

Міністерство освіти і науки України
Херсонська державна морська академія

VIII Всеукраїнська студентська наукова конференція
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МОРСЬКОГО
ТРАНСПОРТУ ТА БЕЗПЕКА МОРЕПЛАВСТВА»

Матеріали конференції



Том 2

22 листопада 2018 року

Матеріали VIII Всеукраїнської студентської наукової конференції [Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства] в 2-х т., (м. Херсон, 22 листопада 2018 року). – Херсон : Видавництво ХДМА, 2018. – Том. 2. – 260 с.

Матеріали публікуються в авторській редакції

Оргкомітет конференції

Голова оргкомітету:	Чернявський В.В., д.пед.н., проф., ректор.
Заступник голови оргкомітету:	Бень А.П., к.т.н., доц., проректор з науково-педагогічної роботи.
Члени оргкомітету:	Гусєв В.М., к.т.н., начальник Морського коледжу ХДМА. Барильник-Кураков І.Л., в.о. декана факультету судноводіння. Білоусов Є.В., к.т.н., доц., декан факультету суднової енергетики. Блах І.В., начальник відділу технічної інформації. Митрохина О.О., начальник відділу виховної роботи. Максимець А.В., в.о. голови студентської ради ХДМА. Берштейн Д.Р., в.о. голови ради наукового товариства курсантів.
Технічний секретар конференції:	Голікова І.В., провідний фахівець відділу технічної інформації.

У збірці представлено матеріали Всеукраїнської студентської наукової конференції «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства», яка відбулася 22 листопада 2018 р. на базі Херсонської державної морської академії. До збірки включено доповіді, присвячені актуальним питанням проблем морського транспорту та безпеки мореплавства.

Матеріали збірки розраховані на викладачів та студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

ВСТУПНЕ СЛОВО

Сьогодні існує нагальна потреба в застосуванні в навчально-виховному процесі підготовки фахівців нових методів, які сприятимуть підвищенню його якості та виправдають себе на національному та європейському просторі. Морській галузі потрібні спеціалісти, які вміють ефективно працювати в колективі, використовують набуті знання, вміння та навички на практиці, тобто професійно компетентні. З огляду на це, основною метою сучасної вищої освіти є підготовка кваліфікованого спеціаліста відповідного рівня та профілю, конкурентоздатного на ринку праці, компетентного, який ґрунтовно володіє професією та орієнтується в суміжних галузях діяльності, готового до професійного росту.

Морська галузь диктує правила підготовки моряків по всьому світу. Незалежно від того де фахівці пройшли підготовку, вони повинні відповідати вимогам міжнародної Конвенції з питань дипломування моряків та несення вахти 1978 р. ПДМНВ 78/95, зі змінами 2010 року, в змісті якої висвітлено питання багаторівневої підготовки морських спеціалістів на основі компетентнісного підходу. Згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 1148 від 7.10.2014 р. «Про проведення на базі Херсонської державної морської академії дослідно-експериментальної роботи за темою: «Теоретико-методичні засади реалізації компетентнісного підходу в підготовці фахівців морської галузі» Херсонську державну морську академію визначено експериментальним навчальним закладом із впровадження компетентнісного підходу в процес підготовки фахівців.

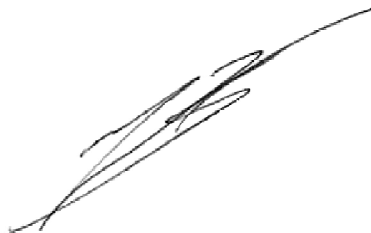
У нашому навчальному закладі активно запроваджуються новітні технології навчання, що базуються на поєднанні компетентнісного і комунікативного підходів та сучасних інформаційних технологій.

Тільки разом з вами, обдарованою та творчою молоддю, ми, професорсько-викладацький склад і провідні фахівці академії, об'єднавши наші зусилля, зможемо покращити систему навчально-виховного процесу, забезпечити високий рівень кваліфікації випускників та сформувати в суспільстві повагу до талановитих науковців, майбутніх професіоналів, що гідно представлятимуть нашу державу на світовому рівні.

Сподіваємося, що Восьма Всеукраїнська наукова конференція студентів «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства» успадкує кращі традиції попередніх конференцій і стане надійним підґрунтям для розвитку наукової діяльності курсантів Херсонської державної морської академії та студентів інших навчальних закладів України.

Зичу всім учасникам конференції плідної дослідницької роботи, конструктивних ідей та вагомих наукових досягнень.

**Ректор ХДМА,
професор**



В.В. Чернявський

***СУДНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ
ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ***

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНО-ДВИЖИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ СУДОВ-ЭЛЕКТРОХОДОВ

Авраменко А. М., Дельгас Д. О.

Херсонская государственная морская академия

Научные руководители – Алексенко В. Л., старший преподаватель;

Акимов А. В., к.т.н., доцент

Введение. На современных судах устанавливают следующие типы главных двигателей: двигатели внутреннего сгорания, паровые турбины, газовые турбины. Каждому типу соответствует свой способ передачи крутящего момента от главного двигателя к движителю.

Прямая передача от главного двигателя к гребному валу осуществляется при использовании малооборотных судовых дизелей.

При средне- и высокооборотных дизелях вращение гребному валу передается с через понижающую зубчатую передачу – редуктор.

Редукторную передачу применяют также в паротурбинных (ПТУ) и газотурбинных (ГТУ) установках (при этом турбина делает 5000–6000 об/мин. а гребной вал – 80–200 об/мин), а также в установках из нескольких любых двигателей, работающих на один гребной вал.

На гражданских судах наибольшее распространение получили дизельные и реже паротурбинные установки. Первые применяют почти на всех новых судах с мощностью энергетической установки до 20 000–30 000 кВт. Паротурбинные установки целесообразно использовать при мощностях от 15 000–18 000 до 30 000 - 38 000 кВт на один вал, однако в связи с созданием мощных экономичных дизелей, а также резким ростом цен на топливо, число паровых турбин даже на крупных морских судах существенно сократилось. В 1986 г. в составе мирового торгового флота около 98 % судов имели дизельные установки.

Применение газотурбинных установок (ГТУ) на больших гражданских судах носит пока экспериментальный характер [1]. «Парижская Коммуна» – первый газотурбоход в торговом флоте СССР, многоцелевой сухогруз-твиндекер из серии «Ленинский Комсомол» проекта 567К и последнее из судов этой серии, первое судно с винтом регулируемого шага (ВРШ) в торговом флоте СССР. На момент спуска на воду это был самый крупный в мире газотурбоход. Судно было построено на Херсонском судостроительном заводе и сдано в эксплуатацию 17 декабря 1968 года. Проектант судна – ЦКБ «Черноморсудопроект» (Николаев) при тесном сотрудничестве с Центральным научно-исследовательским институтом морского флота и специалистами судостроительных заводов СССР. Водоизмещение 22225 тонн, дедвейт 16185 тонн, скоростью 19 узлов, в балласте – 20,4 узла, с самой мощной на то время в мире газотурбинной установкой мощностью 9,5 МВт. Проектант и строитель газотурбинной установки ГТУ-20 – Кировский завод в Ленинграде. Для достижения наилучших результатов в скорости, ГТУ-20 установили на судно с самими лучшими обводами корпуса. В СССР такими были суда серии «Ленинский Комсомол».

На малых быстроходных судах, например на судах на подводных крыльях, а также кораблях ВМФ ГТУ получили широкое распространение.

На судах, имеющих по условиям эксплуатации два ходовых режима, отличающихся по потребляемой мощности и продолжительности, применяют комбинированные установки. Они состоят из двигателей двух типов – основного (дизеля или паровой турбины), обеспечивающего длительный экономичный ход, и так называемого форсажного двигателя, предназначенного для резкого кратковременного увеличения мощности с целью получения большой скорости хода. В качестве форсажных двигателей обычно применяют менее экономичные, но зато значительно более

компактные газовые турбины. Такие комбинированные судовые энергетические установки применяют на тех судах, которым необходимо точно выдерживать расписание независимо от погоды (некоторые линейные пассажирские, контейнерные, накатные и т. п. суда). К комбинированным относятся также такие установки, в которых двигатели обоих типов связаны единым термодинамическим циклом, с целью существенного повышения общего КПД установки. В таких установках теплота отходящих газов двигателя одного типа используется в утилизационном парогенераторе для приготовления рабочего пара или газа для двигателя другого типа.

На некоторых судах, которые должны обладать повышенной маневренностью – ледоколах, пароммах, плавучих кранах, портовых буксирах, – используют установки с электродвижением; гребные винты вращаются гребными электродвигателями, которые питаются электрическим током от генераторов, имеющих в качестве первичного двигателя дизель, паровую или газовую турбины. Такие суда называют соответственно дизель-электроходами, турбоэлектроходами или газотурбоэлектроходами.

Сравнение технико-экономических показателей СЭУ (судовой энергетической установки). Расход углеводородного топлива и масса СЭУ зависят от мощности ее основных элементов и степени форсирования рабочих процессов. Поэтому абсолютные параметры малопоказательны и следует оперировать массой двигателя и расходом топлива на создание единицы мощности.

В современных ДВС [1] удельный расход топлива составляет 0,16...0,195 кг/кВт, эффективный КПД – 0,44 ... 0,52 при удельной массе 5...50 кг/кВт, что определяет отмеченное выше их преобладание в составе СЭУ.

Экономичность судовых паротурбинных установок (ПТУ) значительно ниже, чем дизельных (0,33...0,35).

Газотурбинные установки (ГТУ) по экономичности занимают промежуточное место между дизельными и паротурбинными энергетическими установками 310...340 г/кВт-ч, т.е. приблизительно на 40–50% больше, чем дизель., очень лёгкие – 0,3...0,5 кг/кВт, но уступают тем и другим в моторесурсе – около 1500 часов..

Дизель-, паротурбо- и газотурбо электроходы имеют потери при выработке и передаче электроэнергии к гребным электродвигателям.

Электродвижение судов. История электродвижения насчитывает более 100 лет. Электродвижение существенно расширяет возможности судов связанные с режимами работы и их районами плавания. Несмотря на ряд преимуществ, электродвижение судов пока не получило широкого распространения. В 1993 году было произведено около 200 судов с системой электродвижения, а в 2013 году эта цифра перешла отметку в 2000 судов.

Установка, в которой движитель приводится в движение электрическим двигателем, называется гребной электрической установкой (ГЭУ). Для некоторых судов ГЭУ являются наиболее приемлемыми для приведения в действие движителей. В настоящее время ГЭУ признаны эффективными для ледоколов, ледокольно-транспортных, промысловых судов, паромов, буксиров, самодвижущихся судов технического флота [2].

Особенно ГЭУ важна для судов, у которых мощность механизмов, работающих на стоянке, близка мощности гребных электродвигателей. Следует отметить, что гребные установки с применением винтов регулируемого шага (ВРШ) успешно конкурируют с ГЭУ.

Основные преимущества ГЭУ, по сравнению со всеми видами передач энергии от первичного двигателя к судовому движителю, следующие:

- дизель-электрический привод позволяет создать гребную установку большой мощности благодаря простоте соединения нескольких генераторов;
- применение быстроходных неререверсивных дизелей уменьшает массу гребной установки и занимаемую ею площадь;

- при электрической передаче используют серийные дизели и турбины, что уменьшает число типоразмеров первичных двигателей;
- отсутствие механической связи между первичным двигателем и гребным винтом дает возможность наиболее удобно расположить ГЭУ;
- электрическая передача обеспечивает применение гребных винтов с наилучшим КПД и использование первичных двигателей в наиболее экономичном режиме, так как между первичным двигателем и винтом может быть выбрано практически любое передаточное число;
- при нескольких генераторных агрегатах электрифицированная гребная установка дает более высокую экономичность на малых и средних ходах, а также во время рейсов судна с частыми остановками и маневрами;
- в дизель-электрических гребных установках возможен так называемый агрегатный метод ремонта, заключающийся в том, что при ремонте дизель-генераторы снимают и заменяют ранее отремонтированными или новыми. Этот способ значительно сокращает время простоя судна на ежегодных ремонтах;
- ГЭУ часто увеличивают провозную способность судов, так как они позволяют увеличить скорость хода при плавании в тяжелых условиях – при волне, во льдах и т. п.;
- большое число главных агрегатов ГЭУ повышает ее общую живучесть;
- возможность использовать генераторы ГЭУ для питания общесудовой сети, погрузочно-разгрузочных средств и других механизмов уменьшает мощность общесудовой электростанции до минимума, необходимого для питания потребителей судна на стоянке без погрузочных работ;
- можно электрифицировать все вспомогательные механизмы машинных и котельных отделений с помощью питания от генераторов ГЭУ;
- ГЭУ устраняет передачу вибрации и ударов с гребного винта на первичные тепловые двигатели;
- в ГЭУ применяют нереверсивные первичные двигатели более простой конструкции и с большим сроком службы, чем реверсивные;
- ГЭУ постоянного тока простым регулированием электрических параметров позволяют получать малые скорости хода судна, осуществлять удобное регулирование скорости хода и автоматическое регулирование мощности установки. Гребной электродвигатель обеспечивает автоматическое уменьшение развиваемого момента при заклиниваниях винта и ударах;
- некоторые качества, присущие электроэнергетике, увеличивают перспективу применения ГЭУ. Это высокий коэффициент полезного действия (КПД) электрических машин (0,97–0,99), простота использования передачи и преобразования электроэнергии. Применение мощных статических выпрямительных устройств позволяет заменить менее надежные в работе генераторы постоянного тока на генераторы переменного тока с последующим выпрямлением электрического тока и применением высокоманевренного электродвигателя постоянного тока. В будущем получение электроэнергии будет упрощено; ее можно будет получать непосредственным преобразованием тепловой или химической энергии. Это еще больше упростит ГЭУ.

Наряду с достоинствами, ГЭУ свойственны недостатки:

- меньшая по сравнению с прямой передачей экономичность при полной и близкой к ней скорости хода судна. На судах с электрической гребной установкой между первичным механическим двигателем и движителем имеется дополнительное промежуточное звено, состоящее из генераторов электрической энергии, распределительных устройств, электрических сетей и гребных электродвигателей. Наличие промежуточного звена, в котором происходит двойное превращение энергии (механической в электрическую в генераторах и электрической в механическую в гребных электродвигателях), а также имеют место потери в распределительных устройствах и сетях, приводит к уменьшению КПД гребной установки. Величина КПД электрических

гребных установок на постоянном токе составляет 80...90%, на переменном - 87...94%, причем она увеличивается с повышением мощности гребной установки. Несмотря на то, что КПД электрической гребной установки при работе на полную мощность меньше, чем у гребной установки с непосредственной передачей, КПД которой составляет 95...98%, экономичность электрической гребной установки может быть выше, чем установки с непосредственной передачей;

– увеличение числа обслуживающего персонала; однако численность команды может быть уменьшена при использовании автоматического управления и контроля;

– наличие дополнительного оборудования, требующего увеличения площади помещений. При этом надежность установки не уменьшается, а иногда повышается вследствие применения многоагрегатных дизельных установок.

Перспективы и способы повышения технико-экономических показателей энергетических установок. Если говорить об энергетических установках завтрашнего дня, нельзя обойти вниманием атомные энергетические установки (АЭУ) и топливные элементы (ТЭ) прямого преобразования химической энергии в электрическую.

АЭУ уже доказали свою пригодность в качестве главных двигателей и безопасность эксплуатации на многочисленных боевых кораблях, а также на советских ледоколах «Ленин», «Арктика» и «Сибирь» и на трех гражданских судах. Однако атомные установки до сих пор еще неэкономичны. Существуют различные мнения о том, начиная с какой мощности атомные энергетические установки становятся экономичнее обычных. Результаты исследований колеблются между значениями 45 и 70 тыс. кВт. Естественно, что исследовательские работы в области применения атомной энергии для движения судов продолжаются; цель этих исследований – сдвинуть границу экономичности к более низким значениям мощности. Оптимистические прогнозы обещают, что через несколько лет атомные установки уже начиная с 15 тыс. кВт станут конкурентоспособными с энергетическими установками других типов.

С 40-х годов в Германии, СССР и США велись широкие исследования применения ТЭ для электродвижения подводных лодок. Достоверно применение этих источников электроэнергии на космических аппаратах и, в частности, Аполлонах.

Другой способ [3] преобразования тепловой энергии от сжигания углеводородов непосредственно в электрическую – применение магнитогидродинамических генераторов (МГДГ). МГДГ состоит из канала, по которому движется рабочее тело (обычно плазма), электромагнитной системы для создания магнитного поля и устройств для отвода электроэнергии (электродов) к подключенной нагрузке (рис. 1).

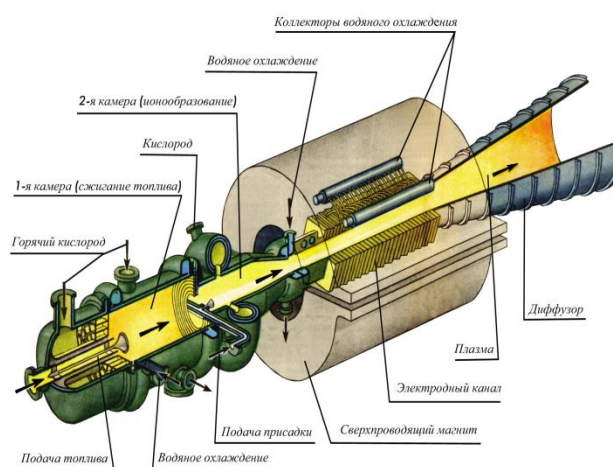


Рисунок 1 – МГДГ открытого цикла

В 1960 в США был построен лабораторный МГДГ на продуктах сгорания с присадкой щелочного металла. К середине 60-х годов мощность МГДГ, на продуктах сгорания удалось довести до 32 Мвт («Марк-V», США).

