумали Додаток VI до МАРПОЛ «Запобігання забрудненню атмосфери», в надії уберегти свої особливі зони від двоокису сірки і азоту, наївно думають, що забруднення навколошнього середовища в іншому кінці нашої планети мають їх оминути. Ми всі в одному човні. Проблема глобальна, ось наприклад, - недавня тріщина льодовика в Антарктиді, довжиною понад 400 км...

Щоб вирішити цю проблему, потрібен кардинальний, системний підхід, боротися з глобальним потеплінням потрібно всім миром. В даному випадку необхідний конструктивний підхід, вірніше зміни які повинні привести на новий щабель технічної досконалості світове судноплавство. Велосипед тут винаходить ні до чого. Шляхи вирішення даної проблеми лежать на поверхні. В цьому напрямку давно працюють і досягли успіхів в таких областях як енергетика, автомобілебудування та ін. Комбінація двигуна внутрішнього згоряння та електричного двигуна (гіbridна установка), має ряд переваг які не можна не враховувати. Все одно, людство рано чи пізно до цього підійде, не буде іншого виходу, воно буде змушене економити вуглеводні ресурси, хоче воно цього чи ні. Так, є велике «АЛЕ». Це складність такого роду СЕУ. Так і на це є відповідь. Людство розвивається, наприклад, не так давно, засоби зв'язку були аналоговими, як і телебачення, років 25-30 тому інженери користувалися в розрахунках логарифмічними лінійками, про комп'ютери в автомобілях і мови не йшло ... Та на додому високої якості, економічності, екологічності, зручності, безпеки, мобільності та ін. якостей доводиться ускладнювати техніку. А як інакше? Зате, які переваги ми отримуємо - електричний привід здатний швидко і плавно змінювати швидкість обертання рушія, це стосується і напряму обертання гвинта, що покращує, в кінцевому підсумку, маневреність судна. Так само електро-привод це знижена вібрація і гучність, що позитивно позначається в цілому на конструкції судна, а так само на фізичному стані екіпажу. Дизель генератори в даному випадку працюють на постійних обротах, що значно знижує витрату палива і збільшує ресурс його роботи. І це не обов'язково повинен бути дизель. Як привід для генератора можна використовувати газотурбінні установки, паливні елементи як на підводних човнах, атомні реактори і можливо - сонячні батареї. І це не межа мрій, в майбутньому, можливо вітрогенератори встановлені на судах займуть своє місце в забезпеченні руху.

Ось на створення, яких суден потрібно налаштовувати суднобудівну галузь України. Китай і Корею нам не переплюнути. А ексклюзив подібного роду може принести користь і відродження Українського кораблебудування.

Деякі зарубіжні виробники вже, не втрачаючи часу даремно, посилено працюють у даному напрямку, прикладом яких може послужити Trasmissioni Industriali, відомий італійський виробник, який виробляє продукцію під маркою

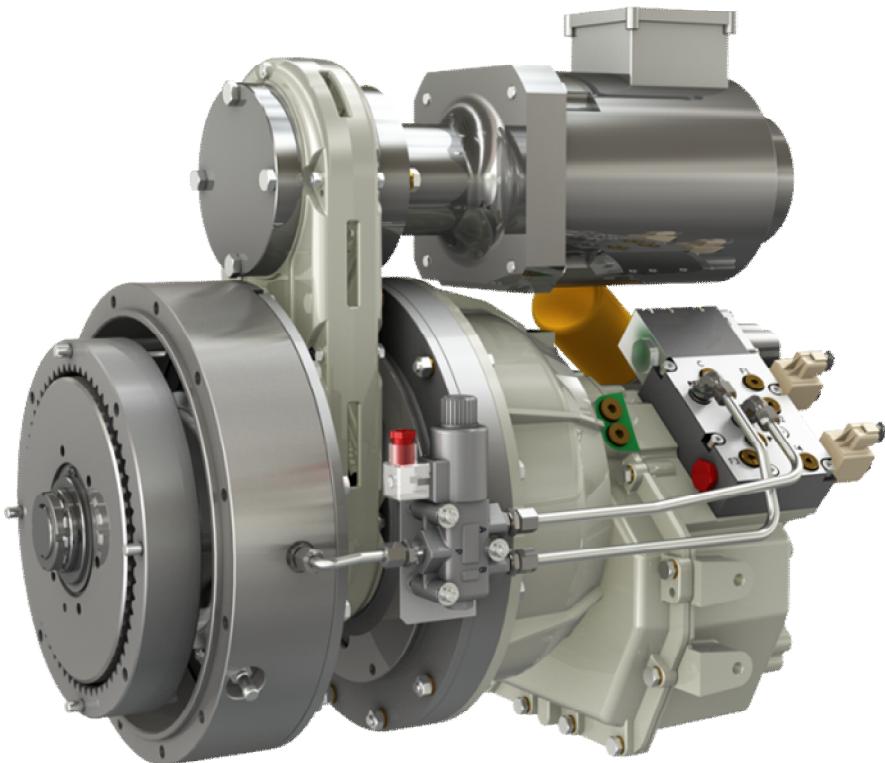
«TRANSFLUID», вже випустив на ринок судновий гібридний модуль не великий потужності, призначений для суден не великої тоннажності, який являє собою сукупність наступних виробів:

- багатодискове зчеплення SAE для включення і виключення двигуна внутрішнього згоряння;
- соленоїдний клапан для управління зчепленням;
- розподільник крутного моменту з коробкою відбору потужності SAE;
- електрична машина (макс. 35 кВт або 47 к.с.) з постійними магнітами, що виконує функцію двигуна і генератора;
- судновий реверсивний механізм Powershift з пружною муфтою RBD;
- електричний перемикач з вбудованою системою "Soft-Shift".