В СССР усилия специалистов были направлены главным образом на создание комплексных энергетических установок с МГДГ. В 1962–65 годах были проведены теоретические и экспериментальные исследования, созданы лабораторные установки. Результаты исследований и накопленный инженерный опыт позволили в 1965 году ввести в действие комплексную модельную энергетическую установку «У-02», совмещавшую основные элементы ТЭС с МГДГ работающим на природном газе. На «У-02» были получены экспериментальные данные, существенно расширившие представление о возможностях практического использования МГД-установок. Несколько позднее было начато проектирование опытно-промышленной МГД-установки «У-25», которое проводилось одновременно с исследовательскими работами на «У-02». Успешный пуск первой в СССР опытно-промышленной энергетической установки с МГДГ, имеющим расчётную мощность 20–25 Мвт, состоялся в 1971 году. КПД, собственно, МГДГ превышает 45%, тогда как КПД обычных тепловых станций редко достигает 35 %.

Цель разработки – повышение КПД и снижение удельной массы электрогенерирующей установки питания движительных комплексов судов-электроходов.

Предлагаемый вариант технического решения проблемы. Поставленная цель достигается тем, что повышается начальная температура рабочего тела - продуктов сгорания углеводородного топлива до уровня низкотемпературной плазмы (2500 – 3000°C). Затем осуществляется двухступенчатое преобразование тепловой энергии в электрическую. Сначала в магнетогидродинамическом (МГД) генераторе (прямое преобразование тепла в электричество). При этом температура рабочего тела падает до 1200 – 900°C и охлаждённые продукты сгорания направляются на газотурбинный электрогенератор. Энергия, выработанная в каждой ступени преобразования тепловой в электрическую, инвертируется для питания гребных и вспомогательных двигателей судов.

На рис. 2 представлена блок-схема предлагаемого ДДК судна электрохода.

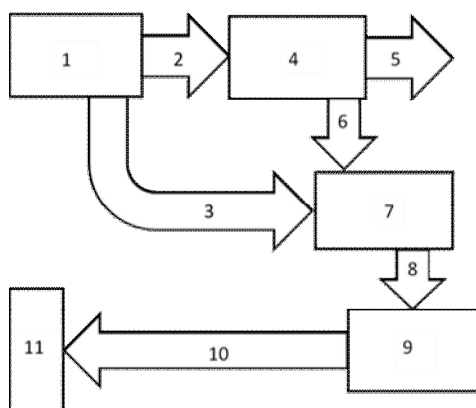


Рисунок 2 – Блок-схема ДДК электрохода

Комплекс работает следующим образом. Охлажденные в процессе работы МГД генератора 1 продукты сгорания углеводородного топлива 2 поступают в газотурбинный электрогенератор 4, ещё больше охлаждаются и выбрасываются в атмосферу или любым способом утилизируются 5. Выработанная МГД генератором и газотурбогенератором электроэнергия 3 и 6 поступает в инверторы 7 преобразующие её параметры для питания и управления электродвигателями 9, которые через трансмиссию 10 приводят в действие судовые движители 11. Часть выработанной электроэнергии используется для привода вспомогательных машин и механизмов. Принимая нижние КПД для МГДГ 40%, а для газовой турбины 35%, ориентировочно находим $\eta = 0,4 + (1 - 0,4) \times 0,35 \approx 0,6$.

Выводы. Выполнено сравнение технико-экономических показателей основных типов современных двигательных-двигательных комплексов судов, отмечены преимущества электродвижения и газотурбоходов. Ставится задача повышения КПД и снижения удельной массы СЭУ. Предложен вариант двухступенчатой генерации электроэнергии с повышенным коэффициентом полезного действия, основанный на радикальном повышении температуры рабочего тела – низкотемпературной плазмы в магнетогидродинамическом электрогенераторе с последующим использованием охладившегося газа для привода газотурбогенератора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://flotprom.ru/publications/science/engine/introduction/3/>
2. Чекунов К.А. Судовые электроприводы и электродвижение судов. Л., «Судостроение», 1969. 464 с.
3. А. Е. Шейндлин Проблемы новой энергетики: монография / А. Е. Шейндлин. – М.: Наука, 2006 (М.). – 406 с

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БАЛАСТНИМИ НАСОСАМИ КОНТЕЙНЕРОВОЗА CGM CMA HERODOTE

Аврамов О.С.

Херсонська державна морська академія

*Науковий керівник – Колебанов О.К., к.т.н., доцент Херсонської
державної морської академії*

Вступ. Під час проведення вантажних операцій та при русі судна для попередження виникнення небезпечних ситуацій використовується автоматичні системи баластування та кренування. Баластна система призначені для прийому в цистерни водяного баласту, перекачування і видалення його з судна з метою зміни осадки і остійності судна. При проведенні баластних операцій виникає низка проблем як технічного, так і екологічного характеру.

Зокрема, внаслідок переміщення баласту з однієї області в іншу можлива паразитна інвазія, тобто біологічне забруднення вод. Вона може призвести до безконтрольного розмноження чужорідних видів морських організмів, викликати пригнічення або витіснення місцевих видів, поширення хвороб і паразитів і інші проблеми [1, 2].

Міжнародні організації ініціюють законодавчі обмеження, спрямовані на контроль і запобігання забруднення чужорідними організмами. Зокрема, Міжнародною морською організацією (ІМО) в 2004 р була прийнята «Конвенція з контролю та управління баластними водами і осадами» [2].

Відповідно до Конвенції з 2009 року на всіх судах повинні вживатися наступні заходи запобігання забруднення баластними водами:

- шляхом їх заміни (стандарт D1)
- шляхом їх обробки (стандарт D2).

Одним з факторів, що обмежує впровадження систем очищення баластних вод, є необхідність додаткового часу на проведення обов'язкових баластових операцій, що призводить до додаткових втрат судових компаній.

Таким чином, питання підвищення ефективності функціонування устаткування для прийняття та обробки баластних вод для є актуальним, так само, як і раціональний вибір відповідного обладнання при проектуванні або модернізації суден.

Основна частина. Контейнеровоз CMA CGM HERODOTE, що розглядається в роботі, побудований у 2007 році на корейському суднобудівному заводі Samho Shipyard. Судно ходить під прапором Великобританії з портом приписки Лондон. Довжина судна складає 170 м, дедвейт 21257 т, загальна місткість контейнерів – 1700 TEU. Судно задовольняє наставленню по управлінню баластними водами GL, машинне відділення повністю автоматизоване та має змогу працювати без втручання людини не менше 24 годин.

Судно експлуатується в акваторії Середземного, Мармурового та Чорного морів, що вимагає проведення багаторазових операцій заміни баласту при переходах.

На судні встановлено баластову систему з системою очищення Seascope-BWMS Elite Marine Ballast Water Treatment System (рис. 1). Вона є комбінованою системою очищення, що використовує переваги фільтрації і технології EPT [3]. Це забезпечує високу екологічність і оптимізує розміщення системи для кожного типу судів.

Адаптуючи технологію EPT, Seascope-BWMS ефективно усуває небезпечні водні організми і патогени без утворення токсичних субстанцій під час баластування і де-баластування.

Керування режимами роботи баластовою системою здійснюється за допомогою програмованого логічного контролера, який налаштований для оптимального управління комплексом. Протокол мережевої комунікації в реальному часі використовується для

інтеграції Seascare-BWMS з іншими автоматичними контрольними системами на борту і забезпечує доступ до Seascare-BWMS через стандартний інтерфейс судна.

При проведенні операцій зміни баласту найбільш відповідальною ланкою є саме баластний насос, від ефективності функціонування якого в значній мірі залежить час проведення баластних операцій. Проведені дослідження показали, що подача баластного насоса може змінюватися в широких межах і при збільшенні призводити до значного зростання споживаної потужності.

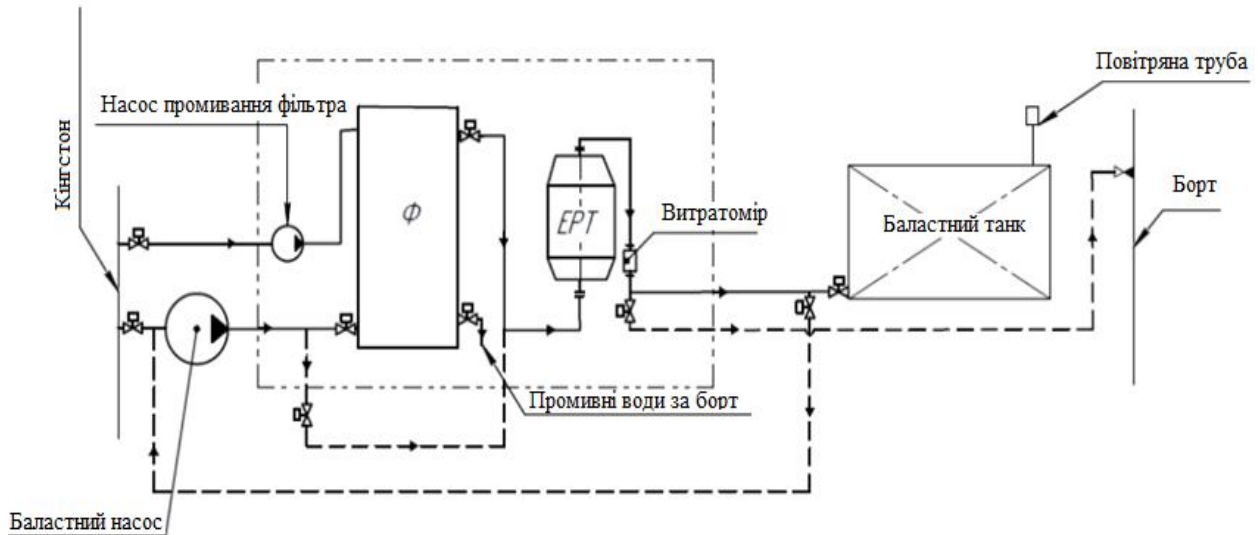


Рисунок 1 – Принципова схема обробки баластових вод контейнеровоза CMG CMA HERODOTE

Підвищення ефективності його функціонування можливе за рахунок впровадження керованого електроприводу, в якому регульованим параметром є максимальний натиск рідини. В якості регульованого електроприводу баластного насоса передбачається використання електроприводу з живленням від частотних перетворювачів фірми Stromberg.

Стабілізація напору рідини здійснюється за рахунок того, що при зменшенні тиску напір в мережі збільшується, а частота обертання електродвигуна насоса в результаті дії системи регулювання зменшується.

Частотне керування приводом насоса баластної системи забезпечує плавне регулювання швидкості в широкому діапазоні, а механічні характеристики мають високу жорсткість [4]. Крім того, регулювання швидкості при цьому не супроводжується збільшенням ковзання, тому втрати потужності при регулюванні невеликі.

Для отримання високих енергетичних показників асинхронного двигуна – коефіцієнтів потужності, корисної дії, перевантажувальної здатності – необхідно одночасно з частотою змінювати і напругу, що підводиться, відповідно до характеру механічної характеристики навантаження (вентиляторна характеристика)

Висновки. Пропонована система управління дозволяє значно скоротити час проведення операцій заміни баласту за рахунок більш ефективного завантаження баластного насоса. Застосування регульованого приводу збільшує термін служби двигуна приводу насоса і забезпечує необхідну подачу баласту і відповідну їй витрату електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ballast Water Treatment Advisory [Electronic resource]. – Houston: American Bureau of Shipping, 2011. – Mode of access : <http://www.eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/References/ABS%20Advisories/BWTreatmentAdv>.
2. Vessel details for: CMA CGM HERODOTE (Container Ship) - IMO 9360142 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.marinetraffic.com/ru/ais/details/ships/shipid:754501/mmsi:235051085/vessel:CMA%20CGM%20HERODOTE>
3. Seascope BWMS Ballast Water Treatment System [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.elit-engine.ru/data/uploads/pdf/Elite%20Marine%20Brochure.pdf>
4. Ключев В. И. Теория электропривода: Учеб. для вузов.– 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2001 - – 704 с.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ДИЗЕЛІВ НА МОРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СУДНАХ

Агібалов Р.С., Панасенко А.М., Ферапонтов А.С.

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова (м. Миколаїв)

Наукові керівники – Віриубський І.М., д.т.н. професор; Єсін І.П., к.т.н., доцент

Вступ. Початковими даними для вибору типу головного двигуна транспортного судна є тип і призначення судна, райони і режими його плавання, швидкість руху, умови розміщення двигунів, масо-габаритні показники установки, потужність і частота обертання гребного гвинта, а також вимоги Регістра до енергетичних установок.

Основна частина. В якості пропульсивної установки на морських суднах застосовуються дизельні, паротурбінні та газотурбінні установки. У теперішній час на суднах різних типів широке застосування отримали пропульсивні установки з двигунами внутрішнього згорання з самозайманням палива, яке упорснуто в циліндр від високої температури повітря, стислого в циліндрі двигуна. Дизельні установки мають більш високе значення коефіцієнта корисної дії (близько 40...50 відсотків) в порівнянні з паротурбінними і газотурбінними установками.

Дизелі виконуються малообертовими – МОД ($n=50...250$ об/хв.), середньообертовими – СОД ($n=250...750$ об/хв.), та високо обертовими – ВОД ($n=750...2500$ об/хв.) двигунами. Найбільше розповсюдження на суднах отримали дизельні енергетичні установки з МОД з прямою передачею потужності на гребний гвинт. Для судових дизелів питома витрата палива g_e та ефективний ККД η_e складають [1]:

Дизелі	g_e , кг/(кВт.год)	η_e
малообертові	0,165...0,205	0,54...0,42
середньообертові	0,170...0,215	0,52...0,40
високообертові	0,210...0,225	0,41...0,38

Двигун, якій вибирається, оцінюється по потужності, частоті обертання колінчастого валу, надійності, габаритам, питомій масі, питомим витратам палива і олії, сортам вживаного палива і олії, міри урівноваженості, первинної вартості, безпеки обслуговування, пристосованості до автоматизації. Також увага приділяється маневренним якостям двигуна.

Потрібна потужність ГЕУ знаходиться на основі визначення опору руху судна, характеристик гребних гвинтів і оцінки їх взаємодії з корпусом.

Вибір головних двигунів і типу передачі потужності гребним гвинтам розглядається як пошук такого варіанту пропульсивного комплексу, який забезпечував би найбільш ефективні техніко-економічні і експлуатаційні показники судна. Двигун може обиратися як для судна яке проектується, так і для судна яке проходить модернізацію. У першому випадку при виборі двигуна орієнтуються на однотипні судна. У другому випадку замість встановленого двигуна, який на теперішній час може бути вже застарілим, підбирається новий двигун з кращими техніко-економічними і масогабаритними характеристиками.

Для порівняльного аналізу вибору можливого головного двигуна в таблиці наведені характеристики двигунів з достатньо близькою ефективною потужністю. Варіант базовий – це головний двигун, який встановлено на балкері «LIBERTAS» [2]. Це судно, дедвейтом 75511 т, було побудовано в Кореї у 2007 році. Варіанти для порівняння (2 – 5) це також двигуни компанії MAN B&W Diesel Group (Данія), тому що на базовому судні двигун цієї компанії, хоча порівняння можна було б зробити з іншими фірмами, які виробляють МОД. Це тільки Wartsila Corporation та Mitsubishi Heavy Industries Ltd [3].

Таблиця 1 – Характеристики двигунів, що розглядаються [4]

Характеристики	Варіант 1 – базовий	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
Марка двигуна	7S50MC-C	5L60ME-C8	5S60ME-C8	7S50ME-C9	6S60ME-C8
Ефективна потужність (в L_1), кВт	11620	11700	11900	12460	14280
Частота обертання валу, хв. ⁻¹	127	123	105	117	105
Кількість циліндрів	7	5	5	7	6
Діаметр циліндра, мм	500	600	600	500	600
Хід поршня, мм	2000	2020	2400	2000	2400
Середній ефективний тиск, бар	19	20	20	21	20
Циліндрова потужність, кВт	1660	2340	2380	1780	2380
Питома витрата палива г/(кВт.год)	171	171	171	171	171
Питома витрата мастильної олії, г/(кВт.год)	0,9...1,4	1,1...1,6	1,1...1,6	1,1...1,6	1,1...1,6
Довжина двигуна, м	7,62	7,12	6,66	7,82	7,68
Ширина, м	3,15	3,49	3,77	3,35	3,77
Висота, м	8,25	8,92	9,73	8,9	9,73
Маса, т	255	286	308	255	350

Висновки. У першому (базовому) варіанті застосований двигун MC тобто двигун з механічним управлінням. У друго-п'ятому варіантах пропонується двигун ME тобто двигун з електронним управлінням. У цих двигунах немає розподільного валу. Введено електронне управління процесом паливоподачі, регулюванням частоти обертання колінчастого валу, процесами пуску і реверсування, вихлопними клапанами і мастилом циліндрів. Застосування електронного керування двигуном дозволило зменшити кількість шкідливих викидів з відпрацьованими газами, знизити питому витрату палива, підвищити гнучкість у керуванні подачі палива на всьому діапазоні робочих режимів двигуна. Таким чином, доцільно використання дизелів з електронною системою керування. Вибір двигуна по другому і третьому варіантам дозволяє дещо зменшити довжину дизеля. Інші характеристики у варіантів 1-3 приблизно однакові. Якщо необхідно збільшити швидкість руху судна, то доцільно вибрати п'ятий варіант з більшою потужністю дизеля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артемов Г.А. Суднові енергетичні установки [Текст]: навч. посіб. / Г.А.Артемов, В.М. Горбов. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 356 с.
2. Significant Ships of 2007 [Text]: / editor Tim Knaggs/ - London: RINa< 2007/ - 128 р.
3. Горбов В.М. Енциклопедія суднової енергетики [Текст]: підручник / В.М. Горбов. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с.
4. Marine Engine IMO Tier II Programmer 2017. MAN Diesel/ - доступний з <http://www.Manbw.com>

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ВЯЗКОСТІ ВАЖКОГО ПАЛИВА

Азаматов Р. Р., Євтодій М. С.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Рожков С. О., д.т.н., проф., завідувач кафедри експлуатації
суднового електрообладнання і засобів автоматики ХДМА

Вступ. Однією з основних вимог керування головною енергетичною установкою (ГЕУ) є те, що система паливопідготовки повинна легко налаштовуватись відповідно до вимог. В судновій практиці застосовують різні конфігурації систем паливо підготовки: одноступінчаті та двоступінчаті. Слід враховувати, що в одноступінчатих системах підготовки палива достатньо важко контролювати параметри, які залежать певною мірою від кавітації і газифікації, що пов'язані з високими температурами палива. Тому переважно це двоступінчаті системи підготовки палива. Взагалі, для суднових дизелів і дизельних електростанцій широко використовують системи паливопідготовки (Fuel Conditioning Module, FCM), наприклад, з модулем підготовки палива Alfa Laval, система ViscoSense®2) [7, 8].