Гібридний модуль дозволяє пересуватися на нормальній крейсерської швидкості з традиційним ендотермічним двигуном, а також використовувати судно в особливих зонах, забезпечуючи при цьому нульові шкідливі викиди в атмосферу, і в портах або акваторіях, детиша і обмежене забруднення грають дуже важливу роль, а під час стоянки на якорі немає необхідності залишати двигун включеним для використання бортового обладнання. Це дозволяє зберегти спокійну навколошню атмосферу.

Гібридний модуль здатний забезпечити різні режими експлуатації: в електричному режимі можна пересуватися на низькій швидкості без викидів, а в дизельному режимі під час руху повністю використовується потенціал теплового двигуна. При цьому можна активувати або навпаки вимкнути функцію зарядки акумуляторних батарей простим натисканням кнопки на приладовій панелі. Опція Booster дозволяє додати до потужності, генерованої тепловим двигуном, потужність електричного двигуна не тільки на максимальній потужності, а й, перш за все, на переходній стадії, коли можна оптимізувати режим обертання ендотермічного двигуна, використовуючи електричний двигун для незначного прискорення або зміни швидкості.

Таку систему можна використовувати як для реалізації нових моделей суден, так і для перетворення існуючих моделей, що дозволяє отримати сучасне і екологічне судно, не замінюючи його новим. Крім того, це рішення підійде для різного транспорту, де важливий комфорт і не потрібна гранична швидкість: прогулянкові катери, судна для перевезення вантажів і пасажирів, для річкового туризму, риболовлі, рятувальні катери, то що. Це рішення буде набувати все більшого значення, коли буде потрібно пересуватися в охоронюваних зонах або дотримуватися суверої вимоги в галузі охорони природи і навколошнього середовища. Компактність таких систем дозволяє використовувати їх також в численних видах транспорту, а їх гнучкість робить кожне судно єдиним у своєму роді і забезпечить значну економію палива (не нижче 15%) при русі з тепловим двигуном, а також дозволить подорожувати в умовах абсолютноного комфорту, не викликаючи шумового і екологічного забруднення.



ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА:

Інтернет - ресурс: <http://www.transfluid.eu/ru/product/htm700/>

УДК 62-185

Басанец Н.Г.

Национальный университет «Одесская морская академия»

«Человеческий фактор»: психофизические аспекты

Анализ аварий, связанных с действием человеческого фактора, показывает, что они произошли в результате неверно принятых, либо вообще не принятых решений, иными словами, - бездействия...

Чтобы наглядно представить, какая часть (в %) от общего количества столкновений судов в условиях ограниченной видимости произошла из-за недовлетворительного наблюдения и бездействия судоводителей при несении ходовой вахты (психофизический показатель - устойчивость внимания), рассмотрим наиболее характерные из них:

Неудовлетворительное наблюдение:

- опасная цель не была обнаружена - 23,1%;
- опасная цель обнаружена на дистанции 0,2 - 1,0 мили - 28,1%;
- опасная цель обнаружена на дистанции 1,0-3,0

- мили - 20,1%;

Бездействие при своевременном обнаружении:

- не определены элементы движения цели, и не рассчитан маневр уклонения - 16,9%;
- не предпринимались действия для остановки судна - 24,4%;
- при обнаружении цели на дистанции 0,2 -1,0 мили задний ход не давался - 11,0%;

Говоря о причинах неудачного маневра, в частности, изменение курса влево (вправо) при внезапном обнаружении опасной цели на критическом расстоянии справа (слева) по курсу, необходимо отметить, что чаще всего такие действия бывают неосмысленными, предпринятыми под непосредственным влиянием стремительно надвигающейся опасности. Этим же можно объяснить и промедление с реверсированием двигателя на полный задний ход. Способность быстро оценить обстановку и предпринять наиболее правильные для данных чрезвычайных условий действия относится, в значительной мере, к индивидуальным качествам и психологическому состоянию человека.

В результате анализа специалистов, определены 10 основных человеческих ошибок, связанных с авариями или созданием аварийных ситуаций, а именно:

решение, принятое на основании недостаточно полной информации;

решение, не совместимое с благоразумным судоходством;

недостаточные общетехнические знания. Эта причина привела к 35% морских аварий;

недостаточные знания операций своего судна, оборудования и управления;

плохие стандарты, правила, политика судовладельца. Опасность такого рода возникает вследствие отсутствия точных письменных эксплуатационных процедур на борту судна, а также давления со стороны судовладельца по выполнению графиков рейса;

неудовлетворительная связь или координация действий. Около 70% крупных аварий случалось, когда одним или обоими столкнувшимися судами управляли лоцмана.

невнимательность, вызванная усталостью и перегрузкой оператора.

плохая эргономика. Отсутствие стандартизаций в оборудовании, которое изготавливают разные производители;

неудовлетворительное техническое обслуживание. Одна из основных причин пожаров и взрывов;

опасность природных условий (течения, ветры, туманы, цунами, ураганы, подводные препятствия).