Основна частина. У парових теплообмінниках на зовнішній поверхні труб конденсується пара, внаслідок чого температура їх стінок виявляється постійною [1, 2, 4, 6]. і це істотно полегшує аналіз динамічних властивостей таких підігрівачів. На виході підігрівача температура палива залежить від витрати палива (збурююча дія), тиску пари, що гріє в підігрівачі та ступеню відкриття клапану регулювання пари (регулююча дія). Паливо нагрівається за допомогою трубчастого теплообмінника. Завдання полягає в досягненні стабільної температури палива, крім збурень, які виникають при зміні температури або витрати рідкого палива на вході в теплообмінник. Існують два методи розрахунку оптимальних параметрів налаштування, які засновані на характеристиках перехідних процесів: у формі незгасаючих коливань (при $K_r/K_r \cdot k_p = 1$), або за дискременту загасання 0,25. Зробивши наступні допущення [2, 5]: перенесення тепла в аксіальному напрямі відсутнє; всі параметри потоку середовища, що обігрівається, на вході в підігрівач незмінні; термічним опором стінок труб, а також тепловою ємкістю плівки конденсату можна нехтувати.

Рівняння теплового балансу для потоку палива на елементарній ділянці труби має вигляд:

$$c_T M_T \frac{\partial \theta}{\partial t} dl + c_T B \frac{\partial \theta}{\partial l} dl = K_1 F_1 (\theta_{CT} - \theta) dl ,$$

або

$$T_1 \frac{\partial \theta}{\partial t} + \nu T_1 \frac{\partial \theta}{\partial l} dl = \theta_{CT} - \theta , \quad (1)$$

де $T_1 = \frac{c_T M_T}{K_1 F_1}$ – постійна часу, с; c_T – питома теплоємність палива, кДж/(кг·°С); M_T – маса палива на одиницю довжини трубки, кг/м; K_1 – коефіцієнт теплопередачі на внутрішній поверхні трубки, кДж/(м²·с·°С); F_1 – площа внутрішньої поверхні теплообмінника, м²/м; $\nu = \frac{B}{M_T}$ – швидкість рідини, м/с.

Рівняння теплового балансу для стінки:

$$c_{CT} M_{CT} \frac{\partial \theta_{CT}}{\partial t} dl = K_2 F_2 (\theta_{II} - \theta_{CT}) dl - K_1 F_1 (\theta_{CT} - \theta) dl ,$$

або

$$T_2 \frac{\partial \theta_{CT}}{\partial t} = (\theta_{II} - \theta_{CT}) - \frac{T_2}{T_{1,2}} (\theta_{CT} - \theta) . \quad (2)$$

де $T_2 = \frac{c_{CT} M_{CT}}{K_2 F_2}$ – постійна часу, с; $T_{1,2} = \frac{c_{CT} M_{CT}}{K_1 F_1}$ – постійна часу, с; c_{CT} – питома теплоємність металу стінки, кДж/(кг·°С); M_{CT} – маса трубки на одиницю довжини, кг/м; K_2 – коефіцієнт теплопередачі на зовнішній поверхні труби, кДж/(м²·с·°С); F_2 – площа зовнішньої поверхні, м²/м.

Вводячи в ці рівняння перетворення Лапласа-Карсона відносно незалежної змінної, отримаємо систему звичайних лінійних диференційованих рівнянь відносно змінної:

$$\left. \begin{aligned} sT_1 \Theta + \nu T_1 \frac{d\Theta}{dl} &= \Theta_{CT} - \Theta ; \\ sT_2 \Theta_{CT} &= \Theta_{II} - \Theta_{CT} - \frac{T_2}{T_{1,2}} (\Theta_{CT} - \Theta) \end{aligned} \right\} . \quad (3)$$

Виключивши температуру стінки трубки, отримаємо диференціальне рівняння першого порядку:

$$\frac{\nu}{A(s)} \frac{\partial \Theta}{\partial t} + \Theta = \frac{B(s)}{A(s)} \Theta_{II} , \quad (4)$$

у якому:

$$\left. \begin{aligned} A(s) &= \frac{(sT_1 + 1)(sT_1 T_{1,2} + T_2 + T_{1,2}) - T_2}{T_1 (sT_2 T_{1,2} + T_2 + T_{1,2})} ; \\ B(s) &= \frac{1}{s^2 T_1 T_2 + \left(T_1 + T_2 + \frac{T_1 T_2}{T_{1,2}} \right) s + 1} . \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Вирішення рівняння (5) для граничної умови $l=0$; $\Theta(s,0)=0$ (відхилення температури палива визначається від її постійного значення на вході в підігрівач) представляє собою реакцію ланки першого порядку на ступеневе збурення, де відношення l/ν – час проходження палива через підігрівач (транспортне запізнювання z):

$$\frac{\Theta(s,l)}{\Theta_{II}(s,l)} = \frac{B(s)}{A(s)} \left\{ 1 - \exp \left[- A(s) \frac{l}{\nu} \right] \right\} . \quad (6)$$

Тому:

$$W_r(s) = \frac{\Theta(s)}{\Theta_{II}(s)} = \frac{B(s)}{A(s)} \left\{ 1 - \exp[-zA(s)] \right\} . \quad (7)$$

Передавальна функція паливопідігрівача в каналі регулюючої дії:

$$W_T(s) = \frac{\Theta(s)}{\Theta_{II}(s)} = \frac{1 - 0,43^{e^{-7,6s}}}{(9,1s + 1)(0,69s + 1)}; \quad (8)$$

яку можна представити як ланцюг з трьох послідовно сполучених елементарних ланок з передавальними функціями:

$$W_1(s) = \frac{1}{9,1s + 1}; \quad W_2(s) = \frac{1}{0,69s + 1}; \quad W_z(s) = 1 - 0,43^{e^{-7,6s}}. \quad (9)$$

Зміни модуля і фази частотної характеристики ланки носять періодичний характер, що приводить до появи резонансних піків на частотній характеристиці підігрівача. Це виникає внаслідок розподілення синусоїдального збурення по температурі пари уздовж всієї довжини теплообмінника [5]. Число максимумів і мінімумів на частотній характеристиці відповідає загальному числу напівперіодів вхідного збурення, які «укладаються» по довжині теплообмінника. Така різниця в часі зіткнення з більш і менш нагрітими стінками призводить до збільшення модуля частотної характеристики. Якщо число періодів ціле, то всі частки потоку одночасно стикаються з нагрітою і охолодженою стінками, внаслідок чого модуль частотної характеристики виявляється порівняно невеликим. Схему моделювання системи регулювання температури важкого палива (мазуту) виконано у середовищі Matlab з використанням моделей середовища Marine Systems Simulator (MSS) [9].

Вихідний сигнал (тиск P) знімається на виході з регулятора. Якщо в замкненій системі виникли сталі коливання на границі стійкості, частота їх буде однаковою на виході будь-якої з ланок системи: об'єкту, сервоприводу, вимірювача, регулятора.

Висновки. Для визначення оптимальних коефіцієнтів налаштувань регулятора треба враховувати режим незгасаючих коливань системи контролю температури.

При досить невеликому числі дослідів можна провести визначення критичних коефіцієнтів посилення $K_R \cdot k_p$ і граничного періоду коливань T_{np} . За дискременту загасання першої отриманої кривої перехідного процесу можна судити про те, наскільки коефіцієнти посилення близькі до критичного значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артемов Г. А. Системы судовых энергетических установок / Г. А. Артемов, В. П. Волошин, А. Я. Шквар, В. П. Шостак: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. –Л.: Судостроение, 1990. –376 с.
2. Корнилов Э.В. Технология топливоподготовки на судне / Э.В.Корнилов, П.В. Бойко, В.П. Смирнов. – Одесса: Студия «Негоциант», 2006. –246 с.
3. Ланчуковский В. И. Автоматизированные системы управления судовых дизельных и газотурбинных установок/ В. И.Ланчуковский, А. В. Козьминых.: Учебник. – М.: Транспорт, 1983.–320 с.
4. Никольский В.В. Повышение качества регулирования вязкости топлива на судне / В.В. Никольский, Е.М. Оженко, И.Г. Уранковский // Автоматизация судовых технических средств: научно-технический сборник. – 2007. – Вып. 12. – Одесса: ОНМА. – С.95–107.
5. Пахомов Ю.А. Топливо и топливные системы судовых дизелей / Ю.А.Пахомов, Ю.П.Коробков, Е.В.Дмитриевский, Г.Л.Васильев; под ред. Пахомова Ю.А. –М.: РКонсульт, 2004. – 496 с.
6. Перельман Р. С. Комплексная автоматизация судовых энергетических установок / Р. С. Перельман, Ю. А. Никифоров: Учебное пособие. – Одеса:Фенікс, 2008. – 312 с.

7. 750 ELECTRONIC FUEL VISCOSITY CONTROLLER. (Component of ViscoSense®, ViscoSense®2, Viscotherm® system). Technical Manual. TIB-750-GB-0711. <http://www.vaf.nl>
8. Fuel Conditioning Module, FCM. Fuel conditioning system for diesel engines. <http://www.alfalaval.com>
9. MSS, Marine Systems Simulator. Available online at <http://www.marinecontrol.org>.

INCREASING THE DIAGNOSTICS EFFICIENCY OF THE FUEL SUPPLY SYSTEM OF MARINE ENGINES

*Al Mardzhani Al Hussein Salih Khalil
Kherson State Maritime Academy
Scientific supervisor – Bulgakov N.P.*

Introduction. The technical state of maritime transport is characterized by the large number of malfunctions and equipment failures of various systems and vessels' units. The greatest number of failures in diesel engines. From the analysis of the vessels' technical conditions it is clearly seen, that the number of failures and malfunctions, associated with diesel damage, is about 35 %.

Malfunctions of marine power plants may be due to the fault of the operating personnel, due to the fault of repair personnel or due to the fault of repair factories and manufacturing plants. This situation is because of insufficient skills and abilities of the staff, serving the vessel, and because of the lack of modern repair and diagnostic equipment.

Relevance of the topic. There are diesels with malfunctions, which can be attributed to «hidden» failures in operation. They can lead to an increase in fuel consumption, decrease in nominal power, and uneven power distribution for individual cylinders. This is usually due to a regulation violation of fuel equipment, the formation of coke in nozzle holes of injectors, the deterioration of the turbocompressor technical state, the wear of the cylinder-piston group and of the mechanism of gas distribution.

The analysis of some published works shows, that in 30% of the examined diesel engines the power was lowered by 15 ... 20%, and the uneven load on the cylinders reached up 25 ... 30 %. The difference in load on individual cylinders depends on the uneven fuel flow by injectors and the standard value of the fuel timing injection angle.

Every third case of unplanned repair of diesel engines is associated with the fuel failure equipment (FE). Vessels' operation is often characterized by conditions where separate aggregates and the engine as a whole, work with partial loss of ability to work without adequate preventive measures.

If the FE is in good condition, but the fuel timing injection angle is set to be incorrect (for example, 20° instead of the normative 28°), the working process will be broken down, which will be visible due to increased fuel consumption and exhaust smoking [2].

Problem Statement. It is necessary to analyze various methods of diagnosing fuel equipment and give a conclusion about their use.

Research results. The work of the internal combustion engine, its mechanisms and systems is accompanied by vibration. There is a relationship between the level of vibration and the technical condition of the object. As the parts of the mechanisms wear out, gaps in the coupled pairs increase and the kinetic energy of the shock influences increases.

Impact influences increase with increasing the injector needle movement during operation. In this case, it is necessary to determine the amplitude coefficient, which is equal to the ratio of the maximum value of the signal to its average value. The average signal value is determined for the initial value of the needle maximum stroke according to the technical data of the manufacturer. If the amplitude coefficient is more than 1.5, then the injector needs to be replaced. For example, in the new injector, the maximum needle stroke is 0.5 mm, during operation it has increased to a value of 0.8 mm. In this case, a replacement sprayer is required.

The phase characteristics of the signal from vibration are used to determine the time of events, that are accompanied by shock effects in the mechanisms. For example, for a diesel engine, the valves operation of the mechanism of the gas distribution, the high pressure pump, and the needle moving of the injector are accompanied by knocks.

Diagnosis of the technical condition of the injector according to the vibration parameters can be performed by comparing the reference vibrodiagram with the actual one. Having a set of

oscillograms with previously known malfunctions, the comparative method can determine the type of damage.

Method of diagnosing of fuel equipment due to change of units' temperature.

In the process of operation of the internal combustion engine, the chemical energy of the fuel is converted into heat energy. In the combustion chamber, the temperature reaches over 2 000 C. All parts and components of the engine are heated. At a given set operating mode of the engine, the temperature of its parts reaches a certain constant value. During the proper condition of all mechanisms and engine systems, the temperature field of the engine reaches a certain permissible value. The technical state of the diesel depends on the temperature change of its units.

In work [3] the influence of the technical state of FE injectors on the change of surface temperature of the injection pipeline was investigated. It is known, that in the process of fuel supply, the pipeline, connecting the pressure pump to the injector, is heated. The temperature depends on the fuel friction on the walls of the pipeline. The friction value depends on the inner surface roughness of the pipeline, pressure, velocity and fuel viscosity. Friction in the form of heat dissipates in the surrounding space.

Raytek Minitemp, a portable computer thermograph (infrared image converter) IRTIS 2000, consisting of a receiving camera, a Noterbook and special software, was used for conducting contactless thermal control.

During operating the 6Ч 16 / 22.5 engine at a low load conditions with a power of 22.7 kW at 450 min⁻¹, for all six cylinders the pressure at the end of compression, maximum combustion pressure and surface temperature of the injection pipeline were determined. Then in the engine, there was a replacement (re-installation) of injectors. The cylinders 1, 2, 3 were equipped with injectors 4, 5, 6 cylinders, and 4, 5, 6 - 1, 2, 3. The pressure at the end of the compression remained almost the same, so the impact of the wear of the cylinder and piston rings was excluded. The study showed that an increase in the combustion pressure of the first cylinder from 2.6 to 5.2 MPa (increased cyclic fuel supply) contributed to an increase in the surface temperature of the injection pipeline from 33 to 42 °. The temperature has changed in other injection pipelines as well [3].

Analysis of the study results showed, that the change in the temperature of the pipeline surface could be determined by the technical state of the injectors. If for known failures of fuel equipment (wear of plunger pairs, coke formation in spray nozzles, loss of needle movement, decrease in pressure of needle opening) determine the change in temperature of the surface of the injection pipeline, then this will allow to diagnose determine the type of malfunction by the temperature changing.

The disadvantages of this method are the complexity of conducting the control of the technical state of the FE and the influence of the temperature of the other parts of the engine on the change in the temperature of the surface of the injection pipeline.

Analysis of malfunctions of diesel engine injectors by changing the needle nozzle movement. In idle or low load conditions, there is a deterioration of the combustion process due to poor quality fuel spraying [4].

On the diagram of needles movement it is possible to distinguish the key points and areas: 1 - the beginning of the needle lift (the beginning of the fuel supply); 1-2 - area of needle lifting; 2-3 - area of maximal lifting of the needle; 3-4 - the site of the needle landing on the saddle; 4 - the end point of the needle landing. A smaller number of digits indicates these points on the needle stroke.

The following sequence of diagnostics is proposed for analyzing the needle movement:

- for fuel equipment, the parameters of which correspond to the requirements of the manufacturer, in idle mode or nominal power, the needle movement is fixed with an explanation of key points and sites;

- for possible malfunctions, that can be occur in operation (change in fuel timing injection angle, duration of injection, speed of lifting and landing of the needle, the additional injections,

needle freezing), the shape of the needle motion (stroke) is fixed by oscylograph [5].

By location of key points on the diagrams of fuel pressure and needle stroke (vertically and horizontally) it is possible to determine the technical state of the pump and injector; the needle stroke, in the current period of diesel operation, is compared with the reference (control) stroke. By comparing the reference chart of the needle stroke with the actual, it is estimated the technical state of the EA and determining the possible type of malfunction.

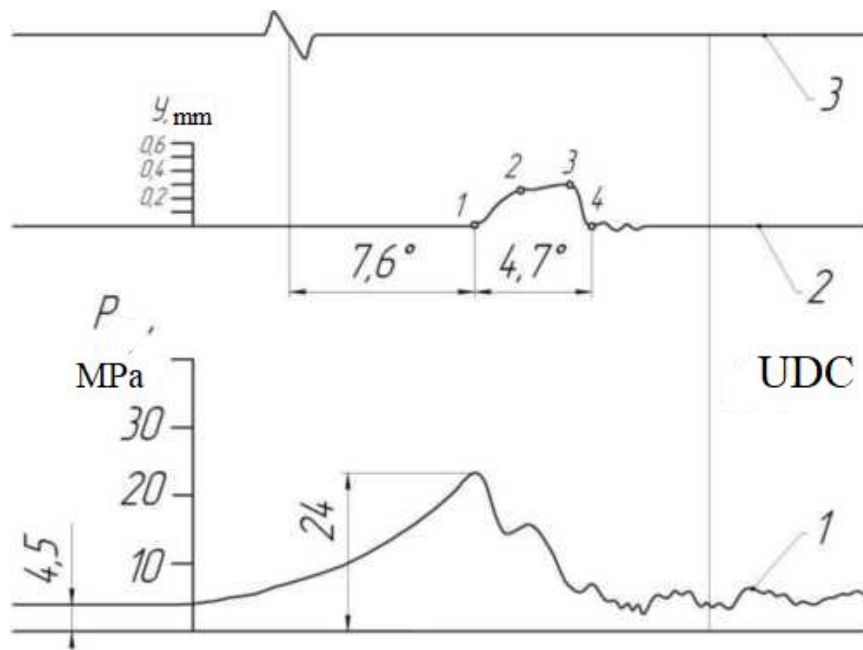


Figure 1 – Pressure oscillograms in the injector's pipeline (1), needle motion (2), evaluation of the geometric start of fuel supply (3) and upper dead center (UDC)

The considered methods of diagnosing fuel equipment are very informative and reliable. In addition, they do not require expensive equipment. All methods can be used during the vessels' operation, but their use requires high qualification of the service personnel.