Причиной всякой аварии судна являются грубые ошибки человека или отказ технических средств. Несмотря на их многообразие, среди всех аварий и аварийных происшествий явно прослеживается тенденция к повторяемости. Это позволяет классифицировать основные типы ошибок по категориям, свойственным поведенческой области: обработка информации, иллюзия, ложная гипотеза, привычки, мотивация, стресс, утомление.

Обработка информации. Принятие решения производится на основании информации, полученной органами чувств, об опасном судне (или судах), данных автоматизированных систем навигации о параметрах их движения, внешних условиях плавания и докладов помощников. А теперь проследим прохождение информации через рецепторы органов чувств и определим, где могут появиться ошибки при ее обработке.

Ощущение. Для того чтобы поступившая информация была воспринята, она должна вызвать реакцию органов чувств, которая происходит не всегда. Это объясняется наличием нижних и верхних порогов абсолютной чувствительности. Каждый вид ощущений имеет свой абсолютный порог (границу чувствительности). Например, человек может слышать звуки лишь в узком диапазоне частот, не обладает чувством скорости, но воспринимает ускорение и т.д.

Восприятие. То, что звуковой или зрительный сигнал передается мозгу, еще не означает однозначного прочтения мозгом этого сообщения. Результат восприятия будет зависеть от характера сигнала, его силы, содержания действия, слова или фразы, используемых в контексте сообщения.

Внимание. Входные сообщения поступают нерегулярно и через разные рецепторы, а канал принятия решения у человека только один. Поэтому, если к мозгу поступает информация от двух источников, то один из них остается без внимания, пока не будет обработан другой. Проверка данной гипотезы на людях, которые утверждают, что могут выполнять два действия одновременно, показывает, что они просто очень быстро переключаются с одного источника информации на другой.

Пока одна информация проходит по каналу принятия решений, другая, поступившая одновременно с первой, вынуждена ждать своей очереди в блоке кратковременной памяти, так что, если принятие решения затягивается, то о ней просто могут забыть. Ограниченнная пропускная способность канала принятия решения означает, что могут возникнуть ситуации, когда, несмотря на нормальное функционирование всех составных частей системы, информации поступает так много, что канал становится перегруженным.

Решение заключается в выборе приоритетной информации. Когда она выбрана из общего потока, человек принимает решение и приступает к его реализации.

Действие. Этот этап является заключительной частью процесса обработки информации и, в некоторых случаях, источником ошибок, связанных с плохим эргономическим решением компоновки органов управления.

Визуальные иллюзии возникают из -за того, что информация, которую человек получает с помощью зрения, мозг интерпретирует неправильно. В результате визуальной иллюзии сигнал накладывается на предыдущий личный опыт, поэтому предметы и расстояния кажутся больше, чем в реальности.

Ложное предположение возникает из - за того, что информация, которую воспринимает мозг, является только малой частью того, что в него поступает. Об остальной информации человек только догадывается, поэтому он принимает

решение на основании догадки. Такое решение встречается в четырех типичных ситуациях:

а) при большой степени уверенности, если какое-либо событие совершается в подобных обстоятельствах в течение длительного времени;

б) когда предположение служит защитой от принятия решения, то человек может игнорировать ценную информацию. Он интерпретирует ее так, чтобы свести всякого рода беспокойства до минимума;

в) когда происходит рассредоточение внимания, человек может игнорировать любую информацию, если он уже выдвинул ложное предположение и сконцентрировал свое внимание на приоритетном, на основании которого он принял решение;

г) после периода сильной концентрации внимания , в так называемом временном расслаблении.

Привычки. Основной закон человеческого поведения, имеющий важное значение, заключается в том, что если оператор часто выполнял определенным образом какие-либо действия в прошлом, то тем более вероятно их выполнение будет аналогичным и в будущем. У человека нет «копии стирания памяти», поэтому всякий раз, когда он должен приспосабливаться к новым условиям и требованиям, необходимо в течение долгого времени искоренять старые, ставшие бесполезными (а может и вредными) привычки.

Мотивация. При расследовании происшествий и реализации решений необходимо учитывать не только способность человека к выполнению той или иной задачи, но и наличие должной мотивации. Главные аспекты мотивации - ее уровень и направление. Уровень мотивации определяется степенью активности центральной нервной системы. Работоспособность человека выше всего при средних уровнях активности. Направление мотивации определяется стремлением отойти от обычного порядка необходимых или предписанных действий и решить, можно или нельзя допустить риск для достижения цели с меньшими затратами.

Стресс определяется воздействием окружающей среды на человека. Различают три вида стресса: физический, определяемый воздействием температуры, вибрации и других вредных факторов среды обитания; физиологический, определяемый бессонницей, расстройством нервной системы, нерегулярным питанием, воздействием наркотического и алкогольного опьянения и др.; психологический страх, социальное давление, прострация и т.п. Воздействие стресса можно значительно уменьшить путем физической подготовки, закаливания и надлежащего чередования работы и отдыха.