LIST OF USED LITERATURE

1. Обозов А.А. Развитие методов и систем технического диагностирования / А.А. Обозов, В.И. Таричко // Двигателестроение. – 2012. – № 4 (250). – С. 30-34.
2. Михайлова Л.Ю. Диагностика форсунки дизеля по анализу хода иглы и утечкам топлива / Л.Ю. Михайлова // Вестник инновационного евразийского университета. – Павлодар, 2011. – № 3 (43). – С. 99-105.
3. Лашко В. А. Диагностика угла опережения впрыска топлива и его влияние на протекание рабочего процесса дизеля / В.А. Лашко, Ю.П. Макушев, Л.Ю. Михайлова // Материалы Межд. науч.-техн. конф. «Двигатели 2013». – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – С. 201 – 213
4. Губертус Гюнтер. Диагностика дизельных двигателей. Серия «Автомеханик», пер. с нем. Ю.Г. Грудского. – М. : ЗАО КЖИ «За рулем», 2004. – 176 с
5. Макушев Ю. П. Датчики для осциллографирования процесса впрыска топлива в дизелях. Ориентированные фундаментальные и прикладные исследования - основа модернизации и инновационного развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплексов России / Ю.П. Макушев, А.В. Филатов, Л.Ю. Михайлова // Матер. 66-й Межд. науч.-практ. конф. - Омск : СибАДИ, 2012. - Кн. 2. - С. 67 - 71.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ПРИВОДА ПРИ ПИТАНИИ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

Арешкин В. Р., Радкевич Е. А., Сахно В. О.

Херсонская государственная морская академия

Научный руководитель – Голощапов С. С., к.т.н., доцент

Введение. Асинхронные машины используются преимущественно в качестве двигателей. Трехфазный асинхронный двигатель (АД) в настоящее время является основным типом электродвигателей в промышленности и на судах морского флота. Трехфазные АД являются главными потребителями энергии (до 80%) электростанций.

Широкое применение на судах трехфазные АД получили благодаря простоте устройства, удобству обслуживания и высокой надежности в эксплуатации. Они выполняются в брызгонепроницаемом и водозащищенном исполнении и используются для привода якорно-швартовных, рулевых устройств, палубных кранов, лебедок, вентиляторов, насосов, компрессоров и пр. Асинхронные машины применяются также в качестве гребных двигателей в схемах электродвижения.

Основная часть. На практике, зачастую, возникает необходимость плавного регулирования скорости асинхронного привода. При этом, в основном, применяют частотное регулирование – наиболее плавный и экономичный способ регулирования скорости асинхронных короткозамкнутых двигателей, обеспечивающий широкий диапазон регулирования (до 12:1 и выше) при достаточно жестких механических характеристиках. Однако осуществление данного способа регулирования требует наличия специальных преобразователей частоты, тип которых определяет схему частотного управления асинхронным двигателем.

В настоящее время на судах применяются, главным образом, полупроводниковые преобразователи, формирующие напряжение заданной частоты из источника постоянного тока – инверторы.

Наиболее простым является инвертор, формирующий на выходе трехфазное напряжение прямоугольной формы, сдвинутое друг относительно друга на 120° . На рис. 1 представлена схема такого инвертора со звеном постоянного тока, в котором транзисторы каждого полумоста управляются прямоугольным напряжением (с длительностью открытого состояния транзистора 180°) [1].

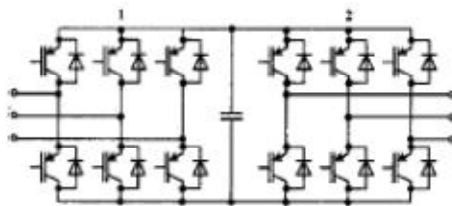


Рисунок 1 – Инвертор со звеном постоянного тока:

1 – выпрямитель, 2 – инвертор

Следующим этапом в формировании трехфазного напряжения с управляемой частотой является получение синусоидальной кривой напряжения. Наиболее распространенным улучшением гармонического состава выходного напряжения является формирование кривой из пакета импульсов [2]. Таким образом можно исключить все гармоники с частотами ниже частоты следования импульсов. Длительность импульсов в порядке их следования может модулироваться по любому, в частности, синусоидальному, закону, как показано на рис. 2, в.

Способы широтно-импульсной модуляции (ШИМ) наиболее просто реализуются в

инверторах напряжения с индивидуальной коммутацией. При этом кривая выходного напряжения будет содержать высокочастотные гармоники, которые легко отфильтровать. Однако система управления инвертором получается громоздкой, а высокая частота переключений тиристоров приводит к увеличению коммутационных потерь.

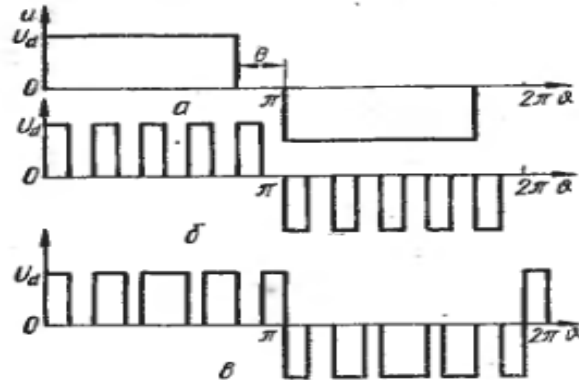


Рисунок 2 – Широтная и широтно-импульсная модуляция выходного напряжения

В инверторах напряжения синусоидальность выходного напряжения можно также обеспечить с помощью внешних LC -фильтров [2]. Однако им свойственна большая установленная мощность а также то, что степень подавления гармоник зависит от характеристики фильтра и никогда не бывает 100 процентной. Кроме того, при изменении частоты необходимо менять и параметры фильтра, что, зачастую, невозможно.

При векторном способе синтеза синусоидального напряжения выходное напряжение преобразователя формируется из выходных напряжений нескольких инверторов, имеющих соответствующие фазу и частоту и включенных последовательно на стороне переменного тока [2]. При таком способе можно получить на выходе синусоидальное напряжение с любой наперед заданной точностью при различных вариантах соединения выходных цепей инверторов.

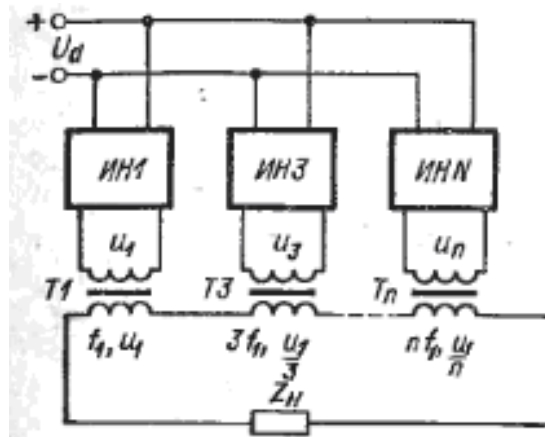


Рисунок 3 – Преобразователь с суммированием выходных напряжений инверторов, работающих с кратными частотами

Получить синусоидальное выходное напряжение можно, если складывать прямоугольные напряжения различных частот. Это достигается тем, что инвертор напряжения основной частоты на стороне переменного тока соединяется последовательно с инверторами, работающими на частотах $3f_1, 5f_1, \dots$ и имеющими соответствующие фазу и амплитуду выходного напряжения, так, чтобы результирующее напряжение было близко к синусоидальному (рис.1.8) [2].

Оба приведенных способа – векторный и с суммированием напряжений с кратными частотами при реализации весьма громоздки и сложны, особенно если

выдвигаются повышенные требования к форме выходного напряжения.

В связи с этим из всех перечисленных способов получения синусоидального напряжения с регулируемой частотой наиболее пригодным следует признать способ с промежуточным звеном постоянного тока и инвертором, управляемым ШИМ. Однако для удовлетворительной формы кривой необходимо довольно частая (порядка 10 за полпериода) коммутация ключей инвертора, что приводит к значительным коммутационным потерям в ключах и их разогреву. Для эвакуации тепловых потерь в ключах, как правило, применяют деионизованую воду. Последнее резко снижает эксплуатационную надежность и усложняет конструкцию инвертора.

Поэтому является актуальной попытка запитать АД от источника трехфазного прямоугольного напряжения, реализуемого по схеме рис.1, в которой коммутационные потери в ключах инвертора по сравнению с ШИМ снижены на порядок.

Расчет потерь, вызванных высшими гармоническими (ВГ), может быть сведен к следующему.

Согласно спектрального анализа прямоугольной кривой, в ней содержатся только нечетные гармоники, то есть 1-я, 3-я, 5-я, 7-я и т.д. При разложении в ряд Фурье, кривая такого напряжения представляется в виде [3]:

$$f(\omega t) = \frac{4a_m}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \frac{1}{7} \sin 7\omega t + \dots \right). \quad (1)$$

Первая гармоника является полезной, совершает работу и создает основные потери в двигателе. Остальные ВГ создают добавочные моменты, искажающие основную характеристику момента двигателя, и добавочные потери, уменьшающие к.п.д. двигателя и приводящие к нарушению его теплового режима.

При соединении обмоток двигателя звездой исключаются 3-я и кратные ей гармоники, т.е. 9-я, 15-я и т. д. Поэтому одним из основных требований, предъявляемых к схемам включения двигателя, является включение обмоток двигателя звездой. Оставшиеся гармонические влияют на работу двигателя в зависимости от коэффициентов членов ряда (1) и от величины обмоточного коэффициента для каждой из гармоник.

Как известно, обмоточный коэффициент $k_{o\sigma}$ состоит из коэффициента укорочения и коэффициента распределения [4]., т.е.

$$k_{o\sigma} = k_y \cdot k_p,$$

где k_y - коэффициент укорочения, k_p - коэффициент распределения.

Как показывает анализ, коэффициент распределения, зависящий от числа пазов на полюс и фазу, изменяется очень слабо и его с достаточной степенью точности можно принять $k_{p1} = 0,96$.

Коэффициент укорочения k_{yv} для v -той гармоники может быть определен из выражения

$$k_{yv} = \sqrt{1 - \left(\sin v \arcsin \sqrt{1 - k_{y1}^2} \right)^2},$$

где v – порядок гармоники,

k_{y1} – коэффициент укорочения для первой (основной) гармоники.

Общий алгоритм расчета обмоточного коэффициента может быть следующий:

1. Задаемся обмоточным коэффициентом $k_{o\sigma 1}$ по первой гармонике,
2. Принимаем коэффициент распределения для первой гармоники $k_{p1} = 0,96$,
3. Определяем коэффициент укорочения для первой гармоники как

$$k_{y1} = \frac{k_{o\delta 1}}{k_{p1}} = \frac{k_{o\delta 1}}{0,96}.$$

4. Для ν -той гармоніки визначаємо коефіцієнт розподілу як

$$k_{p\nu} = \frac{\sin \frac{\nu\pi}{2m}}{q \sin \frac{\nu\pi}{2mq}}.$$

5. Визначаємо коефіцієнт укорочення для ν -той гармоніки

$$k_{y\nu} = \sqrt{1 - \left(\sin \nu \arcsin \sqrt{1 - k_{y1}^2} \right)^2}.$$

6. Визначаємо обмоточний коефіцієнт для ν -той гармоніки як

$$k_{o\delta\nu} = k_{p\nu} k_{y\nu}.$$

Далі для кожної з гармонік розраховуються електричні втрати в меді статора $P_{\sigma 1,\nu}$ і в меді ротора $P_{\sigma 2,\nu}$ як

$$P_{\sigma 1,\nu} = \frac{k_{o\delta,\nu}^2}{\nu^2 k_{o\delta 1}^2} P_{\sigma 1,1} \quad \text{і} \quad P_{\sigma 2,\nu} = \frac{k_{o\delta,\nu}^2}{\nu^2 k_{o\delta 1}^2} P_{\sigma 2,1}$$

де $P_{\sigma 1,1}$ і $P_{\sigma 2,1}$ – втрати в меді від основної гармоніки статора і ротора відповідно.

Втрати в сталі від ВГ розраховуються як

$$P_{cm\nu} = P_{cm1} \left(\frac{k_{o\delta\nu}}{k_{o\delta 1}} \right)^2 \nu^{\beta-2}, \quad (2)$$

де P_{cm1} – втрати в сталі від основної гармоніки,

β – коефіцієнт, залежачий від марки сталі, вибирається по табл. 1.

Таблиця 1 – Удельні втрати в сталі асинхронних двигателів і значення β

Марка сталі	2013, 2011, 2211	2312	2411
β	1.5	1.4	1.3

Крім основних втрат в сталі $P_{cm.осн}$ (яре статора і його зубців) існують ще поверхнісні втрати в роторі $P_{нов2}$ і пульсаційні $P_{нул2}$ в зубцях ротора. Аналіз цих залежностей показує, що вказані втрати, в кінцевому рахунку, пропорційні, як і основні втрати в сталі, величині B_{δ}^2 (B_{δ} – індукція в повітряному зазорі), тобто, структури формул основних втрат в сталі, поверхнісних втрат в роторі і пульсаційних втрат в зубцях ротора в відношенні індукції схожі. Тому в формулі (2) в якості параметра P_{cm1} слід розуміти повні втрати в сталі [5].

$$P_{cm1} = P_{cm.осн} + P_{нов2} + P_{нул2}.$$

По викладеній методиці був розрахований двигун з номінальною потужністю 30 кВт, напругою 400 В, частотою 50 Гц. В результаті розрахунку були отримані наступні дані:

$$P_{\sigma 1,1} = 1386 \text{ Вт}, \quad P_{\sigma 2,1} = 716 \text{ Вт}, \quad P_{cm1} = 463 \text{ Вт}, \quad \text{к.п.д. } \eta = 0,907.$$

Тепловий розрахунок по основній гармоніці дав наступні результати:

– перевищення температури обмотки статора над температурою оточуючої середовища $\Delta\theta_1 = 91,3 \text{ }^\circ\text{C}$,

– превышение температуры сердечника статора над температурой воздуха внутри двигателя $\Delta\vartheta_{нов1} = 16,5^\circ\text{C}$.

При расчете добавочных потерь от ВГ во внимание принимались дополнительные потери от 5-й, 7-й, 11-й, 13-й, 17-й и 19-й гармоник. Расчет велся для значений обмоточных коэффициентов 0,88, 0,9, 0,92 и 0,94. При этом наибольшие потери от ВГ показал вариант при $k_{об} = 0,9$. Дополнительные потери в обмотках увеличились на 0,7% и составили 14,7 Вт, в стали – на 36,4% (169 Вт). Кпд уменьшился до 0,901.

Тепловой расчет с учетом ВГ показал следующее:

- превышение температуры обмотки статора над температурой окружающей среды $\Delta\vartheta_1 = 95,2^\circ\text{C}$
- превышение температуры сердечника статора над температурой воздуха внутри двигателя $\Delta\vartheta_{нов1} = 18,7^\circ\text{C}$.

Выводы. Анализ энергетических показателей автономных электроприводов на базе АД при питании напряжением прямоугольной формы показывает, что потери, вызываемые высшими гармоническими, крайне незначительны и в общей сумме составляют не более 6% от основных потерь. Дополнительный перегрев двигателя, вызываемый этими потерями, не превышает 3-4 $^\circ\text{C}$. В то же время на порядок снижаются коммутационные потери ключей инвертора, что позволяет отказаться от сложных, ненадежных и дорогих систем жидкостного охлаждения и ограничиться дутьем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моин В.С. Стабилизированные транзисторные преобразователи / В.С. Моин – М.: Энергоатомиздат, 1986. 376 с.
2. Чижено И.М. Справочник по преобразовательной технике. / И.М. Чижено – К.: Техніка. 1978. 447 с.
3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Учебник для студентов энергетических и электротехнич. вузов / Л.А. Бессонов – М.: Высш. школа, 1973. 752 с.
4. Костенко М.П. Электрические машины. Ч. 2. – Машины переменного тока. Учебник для вузов. / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский, - Л.: Энергия. 1973. – 648 с.
5. Копылов И.П. Проектирование электрических машин. Учебник для вузов. / И.П. Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клоков, Б.Ф. Токарев, – М.: Энергия. 1980. – 496 с.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОГО ОПРЕСНИТЕЛЯ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ С ВНЕДРЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА - ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

Балюк В.А., Новикова К.А.

Херсонский филиал Национального университета кораблестроения

Научный руководитель – Шевченко В.В., к.т.н профессор

Вступление. Известно несколько способов опреснения, обессоливания воды. Одни из них предусматривают отделение воды от солей изменением её агрегатного состояния – переводом в пар (дистилляция) или твёрдую фазу (вымораживание, газогидратный метод), другие - без изменения агрегатного состояния (электродиализ, обратный осмос). Одним из перспективных способов опреснения, обессоливания водных растворов, служит электродиализ. Электродиализные аппараты (ЭДА) при определённых условиях могут конкурировать с дистилляционными, так как позволяют выделять соли из воды, а не наоборот [1, 2].

Основная часть. В работе дан анализ и рассмотрены перспективы внедрения ветроэнергетических установок (ВЭУ) в фермерских хозяйствах южной Украины, как альтернативный источник энергии для питания электродиализного опреснителя (ЭДО) [1].

Были проведены исследования по выбору и внедрению ВЭУ малой мощности с выбором эффективного метода деминерализации артезианской воды с концентрацией соли до 10 г/л которым является электродиализ [2].