Утомление является естественной физиологической реакцией организма на выполняемую работу. Возникновению утомления способствует множество факторов, среди которых можно выделить организационные , физиологические и психические. Поведенческими симптомами утомления является повышенная раздражительность, иррациональное поведение и жалобы на дискомфорт, что приводит к ухудшению способности человека к выполнению стоящих перед ним задач. Различают кратковременное утомление, которое проходит после

своевременного и достаточно продолжительного отдыха; кумулятивное, которое возникает при отсутствии своевременного и достаточно продолжительного отдыха в течение длительного времени, а хроническое утомление и переутомление, приводящие к состоянию, сопровождающемуся различными по степени выраженности функциональными расстройствами, для коррекции которых требуется медицинская помощь.

Известно, что на поведение судоводителя, его способность сосредоточенно вести постоянное наблюдение, особенно в условиях интенсивного судоходства, делать правильные выводы, принимать верные решения, оказывают такие факторы, как:

- длительность рейса;
- индивидуальные особенности темперамента и характера;
- эмоциональная напряженность, переходящая в притупление внимания;
- усталость при длительном плавании в районах интенсивного судоходства, особенно ночью в тумане;
- накопившаяся усталость, переходящая в угнетенность, вызванная напряженной работой без достаточного полноценного отдыха.

Кстати, интересные статистические исследования провели эксперты Германии. Анализируя случаи аварий судов, они установили, что в момент столкновений на ходовом мостике находилось одновременно 3-4 человека. Из этого можно сделать вывод о том, что механическое увеличение количества персон, которые одновременно участвуют в управлении судном, не является достаточным условием для предотвращения аварий.

Для повышения навигационной безопасности необходима постоянная тренировка судоводителей в глазомерном определении расстояния, определение места судна по береговым ориентирам, умении распознавать береговую черту на экране РЛС, отработке навыков в решении задач расхождения с опасными целями на маневренном, ситуационном и зеркальном планшетах, а также твердое знание инерционных и маневренных характеристик своего судна. Итак, только высокая теоретическая подготовка, наличие необходимых практических навыков и выполнение известных правил и приемов управления судном помогут значительно ослабить влияние индивидуальных психофизиологических особенностей судоводителя.

УДК 574.52(265.2)

Коломейченко Г.Ю., Каштаков В.Д

Одесский Национальный Университет им. И.И. Мечникова

Национальный Университет «Одесская Морская Академия»,

Ферментативная активность сестона северо-западной части Черного моря

Проведены исследования по определению ферментативной активности сестона прибрежной и открытой части Черного моря. Изучена активность ката-

зы, щелочной фосфатазы, определен уровень перекисного окисления липидов и содержания белка.

Ключевые слова: ранняя диагностика, загрязнение, каталаза, фосфатаза перекисное окисление липидов, белок, сестон.

ВВЕДЕНИЕ

В биомониторинге водной среды биохимические показатели являются оперативным тестом для оценки состояния пелагиали при воздействии на акватории различных загрязняющих факторов.

Активность фосфатазы при минерализации фосфора [1-4] связана с численностью и биомассой фитопланктона и его физиологическим состоянием [5,6]. Внеклеточные ферменты успешно применяются в анализе степени эвтрофикации водной среды.

Задачей данной работы было получить материал о состоянии отдельных ферментов сестона в акватории Черного моря в прибрежной зоне и в открытых водах.

Для этой цели определялась активность таких ферментов, как каталаза и щелочная фосфатаза. Изучался уровень интенсивности перекисного окисления липидов и содержание белка.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Прежде всего, необходимо было выяснить насколько высока чувствительность использованных биохимических параметров в неразделенном по компонентам сестоне, в более загрязненной зоне в черте г. Одессы и в менее загрязненных - открытых водах на расстоянии 50 км от берега.

При достаточно высокой чувствительности этих биохимических параметров различия должны проявиться не только в удаленных районах, но и в более загрязненном прибрежном участке.

Исследовался сестон на трех станциях побережья в июле-августе: промышленной зоне (ПЗ), курортной (К) и промежуточной (Пр). Расстояние между станциями было пять километров.

Исследование биохимической активности сестона открытой части моря проводили на 11 станциях геологических площадок «Зональная», «Одесская» и «Ушакова» в июне месяце.

Исследование сестона проводили по биохимическим показателям. Использовалась общепринятая методика отбора сестона [7]. Белок определяли по методу Лоури [8]. Активность щелочной фосфатазы определяли по Биссею в модификации Левицкого [9]. активность каталазы определяли по Кучеренко [10]. Уровень перекисного окисления липидов определяли по малоновому диальдегиду [11].

Результаты обрабатывались с использованием непараметрических критериев из-за малого размера выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Низкие показатели обнаружены в промежуточной зоне (Пр), высокие, исключая белок, на станции у промышленной зоны (ПЗ) (табл. 1).

Таблица 1. Активность ферментов, уровень перекисного окисления липидов и содержание белка в сестоне прибрежной зоны Черного моря.

Таблица 2 Район исследования	Статистические показатели	Катализ, чкМ-м.Г мин ⁻¹ -10°	Щелочная фосфатаза, мкМ-мл • мин ⁻¹ -10 ¹⁶	Уровень ПОЛ, нм МДА	Содержание белка, мкгмл ⁻¹
Курортная зона	M±ш коэф. вариации число измерений	0,550±0,075 56,0 10	1,312±0,40 0 71,2	49,4±13.2 90,3 10	45,2±10,3 j 85,3 9
Промежуточная зона	M±т коэф. вариации число измерений	0,452±0,063 42,3 9	1,230±0,21 3 63,2	32,1±9,3 103,6 9	24,3:3,3 53,2 9
Промышленная зона	M±т коэф. вариации число измерений	0,593±0Д32 63,1 7	2,3 12±0,344 56,5 9	76,3±19,5 63,5 8	29,6:4,3 I 43,6 8
Прибрежная зона (в целом)	M±т коэф. вариации число измерений	0,523±0,071 59,6 26	1,230±0,19 3 73,6	51,3±10,6 111,3 26	38,5±4,5 93,3 26
Критерий Краскела-Уолиса		0,015	6.23		5,49 1.75

Отмечена высокая вариабельность признаков. За период наблюдения изменения имели общий характер. Отличия были количественными и вызваны спецификой на станциях пробоотбора.

Динамика содержания белка в сестоне летом на станции у курортной зоны (К) была скачкообразной, но с небольшими значениями. Это можно объяснить влиянием функционирования станции биологической очистки сточных вод (табл. 2).

Таблица 2. Содержание белка в сестоне прибрежной зоны (г. Одесса, летний период)

Время пробоотбора	Содержание белка, мкт-мл'		
	Промежуточная зона*	Курортная зона*	Промышленная зона*
10.06	40,2 ±9,1	95 ± 10,5	40 ±3,5
20.06	20,0 ±3,4	10 ±2,3	20 ± 2,2
30.06	18,5 ±2,8	30 ±3,6	40 ±3,9
10.07	18,3 ±2,5	38 ± 3,8	25 ± 2,6
20.07	5,9 ± 1,8	10 ± 1,9	20 ±2,1
30.07	10,5 ±2,3	20 ±3,2	60 ±5,6
10.08	10,6 ±2,6	40 ± 4,3	18 ± 1,9
20.08	25,0 ±3,8	20 ±2,3	22 ±3,3
	39,0 ±6,7	120 ± 15,6	18 ±2,4

Примечание: * - различия достоверны при Р<0,05.

В связи с явным влиянием условия водных масс на станциях пробоотбора был применен дисперсионный анализ с непараметрическими критериями Краскела- Уолиса. Все значения критерия незначимы по всем анализируемым показателям (табл. 1). Различия средних величин вызваны, по всей видимости, или случайными причинами или близостью районов исследования, что вызывает нивелировку параметров из-за перемешивания водных масс. Исходя из этого, следует, что при анализе данных непосредственно в день пробоотбора могут

быть обнаружены различия. При анализе за весь период исследования проявляются сходные значения (табл. 3).

Таблица 3. Динамика активности ферментов, уровня ПОЛ и содержания белка в сестоне прибрежной зоны (среднее значение для 3 пунктов)

Время пробоотбора	Каталаза, мкМ-мл ⁻¹ -мин ⁻¹ -10°	Щелочная фосфатаза, мкМ-мл ⁻¹ -мин ⁻¹ ЧО ⁶	Уровень ПОЛ. нм МДА	Содержание белка, мкг-мл ⁻¹
1.06	0,211 ±0,071	0,255 ± 0,072	—	—
10.06	0,310 ±0,085	1,083 ±0,256	42,5 ± 13,3	65,5 ± 12,5
20.06	0,511 ±0,093	0,512 ± 0,113	45,3 ± 15,6	15,3 ±3,6
30.06	0,102 ±0,025	1,060 ±0,311	10,5 ±3,6	25,6 ±4,7
10.07	0,503 ± 0,093	1,250 ±0,315	18,6 ±4,5	29,3 ± 5,3
20.07	0,712 ±0,089	1,411 ±0,387	21,1 ±4,6	11,2 ±2,6
30.07	0,403 ± 0,063	1,532 ±0,325	22,3 ± 4,7	30,3 ± 6,7
10.08	0,352 ±0,053	1,831 ±0,412	100,4 ±20,3	32,4 ± 5,6
20.08	0,813 ±0,105	3,012 ±0,670	41,2 ± 12,1	20,0 ±3,7
30.08	0,653 ± 0,097	2,041 ±0,591	120,6 ± 25,7	61,1 ±6,7

Примечание: * - различия достоверны при Р<0,05.

По средним значениям для трех станций выявлена общая тенденция увеличения активности каталазы, щелочной фосфатазы и, в меньшей степени, уровня перекисного окисления липидов в исследуемый летний период. Известно, что увеличение активности щелочной фосфатазы летом связано с ростом численности фитопланктона. Хорошо коррелируют кривые биомассы планктона и активности щелочной фосфатазы [12]. Максимум активности щелочной фосфатазы отмечен в озерах Эстонии [12], Польши [13] и США [14].

Как известно из литературных данных, рост активности щелочной фосфатазы иногда, как и в наших исследованиях, не совпадает с ростом фитопланктона, что вызвано повышением антропогенного фактора [15].

В береговой зоне в летний период может активно развиваться бактериопланктон, что так же может влиять на уровень щелочной фосфатазы.

Выявлено [16], что максимум уровня перекисного окисления липидов связан с перенасыщением кислородом водных масс. При этом сезонная изменчивость активности каталазы отсутствует [16].

Увеличение уровня перекисного окисления липидов - реакции протекающей по свободно-радикальному типу, приводит к росту уровня перекисей оказывающих неблагоприятное воздействие на физиологическое состояние гидробионтов.