В технико-экономическом отношении электродиализ выгодно отличается от других методов опреснения воды, рядом преимуществ которые отражены в работе [3]. Недостаток пресной воды необходимого качества ощущается в фермерских хозяйствах южной Украины, которые удалены от оросительных каналов и энергосистем. Поэтому были проведены исследования по выбору и внедрению ВЭУ малой мощности с многокамерным ЭДУ прямоточного типа (рис. 1).

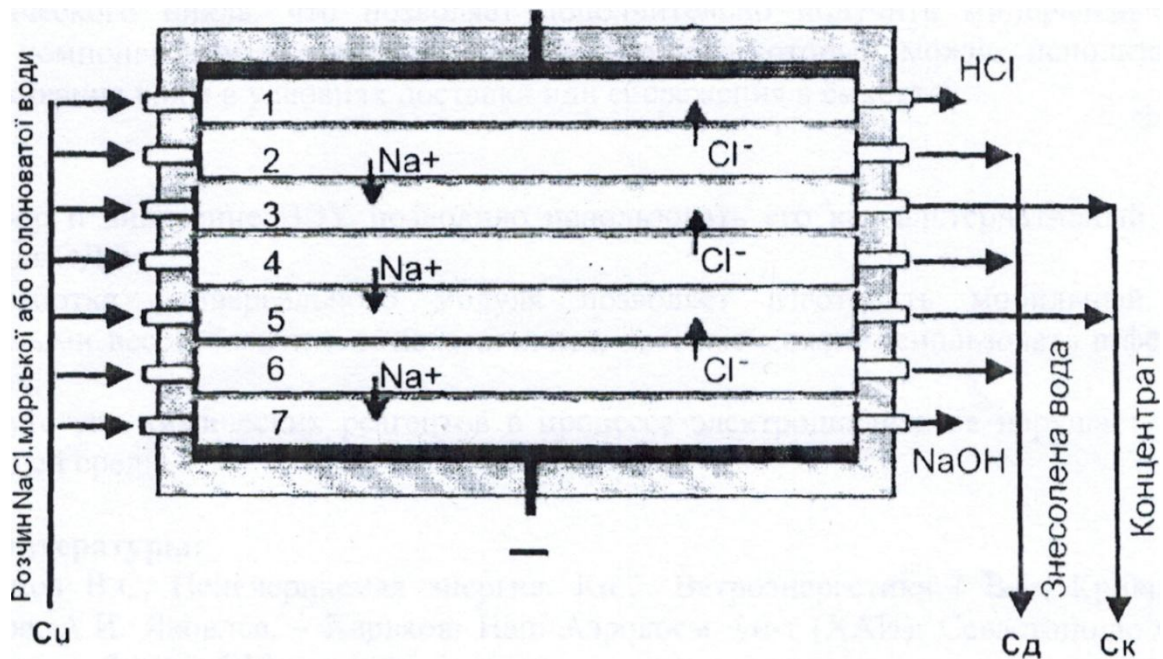


Рисунок 1 – Многокамерное ЭДО прямоточного типа

Выбранная классическая схема процесса обессоливания и концентрации водного раствора в многокамерном электродиализном опреснителе которая состоит из двух электродных камер (1. 7) и двух контуров циркуляции рабочего раствора, из них парные

камеры (2, 4, 6) обессоливания и непарные камеры (3, 5) концентрирования, которые разделены ионообменными мембранами типа МА40 и МК40.

Для получения необходимой степени опреснения исходной воды $C_{и}$ с концентрацией соли ($C_{и} = 10$ г/л) содержание соли должно понизиться в 25-30 раз, жёсткость в 10-15 раз, что соответствует Европейским стандартам и соответствует требованиям фермерского хозяйства.

Анализ и расчёт ВЭУ малой мощности показывает, что существует несколько вариантов реализации ветрогенераторов в условиях степной зоны южной Украины, которые отображены в работе [3]. На рис. 2 приведена блок-схема водо- и электроснабжения фермерского хозяйства.

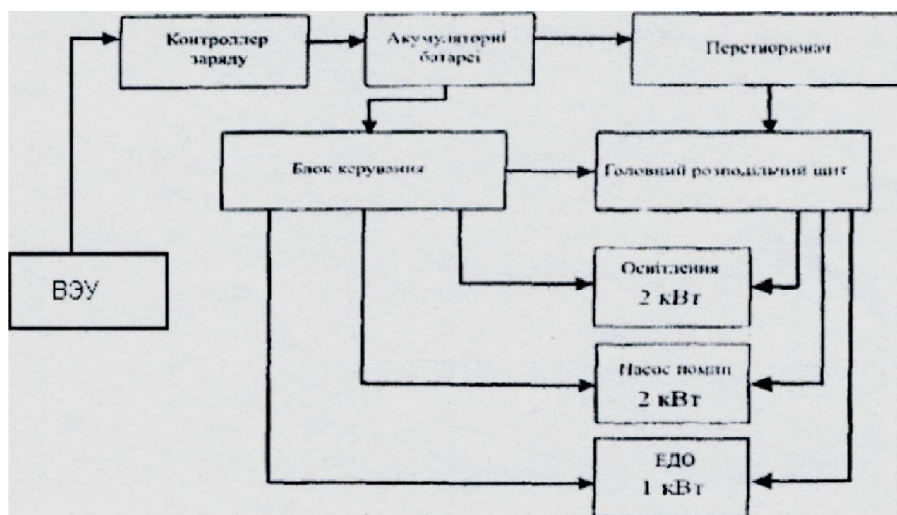


Рисунок 2 – Альтернативное водо- и электроснабжение фермерского хозяйства

На основе электродиализного опреснителя возможна разработка замкнутого технологического цикла, что позволяет дополнительно получить минеральные соли с разными компонентами а также газообразный хлор, который можно использовать для обеззараживания воды в условиях доставки или сбережения в ёмкостях.

Выводы:

1. Выбор и внедрение ВЭУ позволило использовать его как альтернативный источник энергии для ЭДО
2. Разработка универсального модуля позволяет изготовить мобильный ЭДО с оптимальными весогабаритными показателями, которые можно использовать в фермерских хозяйствах.
3. Отсутствие химических реагентов в процессе электродиализа не нарушает экологию окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кивцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн.2. Ветроэнергетика / В.С. Кивцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. — Харьков: Нац. Аэрокосм. ун-т (ХАИ); Севастополь: Севастоп. Нац.техн. ун-т, 2004. - 519 с.
2. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1991. -343 с.
3. Шевченко В.В., Филипчук А.Н, покорный В.В. Применение электродиализа для обессоливания и умягчения морской воды // Современные информационные и инновационные технологии на транспорте (MINTT - 2010: сб. научных трудов). - т.2 - Херсон: ХДМИ, 2010.- с. 271-272.

РЕГУЛЯТОРИ ПІДДІЗ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ СУДНОВИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ

Бацак Б. В., Білецький С. В., Лимарєв В. А.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Рожков С. О., д.т.н., проф., завідувач кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики ХДМА

Вступ. Перед подачею палива у двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) використовують автоматичні системи паливо-підготовки, що працюють на базі ПІ, ПІД – регуляторів та підтримують встановлену в'язкість та температуру палива. Відомо [1 – 3], що в'язкість рідини зворотно пропорційна її температурі, проте, навіть палива однакових марок мають різні співвідношення між в'язкістю та температурою, не кажучи проте, що часто використовують суміші різних палив. При цьому майже у всіх системах передбачається астатична характеристика регулювання в'язкості палива, щоб її значення перед форсунками СДВЗ лишалось постійним на всіх режимах навантажень. Слід відзначити той факт, що хоч аналітичний опис динаміки теплообмінних апаратів супроводжується складними розрахунками, їх автоматичне регулювання представляє собою досить просту задачу. Але за виключенням випадків, коли необхідна висока точність регулювання, наприклад, при регулюванні в'язкості палива суднових двигунів внутрішнього згоряння (СДВЗ) [4 – 7].

Основна частина. Серед причин широкого розповсюдження автоматичних регуляторів в'язкості палива найбільш вагомим є боротьба із забрудненням навколишнього середовища та широке застосування продуктів перегону нафти з високою концентрацією сірки в якості палив СДВЗ.

На практиці, у системах автоматичного регулювання (САР) здебільшого використовуються ПІД-регулятори, що формують регулюючий вплив в залежності від зміни величини, що підлягає регулюванню. Передавальна функція ПІД-регулятора має наступний вигляд:

$$R(s) = k_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot s} + T_d \cdot s \right). \quad (1)$$

Об'єкти регулювання у звичайних умовах роботи піддаються випадковим збуренням, серед яких можуть бути неконтрольовані, тому величина, що регулюється, є також випадковим процесом. Таким чином, величина помилки управління оцінюється або за довгий період у середньому, або величиною короточасних викидів, викликаних ступеневою формою реалізації збурень. Оскільки для нелінійних систем не доведено, що ступенева форма збурень є найбільш важкою, то можна поставити під сумнів твердження про працездатність ПІД-регуляторів, де причиною низької якості регулювання є великі значення величини транспортного запізнення τ .

У лінійному наближенні реальні об'єкти автоматизації, суднові енергетичні установки, де присутнє велике транспортне запізнення, описуються функціями виду:

$$W_0(s) = \tilde{W}_0(s) \cdot e^{-\tau \cdot s}, \quad (2)$$

де

$$\tilde{W}_0(s) = \frac{K_0}{(T_1 s + 1) \cdot (T_2 s + 1) \cdot \dots \cdot (T_n s + 1)}.$$

Передавальна функція багатопараметричного регулятора (3) з похідними різного порядку дає змогу покращити показники якості регулювання САР з великим транспортним запізненням:

$$W_{pM}(s) = K_p^m \cdot \left(1 + \frac{1}{T_u s} + T_{d1} s + T_{d2}^2 s^2 + T_{d3}^3 s^3 \right), \quad (3)$$

де K_p^m - коефіцієнт передачі; T_u - постійна часту інтеграції; T_{d1}, T_{d2}, T_{d3} - постійні часу диференціювання.

Можливість компенсації транспортного запізнювання за допомогою компенсатору з передавальною функцією $W_k(s) = e^{\tau \cdot s}$, що включений у систему перед регулятором представлено у вигляді розкладання у ступеневого ряду Лорана різної кількості членів (4):

$$W_k^{\varepsilon}(s) = 1 + \frac{\tau s}{1!} + \frac{\tau^2 s^2}{2!} + \frac{\tau^3 s^3}{3!} + \dots \quad (4)$$

Передавальна функція з компенсатором та послідовно з'єднаним ПІД-регулятором має вигляд ПІД²Д³ регулятора (5):

$$W_{нк}(s) = \left(K_p + \frac{K_u}{s} + K_d s \right) \cdot (1 + K_1 s + K_2 s^2), \quad (5)$$

де K_p, K_u, K_d - параметри налаштування ПІД-регулятора; K_1, K_2 - параметри налаштування компенсатора.

При виконанні перетворень між передавальними функціями (3) та (5) треба враховувати, що при фізичній реалізації компенсатору необхідно обирати граничне число членів ряду (4).

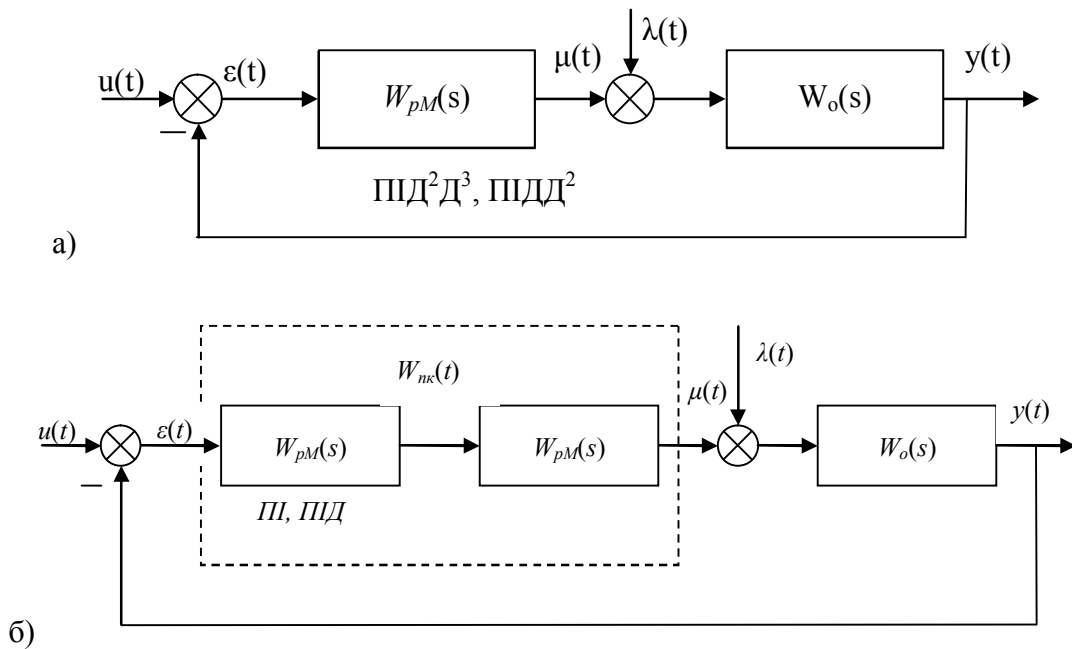


Рисунок 1 – Структурні схеми САР:

а) з багато-параметричним регулятором; б) з компенсатором та регулятором

Вирази, що зв'язують параметри налаштування ПІД²Д³ регулятора та пристрою керування $W_{нк}(s)$, який включає ПІД-регулятор та компенсатор, показано в (6):

$$\begin{aligned} K_p^M &= K_p + K_1 \cdot K_u; & K_u^M &= K_u; \\ K_{d1}^M &= K_d + K_1 \cdot K_p + K_2 \cdot K_u; & K_{d2}^M &= K_d \cdot K_1 + K_p \cdot K_2; & K_{d3}^M &= K_d \cdot K_2. \end{aligned} \quad (6)$$

При використанні ПІ-регулятора, пристрій керування з компенсатором, що включає три члена ряду (4), буде відповідати ПІДД²-закону регулювання, а при включенні двох членів ряду – буде відповідати ПІД-алгоритму.

Для перетворення в роботі використано метод Рунге-Кутти другого порядку, що дозволило значно знизити чутливість моделі до інтервалу дискретності. Моделювання системи регулювання було зведене до моделювання аперіодичних ланок.

У якості цільової функції використовувалася площа перехідного процесу у вигляді інтегралу за модулем відхилення величини регулювання $I_{M,\lambda} = \int |y(t)| dt$ при одиничному ступеневому впливі $\lambda(t)=1$ по каналу регулюючого органу. Такий вигляд цільової функції в залежності від інтегралу має екстремальний характер [10 – 11]., і таким чином робить стійкою процедуру пошуку оптимальних параметрів налаштування.

Для забезпечення заданого запасу стійкості використаний частотний показник коливальності $M_{\text{доп}}$, визначений у вигляді максимального значення амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) замкненої системи на частоті резонансу $A_{\text{зс}}(\omega_p)$.

Рівняння для АЧХ замкненої системи з багато-параметричним регулятором $A_{\text{зс,рМ}}(\omega_p)$ та для пристрою керування з компенсатором $A_{\text{зс,нк}}(\omega_p)$ показано в (7):

$$A_{\text{зс,рМ}}(\omega_p) = \left| \frac{W_{\text{рМ}}(j\omega) \cdot W_o(j\omega)}{1 + W_{\text{рМ}}(j\omega) \cdot W_o(j\omega)} \right|, \quad A_{\text{зс,нк}}(\omega_p) = \left| \frac{W_{\text{нк}}(j\omega) \cdot W_o(j\omega)}{1 + W_{\text{нк}}(j\omega) \cdot W_o(j\omega)} \right|. \quad (7)$$

Критерій оптимальності для простого налаштування без урахування варіацій параметрів об'єкта можна записати у вигляді:

$$F_{\text{opt}} = \begin{cases} I_{M,\lambda} \cdot \langle 1 + |M_{\text{доп}} - A_{\text{зс}}(\omega_p) \rangle, \\ \text{якщо, } A_{\text{зс}}(\omega_p) \triangleright M_{\text{доп}}, \\ I_{M,\lambda}, \text{ якщо, } A_{\text{зс}}(\omega_p) \leq M_{\text{доп}}. \end{cases}, \quad (8)$$

Критерій робастного налаштування для САР з варіативною передавальною функцією об'єкту регулювання і з урахуванням граничного показника коливальності показано в (9):

$$F_{\text{opt}}^{\text{wr}} = \begin{cases} I_{M,\lambda} \langle 1 + |M_{\text{доп}} - A_{\text{ср}}(\omega_r)| + |M_{\text{доп}}^{\text{var}} - A_{\text{ср}}^{\text{var}}(\omega_r) \rangle \\ \text{if } A_{\text{ср}}(\omega_r) > M_{\text{доп}} \text{ and } A_{\text{ср}}^{\text{var}}(\omega_r) > M_{\text{доп}}^{\text{var}}, \\ I_{M,\lambda} \text{ if } A_{\text{ср}}(\omega_r) \leq M_{\text{доп}} \text{ and } A_{\text{ср}}^{\text{var}}(\omega_r) \leq M_{\text{доп}}^{\text{var}} \end{cases}, \quad (9)$$

де $\omega_p^{\text{ср}}$ - резонансна частота у САР з варіативними параметрами об'єкту; $M_{\text{доп}}^{\text{ср}}$ - допустиме значення показника коливальності у САР з варіативними параметрами при відповідній йому частоті $\omega_p^{\text{ср}}$.

В роботі варіативним параметром обрано транспортне запізнювання $\tau_{\text{ср}}$. Зменшення запізнювання не викликає зниження стійкості системи, адже система при цьому стає менш чутливою і відповідно більш грубою [2 – 6].