Исследования в открытой части моря показали, что в июне месяце активность фосфатазы и содержание белка ниже, чем в прибрежной зоне. Значения критерия Ван-дер-Вардена при сравнительном анализе оказались значимы на 0,01 уровне (табл. 4).

Таблица 4. Среднее значение биохимических показателей сестона Черного моря

Изучаемые параметры	Среднее значение		Коэффициент вариации		Количество измерений		Критерий Ван-дер-Вардена
	Прибреж. зона	Открыт. море	Прибреж. зона	Открыт. море	Прибреж. зона	Открыт. море	
Активность кагат аз и, мкМ-мл ⁻¹ -мин ⁻¹ -10°	0,440 ± 0.083	0.350 ± 0.058	60.3	65,3	8	8	1.73
; Активность фосфатазы, мкМ-	0,338 ± 0,053	0.156 + 0.006	40,2	15.6	6	11	6.19
Уровень ПОЛ. нм МЛА	30,11 ± 9.13	19,13 ± 4.72	84,5	82,3	7	11	2.53
Содержание белка, мкг-мл ⁻¹	35.32 ± 10,11	4,34 ± 1.12	86,6	87,7	8	11	6.56

Содержание белка в береговой зоне в 2 раза выше, что можно объяснить большой загрязненностью акватории. Значительная активность щелочной фосфатазы в открытых районах моря связана с цветением фитопланктона, где биомасса и средняя численность его более чем в два раза выше.

ВЫВОДЫ

Проведенные нами исследования позволили получить важные сведения о биохимических показателях сестона акватории Черного моря. Обнаружен рост этих показателей в летний период. Выяснены различия в загрязненной прибрежной городской акватории и более чистой акватории удаленной от прибрежной.

Биохимические показатели необходимы для ранней диагностики загрязнения на ранних этапах в методологии мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goldschmidt H. Die Bedeutung der Enzyme in Meewasser / H. Goldschmidt /7 Chem. Ztg. - 1959. Voi. 83. - P. 442-445.
2. Koborti H.N. Phosphatase activity and its role in the mineralization of organic phosphorus in coastai sea water H.N. Koborti, N. Taga // J. exp. mar. Biol. Ecol. - 1979. - Vol. 36. № 3. - P. 23-40.
3. Perry M.J. Alkaline phosphatase activity in subtropical central North Pacific waters using a sensitive fluorometric method / M.J. Perry /7 Mar. Biol. - 1972. - Vol. 15. -P. 113-119.
4. Агатова А.М. Влияние активности фосфатазы сестона на скорость минерализации фосфора и его обрачиваемость в продукционно-деструкционном цикле / А.М. Агатова. В.В. Сапожников. В.Р. Винтовкин 7 Океанология. - 1985. - Т. 25, № 1. - С. 66-73.
5. Хоминская Н.В. Активность щелочной фосфатазы фитопланктона в Киевском и Кременчугском водохранилищах / Н.В. Хоминская // Гидробиологический журнал. - 1984. - Т. 20. Ха 6. - С. 84-89.

6. Сиренко Л. А. Физиолого-биохимические характеристики фитопланктона в оценке
7. физиологического состояния водоемов / Л.А. Сиренко, А.Н. Сакевич. А.В. Курешевич h Тезисы докладов 5 съезда Всес. гидробиологического общества. - Тальяги. 1986. - Ч. 1. - С. 212-213.
8. Цыбань А.В. руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений
9. А.В. Цыбань. - А.: Гидромедиздат, 1980.- 192с.
10. Lowry O.H. Protein measurement with the Folv-Pheno! reagent / O.H. Lowry, N.I. Rosenbrough. A.Z. Fan. R.J. Randol / J. Biol. Chem. - 1951. - V. 193. № 3. - P. 265-275.
11. Левицкий А.П. Спектрометрический метод определения активности фосфатазы по Биссею (1946) в модификации Левицкого / А.П. Левицкий, Л.И. Марченко, Г. А. Рыбак // Лабораторное дело. - 1973.-№> 10. -С. 624.
12. Кучеренко Н.Е. Биохимия. Практикум / Н.Е. Кучеренко, Ю.Д. Бабенюк. А.Н. Васильев и др. - К.: Вища школа. 1988. - 128с.
13. Стальная И.Д. Метод определения малонового альдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты И.Д. Стальная. Т.И. Гаришвили // Современные методы в биохимии. - М.: Мир. 1977. - С 66-88.
14. Милиус Л.Ю. .Активность щелочной фосфатазы как один из показателей трофности озер. Л.Ю. Милиус, М.И. Порк. В.О. Кывасек /7 Антропогенное звирофириование природных вод. - Звенигород. 1977.- С. 233-234.
15. Ryszard C. Longterm studies on abcaline phosphatase activity (APA) in a lake with tist-acvaculmre in relation in lake eutrophication and phosphorus cycle / C. Ryszard. S. Waldemar, K. Jrazina /7 Arch. Hydrobiol. Suppl. - 1984.-Vol. 70, № 1.-P. 1-32.
16. Lage Maura A, Alkaline phosphatase activity and cellular phosphorus as an index of the phosphorus status of phytoplankton in Minnesota lakes / A. Lage Maura. E. Lorham // Fres. Water Biol. - 1985. - Vol. 15, № 2. - P. 227-233.
17. Вазелян В.А. Влияние донных осадков Одесского залива на уровень перекисного окисления липидов в культуре водорослей *Dunaliella salina*// В. А. Базелян, Г.Ю. Коломейченко 7 Еколопчш проблеми водних екосистем. - Одес-са, 2001. - С. 169-172.
18. Шестерик Н.С. Изучение свободно-радикального окисления органиче-ских веществ в прудах Н.С. Шестерин. О.И. Лучина. Е.В. Иванеха// Сб. науч. труд. ВНИИ пруд, рыбного хозяйства. - 1984. - С. 109-112,

Копейка П.И., Стельмак Г.Г., Чабан Е.Х.