Таким чином, маємо передавальну функцію об'єкту регулювання у вигляді:

$$W_0(s) = K \cdot \frac{e^{\tau \cdot s}}{(T_1 s + 1) \cdot (T_2 s + 1)^3}, \quad (10)$$

Обмеження на показник коливальності транспортного запізнювання, а також параметри налаштування ПІД-регулятора з компенсатором обрано за [9]. $M_{\text{доп}} \leq 1,618$.

Для обраного об'єкту керування (СДВЗ) за вихідного значення часу запізнювання у відповідності до критерію (8) були отримані налаштування САР з ПДД²Д³, ПДД² та ПД регуляторами, а також налаштування САР з керуючим пристроєм, ПД регулятором та компенсатором другого порядку, що складається з трьох членів ряду (4). За результатами отриманих налаштувань, а також за даними, взятими з [5]., було проведено оцінку чутливості системи що до збільшення запізнювання від τ до $\tau_{вар}$, шляхом аналізу амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) та відповідних показчиків коливальності.

На рис. 2 показано перехідні процеси та АЧХ у САР з багато-параметричними ПДД²Д³, ПДД² та ПД регуляторами, оптимально налаштованими на вихідну передавальну функцію об'єкта з постійною запізнювання τ та при вибраній умові $M_{од} \leq 1,618$.

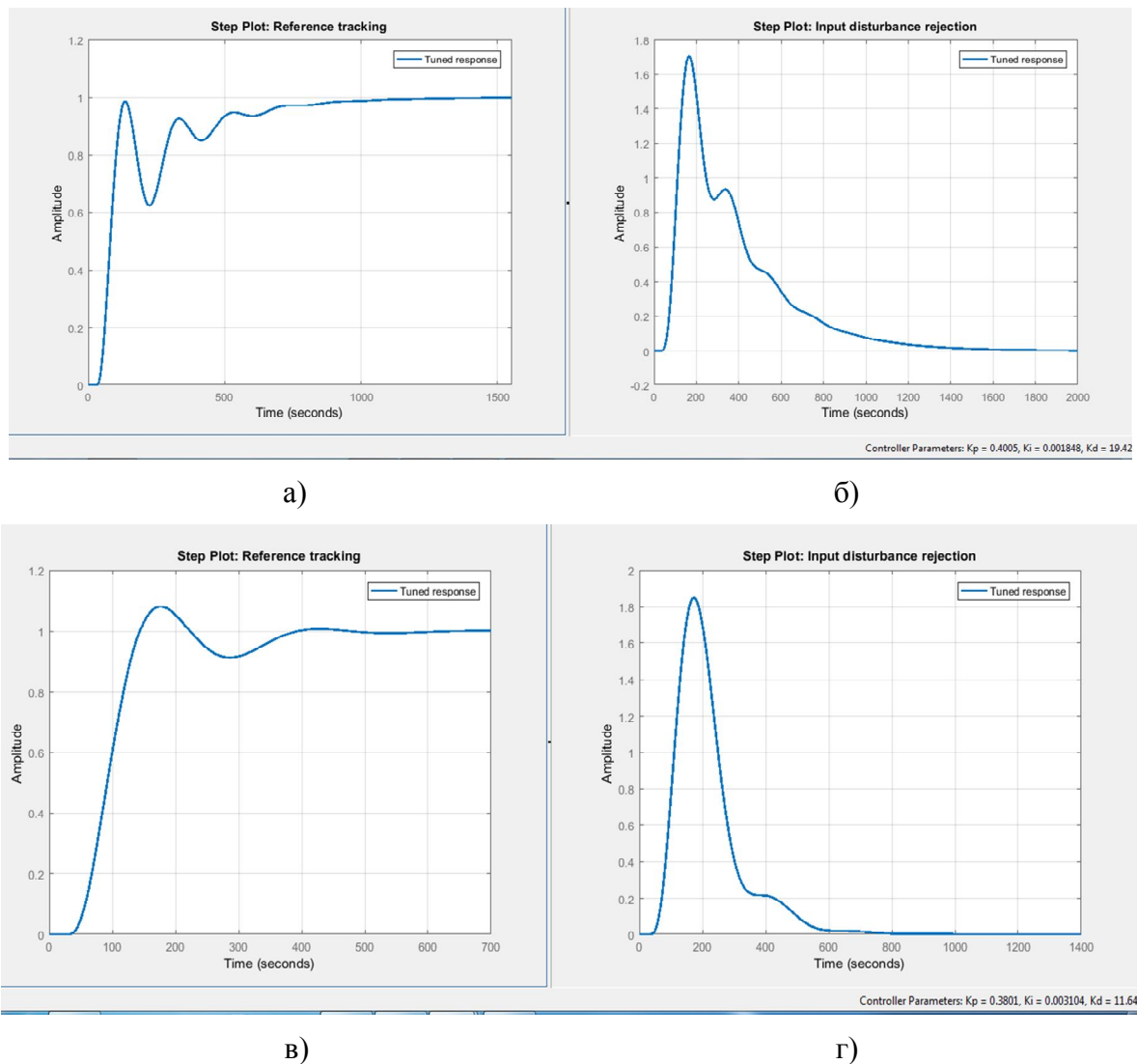


Рисунок 2 – Перехідні процеси та АЧХ для САР з робастними налаштуваннями багато параметричних регуляторів:

а, б – для вихідного об'єкту з запізнюванням τ ; в, г – для варіаційного об'єкту з запізнюванням $\tau_{вар}$.

Висновки. Якість САР з ПДД²Д³ регулятором за інтегральним показчиком $I_{M,\lambda}$ покращується у 1,6 разів у порівнянні з ПДД² регулятором та у 3 рази у порівнянні з ПД регулятором. Збільшення часу запізнювання τ на 40% до $\tau_{вар}$ за такого налаштування істотно знижує стійкість системи регулювання (показчик коливальності САР з ПДД²Д³

регулятором збільшується у 3,2 рази, з ПІДД² регулятором – у 1,9 рази, а з ПІД регулятором – у 1,4 рази) та погіршує якісні показники ($I_{M,\lambda}$ у САР з ПІДД²Д³ регулятором збільшується у 2,5 рази, з ПІДД² регулятором – у 1,8 рази, а з ПІД регулятором – у 1,3 рази).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дудников Е. Г. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для ВУЗов. / Под ред. Е. Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. –368 с.
2. Сыромятников В. Ф. Настройка автоматики судовых энергетических установок. / В. Ф. Сыромятников.: Справочник. – Л.: Судостроение, 1989. -352 с.
3. Сыромятников В. Ф. Основы автоматики и комплексная автоматизация судовых пароэнергетических установок. / В. Ф. Сыромятников. Учебник. – М.: Транспорт, 1983. –312 с.
4. Ротач В.Я. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / В. Я. Ротач - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МЭИ, 2004. – 400 с.
5. Ротач В. Я. К расчету оптимальных параметров ПИД-регуляторов по экспертным критериям / В. Я. Ротач // Промышленные АСУ и контроллеры, 2006. -№02. – С 22-29.
6. Ротач, В.Я. Расширение границ действия теории автоматического управления теплоэнергетическими процессами / В.Я. Ротач // Теплоэнергетика. – 2009. – № 10. – С. 25–31.
7. Смирнов Н.И., Сабанмн В.Р., Репин А.И., Чувствительность и робастная настройка ПИД-регуляторов с реальным дифференцированием // Теплоэнергетика № 10 2007. –С.15-23.
8. Денисенко В. ПИД-регуляторы: принцип построения и модификации. <http://www.cta.ru/cms/f/342946.pdf>
9. Макаров И. М. Линейные автоматические системы (элементы теории, методы расчета и справочный материал). /И. М. Макаров, Б. М. Менский - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 504 с.
10. Егупов Н. Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. / Под ред.. Н. Д. Егупова, К. А. Пупкова: Учебник. В 5 т. Том 5. Синтез регуляторов систем автоматического управления. –М.:МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 616 с.
11. Ладанюк А.П. Показатели функционирования и устойчивости систем с многопараметрическими регуляторами / А.П. Ладанюк, Д.О. Крониковский // Проблемы управления и информатики, 2011. –№ 2. – С.122-129.

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ СУДОВЫХ ВАЛОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Белошкурский А. А., Пожар Д. Н.

Херсонская государственная морская академия

*Научный руководитель – Иценко И. М., к.т.н., профессор кафедры
судового электрооборудования и средств автоматики Херсонской государственной
морской академии*

Введение. Как известно, повышение экономичности и надежности судовых электроэнергетических систем (СЭЭС) является приоритетной задачей современного судостроения. Одним из направлений решения данной проблемы является использование мощности главной энергетической установки (ГЭУ) для производства электроэнергии. Применение валогенераторных установок (ВГУ) и утилизационных турбогенераторов (УТГ) позволяет уменьшить себестоимость электроэнергии.

Актуальность исследований. Применение ВГУ в составе СЭЭС позволяет отказаться от эксплуатации всех или части автономных дизель-генераторов (ДГ) в ходовых режимах работы судна, увеличить моторесурс ДГ, уменьшить эксплуатационные затраты, повысить надёжность СЭУ и безопасность мореплавания судна в целом.

Кроме того, в настоящее время ряд международных классификационных обществ [2] принимают решение о включении применительно к отдельным типам судов (танкеры, газовозы, пассажирские и круизные суда) дополнительного требования о наличии резервного пропульсивного комплекса, обеспечивающего аварийный ход судна в случае отказа ГД. В качестве аварийного пропульсивного комплекса предусматривается использование ВГУ.

Материалы исследований. При использовании ВГУ в качестве генератора и электродвигателя обычно рассматривают четыре схемы работы пропульсивного комплекса:

1. ГД работает на гребной винт;
2. ГД работает на гребной вал, а часть его мощности передаётся на ВГУ, работающую в режиме генератора;
3. На гребной вал работает как ГД, так и ВГУ, работающая в режиме электродвигателя (ЭД);
4. ГД отключён, на гребной вал работает только ЭД.

Следует отметить, что расширение функций ВГУ на современных судах обусловлено увеличением мощности систем электроснабжения, что вызвано широким внедрением электроэнергетических комплексов большой мощности различного назначения. Это подтверждается данными, приведёнными в табл. 1.

Таблица 1 – Основные показатели энергетических систем судов

Судна	Диапазон мощности ГД, мВт	Относительная мощность СЭС
Танкеры	0,8 - 25	0,17 – 0,26
Сухогрузы	0,6 - 18	0,25 – 0,32
Балкеры	10,0 - 22	0,13 – 0,15
Контейнеровозы	1,2 - 55	0,19 – 0,21
Газовозы	12,0 - 18	0,22 – 0,27
Накатные	5,0 - 20	0,18 – 0,29
Пассажирские	1,3 - 18	0,25 – 0,7
Паромы	0,6 - 15	0,22 – 0,45

Для использования двигательного режима ВГУ требуется решение ряда достаточно сложных вопросов, к основным из которых относятся обеспечение пуска ЭД от источников ДГ соизмеримой мощности, выбор оптимальных законов управления ЭД для различных условий плавания судна и др.

При рассмотрении совместной работы ГД и ЭД обычно принимается, что в этом режиме обеспечивается максимальная скорость судна [1]. Однако, анализ влияния скорости движения судна на пропульсивную мощность показывает, что если судно спроектировано для определённой скорости, то для незначительного её увеличения требуется увеличивать пропульсивную мощность в 1,5–2 раза. Это обусловлено значительным ростом волнового сопротивления, что показано на рис. 1.

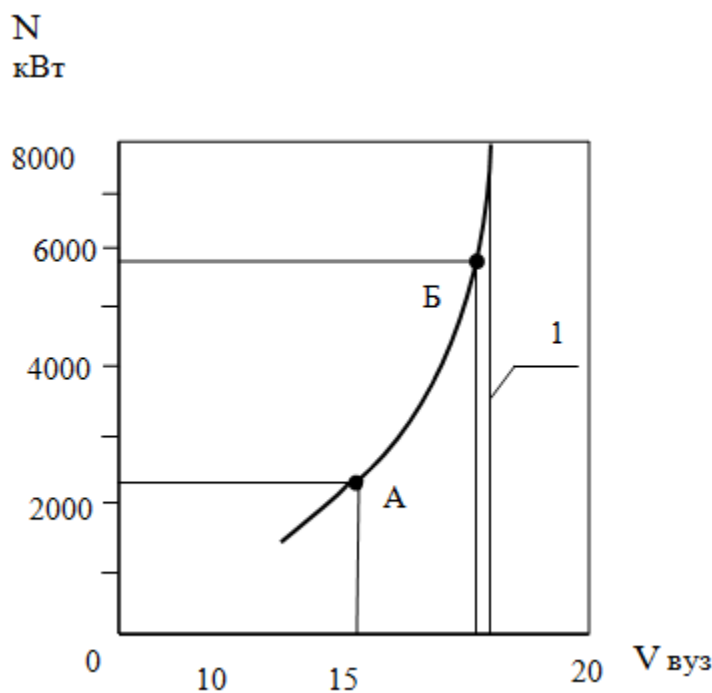


Рисунок 1 – Влияние скорости движения судна на пропульсивную мощность:

1 – волновой барьер

Поэтому, режим совместной работы ГД и ВГУ в режиме ЭД целесообразно рассматривать как режим, обеспечивающий требуемую скорость судна при снижении мощности ГД из-за какой-либо неисправности и т.п.

Режим работы ГД на гребной вал и ВГУ в режиме генератора достаточно широко исследован, поэтому проведём анализ работы пропульсивного комплекса при работе на гребной вал только ЭД при ГД. Рассмотрим работу ВГУ в режиме ЭД в пропульсивных комплексах с определёнными параметрами ГД и судна, а также определим требуемую мощность ВГУ по параметрам судна и заданной скорости его движения. Определение буксировочной мощности судна N_R и мощности, подводимой к гребным винтам N_B обычно используются формулы, в которые входят адмиралтейские коэффициенты C_B и C_N [1], [4]. При этом буксировочная мощность N_R , кВт определяется следующим выражением:

$$N_R = \frac{D^3 \cdot v^3}{C_B} ;$$

а мощность на гребных винтах

$$N_B = \frac{D^3 \cdot v^3}{C_N} ,$$

где D – массовое водоизмещение, т; C_B , C_N – адмиралтейские коэффициенты, определяемые по прототипу судна, v – скорость судна, уз.

Коэффициенты C_B и C_N связаны соотношением $\frac{C_N}{C_B} = \eta \cdot \eta_{л.в.}$, где η – пропульсивный коэффициент; $\eta_{л.в.}$ – КПД линии водопровода.

При использовании ВГУ в качестве двигателя для привода винта его мощность определяется с учётом КПД валопровода и редуктора.

Буксировочная мощность определяется также по формуле Пампеля:

$$N_R = 0,736 \cdot \frac{V}{L} \cdot \frac{v_s^3}{c} \cdot \frac{X}{\lambda} \cdot \sqrt{\psi},$$

где V – водоизмещение судна, м³; v_s – скорость судна в узлах; C – коэффициент, определяемый по диаграмме для типа судна; $X = 1$ для одновального судна, 1,05 и 1,075 –

для 2 и 3 валов соответственно; λ – поправочный множитель, $\lambda = 0,7 + 0,3 \cdot \sqrt{\frac{L}{100}}$, при длине судна 100 м $\lambda = 1$; ψ – характеристика остроты корпуса судна, $\psi = 10 \sigma_{II} \cdot B/L$, $\sigma_{II} = \frac{V}{L \cdot B \cdot T}$, L , B , T – длина, ширина и осадка судна.

При проектировании судна определяются его основные элементы, а также параметры и характеристики винта, определяется буксировочное сопротивление, мощность на валу винта и необходимая мощность гребных двигателей.

Для судов с известными характеристиками и выбранным главным двигателем по приведённым выражениям можно определить мощность ВГУ в режиме электродвигателя для заданной скорости судна.

Мощность ВГУ в режиме гребного электродвигателя при аварийном ходе судна с приводом винта от ВГУ определяется следующим равенством:

$$N_{Ba} = \frac{D^{\frac{2}{3}}}{C_N} \cdot v_a^3,$$

где v_a – заданная скорость судна при ходе судна с приводом винта от ВГУ.

Предварительные расчеты для балкера «Euqenia В» с дедвейтом 46750 т мощностью ГД 7308 кВт и скоростью 14,5 узлов показывают, что для обеспечения аварийного хода 5 узлов от двигателя ВГУ требуется примерно 250 – 300 кВт.

Для балкера «Борис Бутома» водоизмещения 122 тыс. т, дедвейт 100 тыс. т, мощности ГД 15510 кВт и скорости 15,2 узла при аварийном ходе со скоростью 5 узлов от ВГУ требуется мощность (620 - 680) кВт.

Вывод. Применение ВГУ обеспечивает повышение экономичности и энергетической эффективности современных судов. Установленная мощность СЭС, как показывает анализ, позволяет использовать ВГУ не только в качестве источника электроэнергии, а и в качестве гребного электродвигателя для обеспечения аварийного хода судна при отказе ГД, а также маневрирование при прохождении каналов, узкостей, сложных фарватеров и при швартовке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю.А. Пахомов. Судовые энергетические установки с двигателями внутреннего сгорания. М.; Транслит, 2007 – 528с.
2. Григорьев А.В., Петухов В.А. Современные и перспективные судовые валогенераторные установки. СПб: Изд-во ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2009.- 176 с.
3. Г.Е. Павленко. Избранные труды. – Киев: Наук. думка, 1978.-496 с.
4. Жийкин В.Б. Теория и устройство корабля. – С. Петербург, 2002. – 336 с.

РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ В ЗАДАННЫХ ГРАНИЦАХ

Беседин К. С.

*Херсонская государственная морская академия
Научный руководитель – Хлопенко Н. Я., д. т. н., профессор*

Введение. В классической теории управления электроприводами их номинальные параметры предполагаются неизменными в процессе работы. Однако в большинстве случаев ряд из них отклоняется от номинальных значений при изменении условий эксплуатации. Изменение параметров может привести к потере желаемых показателей качества систем или даже к нарушению их устойчивости. В качестве такого примера могут служить частотно-регулируемые асинхронные электроприводы судовых вентиляторов, кривошипно-шатунных механизмов и других технических устройств, которые эксплуатируются в напряженных условиях постоянно действующих возмущений. По этой причине задача о работоспособности частотно-регулируемых асинхронных электроприводов является актуальной.

Целью работы является построение инженерной методики и алгоритма расчета работоспособности частотно-регулируемого асинхронного электропривода при изменении неопределенных параметров в заданных границах.

Теоретической основой для построения методики и алгоритма расчета работоспособности частотно-регулируемого асинхронного электропривода с заданными границами неопределенных параметров служили теория систем управления электроприводов [1], методы пространства состояний [2], логарифмических частотных характеристик [3], и метод Монте-Карло [4]. Расчеты проводились с привлечением пакетов расширения MATLAB.

Основная часть. Векторные уравнения состояния системы в безразмерной операторной форме, описывающие объект управления, состоящий из преобразователя частоты и асинхронного двигателя с приведенным моментом инерции, в соответствии со структурной схемой работы [1], имеет вид:

$$\begin{aligned} p x &= A x + B u; \\ y &= C x, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}; \quad A = \begin{pmatrix} 0 & \frac{M_H}{\beta T_M} & 0 \\ -\frac{\beta \omega_H}{T_3 M_H} & -\frac{1}{T_3} & \frac{\beta \omega_H}{T_3 M_H} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{T_{ПЧ}} \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{k_{ПЧ} \cdot U_H}{T_{ПЧ} \cdot \omega_H} \end{pmatrix}; \quad C = (1 \ 0 \ 0); \quad \beta = \frac{2M_K}{\omega_{0H} S_K};$$

p – оператор Лапласа; M_H , ω_H , U_H – соответственно номинальный момент, угловая скорость и напряжение асинхронного двигателя. Остальные обозначения такие же, как и в работе [1].

Передаточная функция ПИ-регулятора скорости

$$W_{PC} = k_{PC} + \frac{1}{T_{PC} p}. \quad (2)$$

В уравнениях (1) и формуле (2) за неопределенные параметры, наиболее чувствительные к изменениям модели регулятора и объекта, выбраны коэффициент усиления $k_{ПЧ}$ и постоянная времени $T_{ПЧ}$ преобразователя частоты, электромагнитная T_3 и механическая T_M постоянные времени электропривода, постоянная времени T_{PC} и

коэффициент усиления k_{PC} ПИ-регулятора скорости, критический момент M_k и скольжение s_k .

Исследования проводились в пакете расширения MATLAB. Работоспособность частотно-регулируемого асинхронного электропривода при случайных вариациях неопределенных параметров объекта и регулятора оценивалась по запасам устойчивости ЛАХ и точности стабилизации угловой скорости двигателя. Точность стабилизации угловой скорости определялась по разбросу кривых ее переходных процессов, а запасы устойчивости по амплитуде и фазе – по диаграмме Боде при различных случайных вариациях неопределенных параметров объекта и регулятора в заданных границах. При этом для случайного выбора параметров использовался метод Монте-Карло [4].

Алгоритм расчета устойчивости и точности системы стабилизации частоты вращения двигателя при случайных вариациях неопределенных параметров в заданных границах сводится к следующей последовательности действий:

1. Рассчитывается программно передаточная функция объекта (1) и регулятора (2).
2. Формируется командой система стабилизации угловой скорости из последовательно соединенных передаточных функций регулятора (2) и объекта (1), охваченных единичной обратной связью.
3. Рассчитываются кривые переходных процессов угловой скорости и диаграмма Боде для разомкнутой системы (1) при случайных вариациях неопределенных параметров объекта в заданных границах.

4. Определяются по размахам кривых переходных процессов точность стабилизации скорости, а по диаграмме Боде – запасы устойчивости по амплитуде и фазе.

Численное решение проводилось при следующих значениях номинальных параметров: $M_n=19$ Н·м; $\omega_n=46$ рад/с; $U_n=230$ В; $M_k=41,8 \cdot (1 \pm 0,2)$ Н·м; $s_k=0,395 \cdot (1 \pm 0,2)$; $T_s=0,008 \cdot (1 \pm 0,5)$ с; $T_m=0,032$ с; $k_{ПЧ}=22 \cdot (1 \pm 0,25)$ рад/В·с; $T_{ПЧ}=0,001 \cdot (1 \pm 0,1)$; $k_{PC}=0,056 \cdot (1 \pm 0,25)$; $T_{PC}=0,032 \cdot (1 \pm 0,5)$ с.

На рис.2 представлено 20 сгенерированных по методу Монте-Карло кривых переходных процессов угловой скорости, а на рис.3 изображена диаграмма Боде с 20 сгенерированными кривыми.

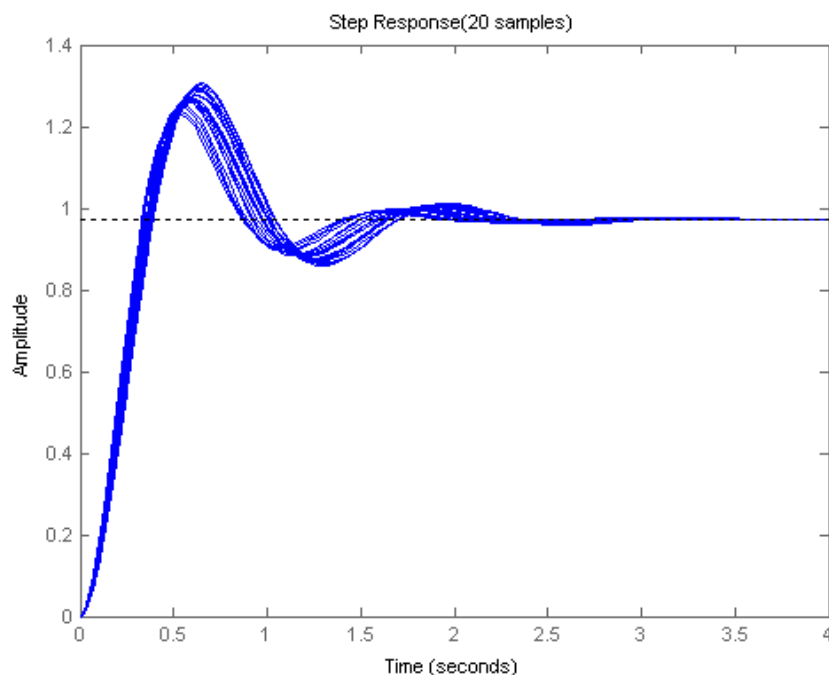


Рисунок 1 – Переходные процессы угловой скорости

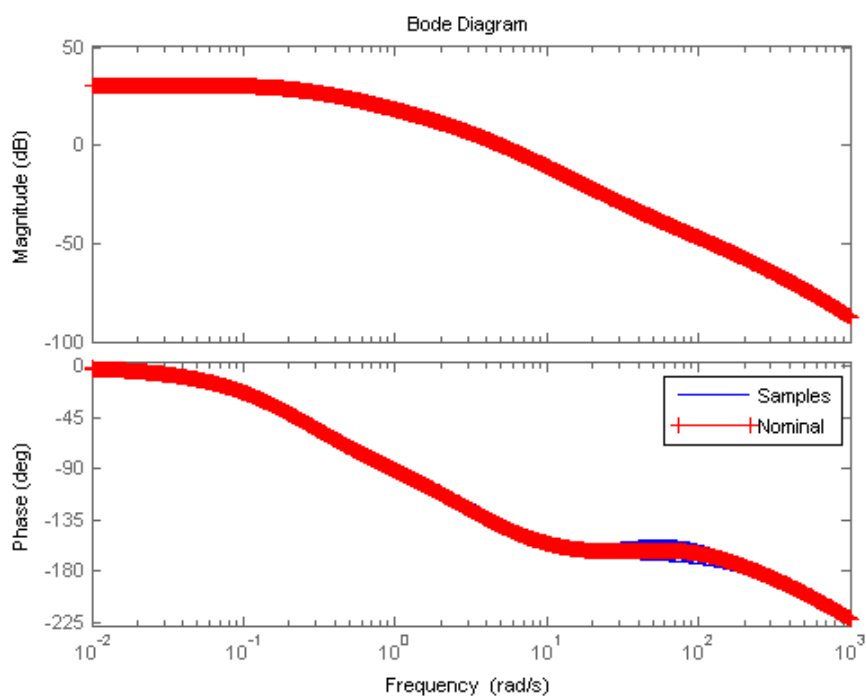


Рисунок 2 – Диаграмма Бode разомкнутой системы

Из кривых, изображенных на рис.1 видно, что ПИ-регулятор стабилизирует переходный процесс по скорости, а из графиков Бode (рис.2) следует, что система устойчива при заданных отклонениях неопределенных параметров. При этом максимальный запас устойчивости по амплитуде не превышает 30%, а минимальное значение запаса по фазе составляет около 35°.

Таким образом, построена инженерная методика расчета работоспособности частотно-регулируемого асинхронного электропривода при случайных вариациях неопределенных параметров объекта и регулятора в заданных границах.

Выводы.

1. Впервые предложен алгоритм расчета стабилизации угловой скорости двигателя и устойчивости частотно-регулируемого асинхронного электропривода при случайных вариациях неопределенных параметров объекта и регулятора в заданных границах.
2. Результаты проведенных расчетов показывают высокую точность стабилизации угловой скорости двигателя, хорошую устойчивость и малую чувствительность системы к случайным вариациям неопределенных параметров в заданных достаточно широких границах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Академия, 2006. – 304 с.
2. Хлопенко М.Я. Оптимальне керування об'єктами: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М.Я. Хлопенко, І.С. Білюк, В.В. Шевченко. – Миколаїв: НУК, 2013. – 172 с.
3. Дорф Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ.Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002 – 832 с.
4. Richard Y., Chiang R., Michael G., Safonov M. MATLAB: Robust Control Toolbox. User's Guide. Version 2, 1998. – 230 p. Available at: Режим доступа: <http://www.mathworks.com> (Accessed 12 May 2016).

АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДЕН

Белецький І. В., Кузнецов М. В.

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Наукові керівники – Горбов В. М., завідувач кафедри, к.т.н., професор,

Мітенкова В. С., к.т.н., доцент

Зниженню викидів діоксиду вуглецю з боку водного транспорту, як частині глобальної стратегії в рамках Паризької кліматичної угоди, приділяється все більше уваги з боку Міжнародної морської організації (ІМО). Для оцінки екологічної ефективності новозбудованих суден застосовується індекс EEDI (Energy Efficiency Design Index) [1]. В резолюціях ІМО щодо індексу енергетичної ефективності чітко регулюються додаткові та суміжні питання, пов'язані з EEDI, зокрема наводяться дані щодо інноваційних енергоефективних технологій. Класифікація цих технологій, а також методики розрахунку коефіцієнтів при їх використанні, які враховуються у базовій формулі для EEDI, представлені у відповідному керівництві [2].

Представляє інтерес аналіз конкретних заходів для зниження викидів діоксиду вуглецю, що застосовуються на сучасних суднах, які є кращими у свої класах. Огляд таких технологій дасть змогу визначити тренди щодо ефективності та розповсюдженості різноманітних заходів та використовувати результати аналізу при розробці рекомендацій щодо проектування нових суден різних типів.

У МЕРС.1/Circ. 815 в залежності від способу впливу на розрахунок EEDI технології поділяються на три групи [2].:

– група (А) включає заходи, що безпосередньо впливають на співвідношення швидкості та пропульсивної потужності судна. До цієї групи відносяться технології, що впливають на гідродинаміку судна і не можуть бути розраховані за окремими залежностями. Їх внесок у зниження викидів оксиду вуглецю можна визначити лише шляхом математичного моделювання чи фізичного випробування у дослідному басейні. До цієї групи відносять: використання спеціальних покриттів корпусу, що знижують тертя, оптимізацію форми корпусу та параметрів гвинтів, зниження гідродинамічних втрат від рульових пристроїв.

– до групи (В) відносяться заходи, спрямовані на зниження пропульсивної потужності судна без зміни швидкості, але які не генерують додаткову електричну енергію. Ця група ділиться на дві підгрупи: (В-1) – технології, які можна використовувати протягом всього рейсу (наприклад, повітряне змащення корпусу) та (В-2) – мають певні обмеження і застосовуються на повну потужність лише обмежений період (наприклад, використання енергії вітру).

– технології групи (С) дають змогу отримувати електричну енергію без спалювання додаткової кількості палива. За аналогією з групою (В) включає дві підгрупи (С-1) і (С-2), до яких відносять, відповідно, технології, що можна використовувати протягом всього рейсу та лише лімітований проміжок часу. Прикладом заходів (С-1) можуть бути установки утилізації теплоти з електрогенераторами, (С-2) – фотоелектричні елементи (сонячні панелі).

Слід відмітити, що в формулі для EEDI наразі не враховуються викиди CO₂ при роботі допоміжних котлів, відповідно, використання систем утилізації без отримання механічної або електричної енергії не розглядаються і у МЕРС.1/Circ. 815 [1, 2].

Щороку Королівський інститут корабельних інженерів Великобританії (The Royal Institution of Naval Architects – RINA) у виданні *Significant Ships* публікує перелік та стислі відомості щодо найбільш цікавих проектів у суднобудівній галузі відповідно до вибору експертного товариства. До переліку зазвичай входять судна різних типів, які спроектовані та побудовані з урахуванням останніх вимог міжнародних конвенцій у сфері

регулювання мореплавства, в т.ч. нових екологічних стандартів. Проекти, зібрані у *Significant Ships*, є досить репрезентативною вибіркою, за якою можна визначити головні тренди у використанні різних типів технологій.

Досить широко застосовуються технології групи (А) для зниження гідродинамічного опору, що включають змінення обводів корпусу і використання гвинтів та рульових пристроїв поліпшеної конструкції. Якщо розглядати вплив на значення EEDI з боку пропульсивної установки, то на розглянутих суднах застосовуються двигуни з електронною системою контролю впорскування палива, встановлено удосконалені прямі або редукторні передачі з меншими втратами, валогенератори та привідні пропульсивні електродвигуни [3].

Зниження викидів CO₂ можна досягти і заміною палива з меншим вмістом вуглецю, тому на багатьох суднах із розглянутих встановлено двопаливні двигуни з можливістю роботи на зрідженому природному газі. А, наприклад, на танкері-хімовозі *Lindanger* в якості альтернати використовується метанол, який вважається досить перспективним морським паливом, застосування якого дає змогу суттєво зменшити викиди, що нормуються (вуглець, сірка, азот, тверді частки) [3].

Особливий інтерес привертають нестандартні технології економії палива на суднах. Так, на автомобілевозі *Drive Green Highway* застосовується розробка Kawasaki Heavy Industries для одночасного зниження викидів оксидів вуглецю та азоту, що включає систему рециркуляції відхідних газів та використання воднопаливних емульсій. На вантажному судні EEVA VG головний двигун 8DZC (Anglo Belgian Corporation) оснащений додатковою паливною системою для роботи на біопаливі, при цьому для зберігання та підготовки дизельного і біодизельного палив передбачені окремі танки для зберігання та обладнання для підготовки. Гібридна дизель-електрична установка порому *Seaspan Swift* окрім двох газодизельних двигунів включає блок із 84 літієвих полімерних батарей, що дозволяє акумулювати електричну енергію і використовувати при потребі з найбільшою ефективністю [3]. Слід зазначити, що такі заходи, як використання спеціальних покриттів і повітряне змащення корпусу, а також встановлення сонячних панелей, поки що не знайшли розповсюдження і застосовуються на обмеженій кількості суден. Це незважаючи на те, що у документах ІМО на цих рішеннях акцентуються увага і наводяться методики розрахунку коефіцієнтів ефективності від їх використання [3].

Висновки:

– досягнути відповідності щодо жорстких обмежень на викиди діоксиду вуглецю можна лише при використанні відповідних інноваційних технологій, переважно у комплексі;

– на сучасних судна, які є найкращому у своєму класі, для забезпечення потрібних значень EEDI для зменшення гідродинамічного опору використовують змінення у обводах корпусу та оптимізацію гвинтів і рульових пристроїв, з боку пропульсивної установки трендовими рішеннями можна вважати вибір газодизельних двигунів або двигунів з електронною системою впорскування, а також зменшення втрат енергії у передачах на валопроводі;

– серед нетипових рішень щодо зниження викидів діоксиду вуглецю можна віднести використання воднопаливних емульсій, біопалив та метанолу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. RESOLUTION MEPC.245(66): 2014 guidelines on the method of calculation of the attained energy efficiency design index (eedi) for new ships.
2. MEPC.1/Circ. 815: 2013 guidance on treatment of innovative energy efficiency technologies for calculation and verification of the attained eedi.
3. Significant Ships of 2016 [Text]. / [editors Speares S., Grisbrook R.]. – London: RINA, 2017. – 95 p.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ГРЕБНОЮ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Бондар И. Ю., Гапон И. Н.

Херсонский филиал Национального университета кораблестроения

Научный руководитель – Шевченко В. В., к.т.н профессор

Вступление. Режимы работы главных и вспомогательных двигателей рыболовного траулера во время лова морепродуктов имеют переменный характер, что связано в основном с разным характером действий тралом, (пуск, реверс, буксировка, выборка.) Например, число пусков главного двигателя на большом морозильном траулере (БМТ) с винтом фиксированного шага (ВФШ) составляет около 180, а с ВРШ 30 за 1000 часов работы на промысле.

Сравнивая дизельные гребные установки (ДГУ) с дизель-электрическими гребными установками (ДЭГУ) можно отметить следующие преимущества, которые отмечены в работах [1, 2].

Основная часть. Рассмотрена электромеханическая система регулирования скорости по схеме два синхронных генератора SG1, SG2 – асинхронный двигатель (АД). Регулирование скорости и реверс гребного винта осуществляется изменением направления тока части витков обмотки асинхронного двигателя (АД) можно осуществить, если запитать одну часть обмотки от первого генератора (SG1), а вторую часть обмотки от второго генератора (SG2). С помощью электромеханической системы согласно рисунка 1.