Национальный университет «Одесская морская академия»

Возможности использования полупроницаемых экранов в акваториях морских портов

Одной из задач по защите кораблей, морских сооружений и доков в портах от волнового воздействия является создание эффективных устройств по гашению волн на больших глубинах [1]. Устройство по защите морских объектов на малых глубинах запатентовано в Украине (патент на винахід №108165) [2]. Поставленная задача решена нами путем создания устройства для защиты морских сооружений, доков и кораблей в портах путем закрепления полупроницаемых горизонтальных экранов 1 с односторонней проницаемостью снизу-вверх на обтекаемых pontонах 2, которые закреплены тросами 4 к скобам на бетонных блоках 5 на дне моря. Устройство изображено на рис.1 и содержит

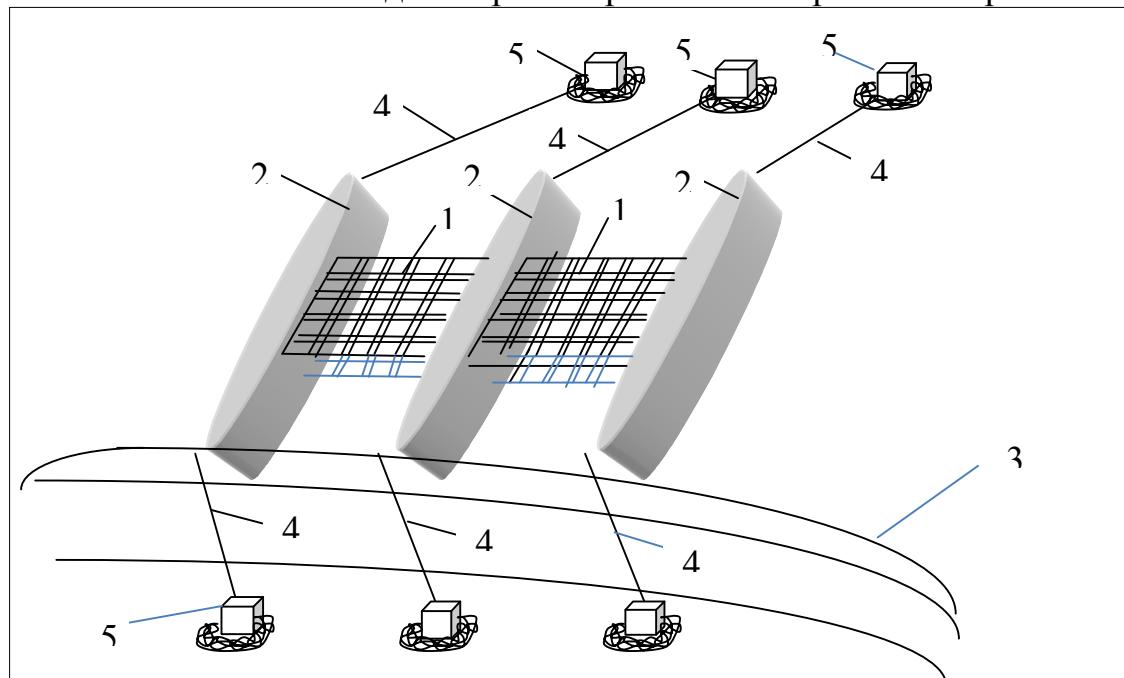


Рис.1 Устройство для гашения волн на больших глубинах.

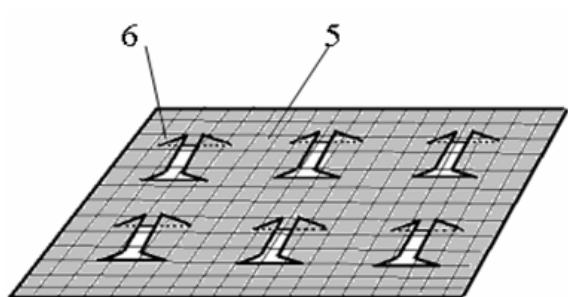


Рис.2. Экран с односторонней проницаемостью.

только в одну сторону – снизу вверх [3].

полупроницаемый экран 1, который состоит из металлических форточек 6 (рис.2). Каждая металлическая форточка закреплена на раме 1 с помощью петель. Рама устройства сварена из уголков и жестко закреплена на pontонах 2, которые расположены перпендикулярно направлению расчетного фронта волны. Металлические форточки 6 закреплены таким образом, что они могут открываться только в одну сторону – снизу вверх [3].

Устройство работает следующим образом. При подходе волны 3 к устройству гребень волны поднимает металлические форточки 6 вверх и вода свободно поднимается через открытое пространство устройства снизу вверх. Затем при подходе впадины волны металлические форточки опускаются вниз, закрывая окна. Вода остается сверху устройства для гашения волн. Это приводит к потере потенциальной энергии под полупроницаемым экраном и, как следствие, к существенному уменьшению амплитуды волны.

Использование обтекаемых понтонов для закрепления волногасящего устройства уменьшает стоимость конструкции устройства по гашению морских волн на больших глубинах, поскольку очень дорого строить опоры на больших глубинах и, кроме того, они слишком металлоемкие и сложные в изготовлении в водной среде.

Описанное волногасящее устройство размером $0,5 \times 1 \text{ м}^2$ испытано в гидродинамическом лотке ОГАСА с сечением $0,5 \times 0,5 \times 12 \text{ м}^3$ и показало эффективность гашения амплитуды набегающих волн.

Гашение волн можно производить и с преобразованием морских волн в электрическую энергию. На кафедре корабельной энергетики и электроэнергетических систем института ВМС НУ “ОМА” изготовлено карусельное устройство с полупроницаемыми лопастями [5], которое приводится во вращение набегающими волнами (рис. 3). Вращение карусели 1 передается на вал генератора электрического тока 2, который питает энергоемкие объекты. На карусели устанавливаются лопасти с полупроницаемыми стенками в форме желобов 3, которые пропускают воду внутрь при набегании волны и не дают ей выливаться некоторое время при опускании гребня волны. Под действием силы тяжести в желобе и волнового давления на лопасти карусель приводится во вращение. При этом волновое

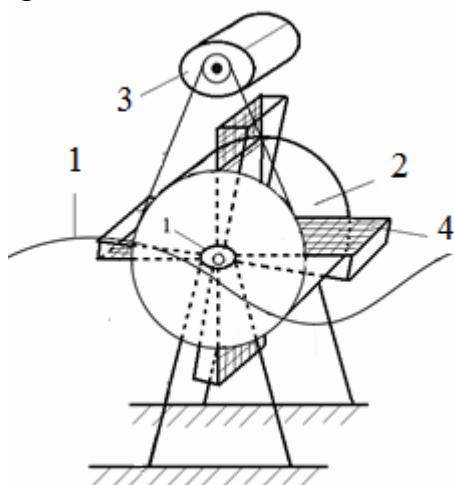


Рис. 3. Волновой генератор тока.

давление на лопасти создает врачательный момент в том же направлении, что и сила тяжести в желобе. Этот врачательный момент передается трансмиссией на вал генератора электрического тока. Экспериментальная модель волнового генератора состояла из 4 коробов размером $0,1 \times 0,2 \times 0,04 (\text{м}^3)$ закрепленных симметрично относительно оси вращения устройства по радиальным направлениям. Исследование вращения катушки карусельного устройства выполнены в гидродинамическом лотке ОГАСА при



Рис.4. Экспериментальная модель волнового генератора в гидродинамическом лотке.

высоте волны 0,1 м и длине волны 1,3 м, при этом скорость вращения катушки составила 10 об/мин. Вращение катушки имело стабильное инерционное движение в одном направлении, причем эффект обратного толчка не наблюдался. Средний вращающий момент сил волнового давления жидкости на короба изготовленного карусельного устройства был равен $M = 0,0023$ кГм. При исследовании взаимодействия карусельного устройства с подсоединенными генератором (модель МЭ22, ГОСТ3940-81) число оборотов карусели снизилось с 10 об/мин до 8 об/мин, причем при используемом передаточном числе равным 5, частота вращения генератора составила 40 об/мин., показания вольтметра 0,3 В. Применяя закон об изменении количества движения к элементарным трубкам тока в жидкости при ее взаимодействии с лопастями карусели получена формула для определения волнового давления на лопасти устройства

$$\Delta p = 3 \cdot \rho \cdot \lambda \cdot V / T$$

где: ρ - плотность жидкости;

λ - длина волны;

T - период колебаний;

V - проекция относительной скорости жидкости на нормаль к лопасти.

Расчет волнового давления по полученной формуле хорошо согласуется с экспериментальными исследованиями в работе [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дорофеев В.С. Воздействие ветровых волн на гидротехнические сооружения / В.С.Дорофеев, С.И.Рогачко. – Одесса: ОГАСА, 2012. – 224 С.
2. Копійка П.І. Патент на винахід №108165 / Пристрій для захисту берегових та морських споруд від руйнівного хвильового впливу / зареєстровано в Державному реєстрі патентів України 25.03.2015.

3. Копейка П.И. Карусельное устройство преобразующее энергию морских волн в электричество / П.И Копейка, Г.Г. Стельмах, Е.Х. Чабан. – Матеріали науково-технічної конференції на тему: “Морський та річковий флот, експлуатація і ремонт”. – Одеса. – 2016.
4. Панова І.О. Дослідження хвилевого навантаження на верхню будову гідротехнічних споруд наскрізного типу / Панова І.М. – Вісник Одеського національного морського університету. – 2016. – №47(1) – С.130 – 135.
5. Звіт про науково-дослідну роботу «Створення та використання гідродинамічного хвильового приводу в морських автономних низьковольтних та слабострумових пристроях». Шифр «Аквілон». Міністерство оборони України.Одеса.2016.

Матеріали науково-технічної конференції
"Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт",
23.03.2017 – 24.03.2017.
Частина 2.

Підписано до друку 16.03.2013. 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