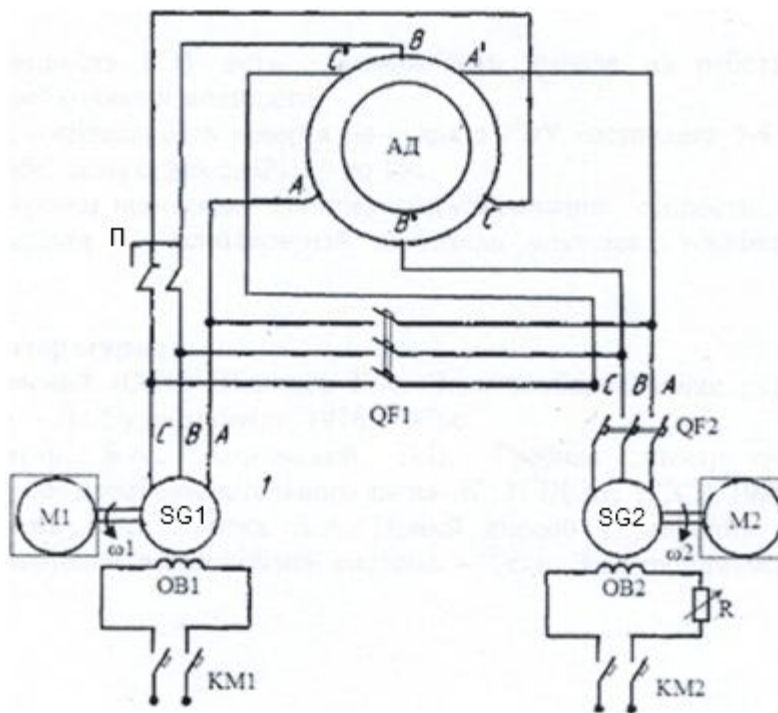


Рисунок 1 – Елекгрмомеханическая система регулирования скорости с помощью схемы два синхронных генератора – асинхронный двигатель

Электромеханическая система регулирования скорости гребного АД включает: два первичных двигателя M1, M2; два синхронных генератора SG1, SG2; асинхронный двигатель АД с совмещённой обмоткой управления, которая включает три фазы нерегулируемой полуобмотки A,B,C и три фазы регулируемой полуобмотки A',B',C' (с изменением направления тока).

Характеристики асинхронного двигателя в режиме смены числа полюсов $2p_1/2p_2$ — $24/18$ имеют вид приведенный на рис. 2.

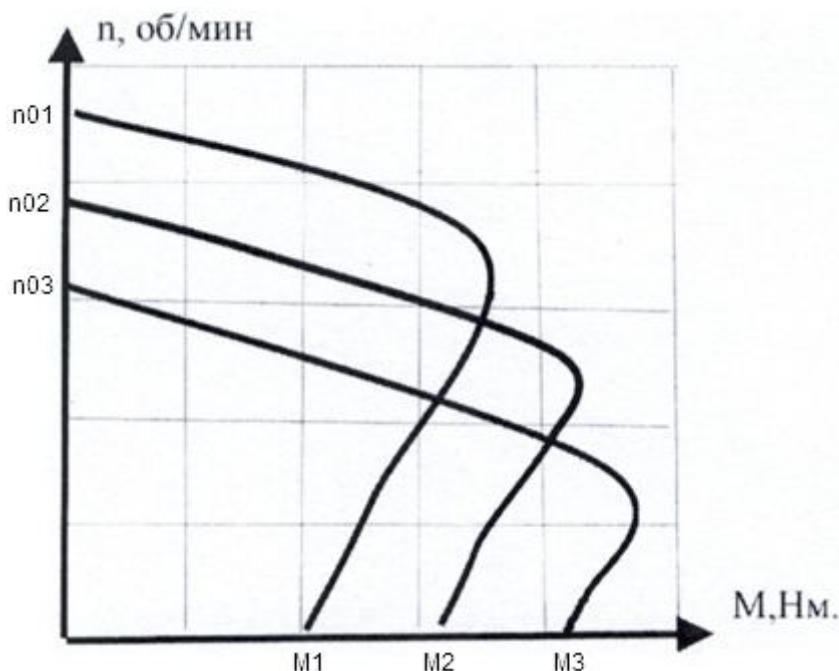


Рисунок 2 – Механические характеристики двухскоростного асинхронного двигателя

Для смены направления вращения АД отключается ток возбуждения одного генератора (например SG2 на рис.1.) и переключается на 2 фазы для перемены порядка их чередования. Таким образом, ток возбуждения синхронного генератора не влияет на работу асинхронного двигателя, который связан с гребным винтом.

Выводы:

1. Особенность ГЭУ есть возможность вывода из работы части Д-Г в зависимости от необходимой мощности.
2. Продолжительность реверса на судах с ГЭУ составляет 5-8 с., а на судах с ВМТ с ВФШ 60–65с. и на судах с ВРШ – до 15с.
3. Электромеханическая система регулирования скорости по схеме два синхронных генератора - асинхронный двигатель улучшает технико-экономические показатели ГЭУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быковский Ю.И., Шеинпев Е.А. Электрооборудование судов рыболовной промышленности. - Л.: Судостроение, 1976. - 376с.
2. Никитин Б.А., Козиевский Л.Н. Гребная электрическая установка переменного тока без преобразовательного звена -К.: ИЭД АН УССР, 1985. - 25с.
3. Никитин Б.А., Войтех А.А. Новый способ управления двухскоростным асинхронным двигателем в автономной системе. - Техн. Электродинамика, 1983, №1, – С. 73-78.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО СУДОВОГО ТОПЛИВА ИЗ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ

Бондарчук А.К., Бондарчук А.К.

Херсонская государственная морская академия

Научный руководитель – Леонов В.Е., д.т.н., профессор кафедры управления судном

Введение. Пластиковые отходы представляет собой опасность для окружающей среды. На данный момент не существует экологически безопасных и экономически обоснованных методов по утилизации пластиковых отходов. В то же время в акватории морей и океанов находятся сотни тысяч тонн пластиковых отходов. Отходы наносят ущерб морской флоре и фауне. Количество животных, гибнущих в океане из-за пластиковых отходов, исчисляется миллионами особей в год. В океанах имеют место большие образования пластиковых отходов: по два в Тихом и Атлантическом океанах и одно в Индийском. Пластиковые отходы в морской среде покрываются продуктами биообрастания, что усложняет процесс их утилизации. В Европе утилизируются всего 2,5 % от общей массы пластика, в США 27 % [1].

Литературный обзор. В Великобритании в университете Суонси был разработан процесс утилизации под названием «фотореформинг». Для его проведения добавляют катализатор в пластиковые отходы, погруженные в щелочной раствор. Под действием спектра света Солнца выделяется водород, а сам пластик в процессе «фотореформинга» окисляется. О составе катализатора разработчики не разглашают сведений [2].

Судоходная компания Maersk заявила о пуске первой системы очистки Cleanup System 001, цель которой - сбор пластиковых отходов для дальнейшей их утилизации. Она представляет собой систему плавучих биев длиной 600 метров для сбора пластиковых отходов и накопление в контейнерах с целью дальнейшей утилизации [3].

Цель работы. Провести целевую утилизацию пластиковых отходов с преобразованием последних в:

- водород - экологически чистое топливо;
- углеводороды – продукты нефтеорганического синтеза;
- сажу – продукт нефтехимического синтеза;

Этилен (по ИЮПАК: этен) – органическое химическое соединение, описываемое формулой C_2H_4 . Является простейшим алкеном (рис. 1). При нормальных условиях – бесцветный горючий газ плотностью 1,178 кг/м³. Растворим в воде (25,6 мл в 100 мл воды при 0 °С), этаноле (359 мл в тех же условиях). Хорошо растворяется в диэтиловом эфире и углеводородах.

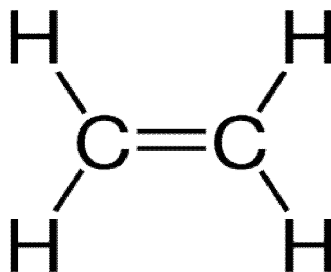
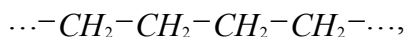


Рисунок 1 – Структурная формула этилена

Энергия разрыва двойной связи углерода в молекуле этилена составляет 607 кДж / моль [4]. Расстояние между атомами углерода в этилене равняется 1,34 Å.

Полиэтилен – термопластичный полимер этилена относится к классу полиолефинов. Является органическим соединением и имеет длинные молекулы



где «—» обозначает ковалентные связи между атомами углерода.

Ниже приведено расстояние между атомами углерода в полиэтилене (рис.2):

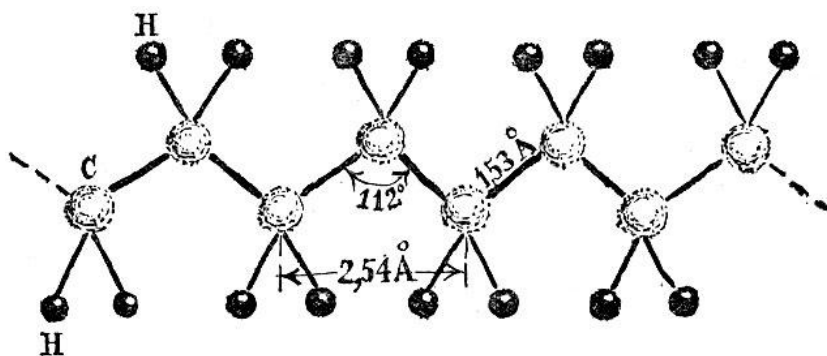


Рисунок 2 – Расстояние между атомами углерода в полиэтилене

Полиэтилен низкого давления (ПЭНД) или полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) (рис. 3) получают в автоклавном или трубчатом реакторе при следующих условиях: температура – 120–150 °С, давление – ниже 0,1–2 МПа, присутствие катализатора (например, специальная смесь AlR_3 и $TiCl_4$). Полимеризация в этом случае происходит в суспензии по ионно-координационному механизму.

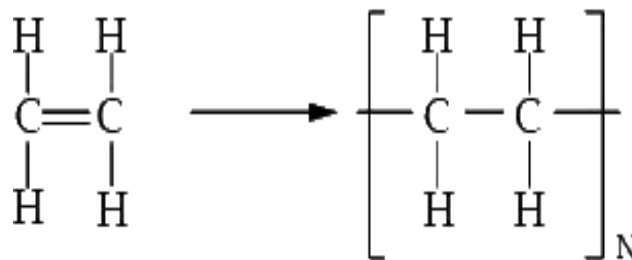


Рисунок 3 – Полиэтилен низкого давления

Для достижения поставленной цели в качестве первой задачи была проведена экспериментальная работа по определению температуры плавления и кристаллизации мелко дисперсных пластиковых отходов.

Для проведения эксперимента нами выбран полиэтилен низкого давления высокой плотности. Предварительно, до начала эксперимента, была реализована задача тщательно измельчить пластиковые отходы для измерения температуры плавления. Приготовленные пластиковые отходы тщательно промыли в проточной воде, а затем высушили и предложили рациональный метод по его измельчению. Предварительно нарезали пластиковые бутылки на мелкие части с помощью ножниц и после этого измельчали пластиковые отходы до мелко дисперсного состояния с помощью кофемолки. В результате из трех полтора-литровых бутылок получилось 0,3 л измельченных пластиковых отходов. Измерили фракцию частиц пластика с помощью линейки и лупы, фракция варьировалась от 0,1 до 0,5 мм.

Проведена экспериментальная работа по определению температуры плавления и кристаллизации мелко дисперсных пластиковых отходов.

Взвешивание производилось на лабораторных весах (марка: AXIS, модель: VTU210, страна производитель: Польша). Взвешивали емкость с пластиковыми отходами до эксперимента, который составил 27,836 грамм, отдельно – вес сосуда составил 14,288 грамм, вес пластика – 13,548 грамм.

Затем провели эксперимент по нахождению температуры плавления и кристаллизации полиэтилена. В качестве нагревательного прибора использовалась электрическая спиральная плита, в качестве сосуда - металлическая банка. В сосуд были помещены измельченные пластиковые отходы. Затем установили сосуд с пластиковыми

отходами по центру нагревательного прибора и поместили в сосуд ртутный термометр «ТЛС-6», диапазон измерения температуры от -30°C до 360°C , модель: 14307481, Производитель: Украина. Повышали температуру с помощью нагревательного прибора и определяли показатели по термометру для определения температуры плавления и кристаллизации. Первые признаки плавления были обнаружены при температуре 173°C . После расплавления пластиковых отходов отключили прибор для нагревания и опустили в расплавленные пластиковые отходы термометр для определения температуры кристаллизации после охлаждения и, параллельно с этим, измерения температуры затвердения массы. Пластиковые отходы снова затвердели при температуре 168°C . Затем снова нагревали пластиковые отходы для сравнения температур плавления и кристаллизации с предыдущими результатами опытов. При вторичном нагреве показатели изменились, а именно – температура плавления уменьшилась на 2°C и составила 171°C , а температура кристаллизации увеличилась на 1°C и составила 169°C . Эти показатели были приняты за конечный результат.

По завершению экспериментальной работы с пластиковыми отходами определили их вес. Вес уменьшился на $0,118$ грамм, то есть на $0,88\%$ сравнительно с начальным весом, что может быть объяснено испарением легкокипящих фракций при нагреве.

Дальнейшая часть экспериментальной работы по получению экологически чистого судового топлива будет проведена на исследовании каталитического фактора преобразования пластиковых отходов.

Выводы.

1. Проведен литературный обзор по вопросам утилизации пластиковых отходов.
2. Разработана методика проведения научно – исследовательской работы.
3. Определена температура плавления 171°C и кристаллизации 169°C полиэтилена низкого давления и высокой плотности для получения экологически чистого судового топлива. Разница температур между температурой плавления и кристаллизации составила 2°C .
4. Полученные данные будут использованы нами во второй части экспериментов, а именно - в проведении исследования на основе каталитического риформинга полиэтилена в экологически чистое топливо.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов В.Е., Ходаковский А.В. Учебное пособие «Экология и охрана окружающей среды». / Под редакцией профессора Леонова В.Е. / Херсон: ВЦ ХДМА, 2016. – 348 стр. : рос. мовою.
2. «Пластиковые отходы превратили в топливо» источник: <https://news.rambler.ru/tech/40737023-plastikovye-othody-prevratili-v-toplivo/>
3. «Компания Maersk: очистка мирового океана от пластикового мусора» источник: <http://seafarers.com.ua/first-offshore-cleaning-system-maersk/15416>
4. Малкин А.Я. «Полистирол. Физико-химические основы получения и переработки» М.: Химия, 1975. - 288 с. рос. мовою.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ ТАНКЕРА

Бруд А. С.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Колебанов О.К., к.т.н., доцент кафедри експлуатації суднового електрообладнання і засобів автоматики

Вступ. Нафтовий танкер – це судно, призначене для перевезення нафти наливом. Поява сучасних швидкісних танкерів та вдосконалення їх конструкції і устаткування можуть забезпечити значне збільшення обсягів перевезення нафти і нафтопродуктів одним судном, за рахунок істотного скорочення витрати часу на вантажно-розвантажувальні операції у порту.

Основна частина. В даній роботі досліджується можливість збільшення швидкості перекачування нафтопродуктів на танкері шляхом впровадження систем електроприводу насосних агрегатів. Одним з основних компонентів вантажної системи танкера є насосні установки. Вони призначаються для вивантаження нафтопродуктів з танків і подачі їх через систему берегових трубопроводів у спеціальні ємності. До складу таких установок входять, як правило, декілька вантажних та зачисних насосів. Новітні танкери зазвичай мають одне насосне відділення, розміщене у кормовій частині судна між вантажним простором і машинним відділенням, однак існують і інші варіанти розміщення.

Вантажні системи сучасних танкерів оснащені системами управління, що забезпечують безперервний в реальному масштабі часу дистанційний контроль наступних параметрів (рівень та обсяг нафтопродукту в вантажних танках, рівень та обсяг води у баластних танках, температуру нафтопродукту, тиск продукту у маніфольді, положення судна), а також автоматизоване дистанційне керування обладнанням вантажної і баластної системи під час проведення вантажних операцій (вантажними і баластними насосами, дистанційно-керованої запірною арматурою).

Досвід проектування і експлуатації систем вантажного комплексу танкера показує, що вони повинні відповідати наступним вимогам: вивантаження у заданий час; взаємозамінність вантажних і зачисних насосів; роздільне вивантаження нафтопродуктів різних сортів; переміщення вантажу між окремими танками; спільну роботу насосів при їх паралельному і послідовному включенні; пожежну безпеку; надійну роботу за умови крену, диференту і вібрації; простоту технічного обслуговування [1].

У табл. 1 вказані найбільш розповсюджені типи насосів для вантажних систем танкерів: паротурбінний, електричний та паровий прямодіючий. Крім вказаних у таблиці, на танкерах використовуються дизельні, гідравлічні (як наприклад, можна навести досить поширені гідравлічні вантажні установки FRAMO виробництва фірми Frank Mohn Fusa A/S, Норвегія) та менш розповсюджені газотурбінні приводи.

На середніх і великотоннажних танкерах у якості головних вантажних насосів зазвичай використовуються вертикальні або горизонтальні відцентрові насоси. На менших суднах частіше застосовуються поршневі і гвинтові насоси [1].

У відповідності до рекомендацій продуктивність вантажного насоса ($\text{м}^3/\text{год}$) повинна бути не меншою за:

$$Q = \frac{V}{n \cdot t}, \quad (1)$$

де Q – об'єм вантажу м^3 , n – кількість насосів, t – час відкачки вантажу, год.

Таблиця 1 – Найбільш розповсюджені приводи для вантажних та зачисних насосів

Тип насоса	Номінальні значення		Різновид приводного двигуна
	Потужність привода, МВт	Частота обертання, об/хв.	
Відцентровий	0,35-2,5	750-1800	Парові турбіни, електродвигуни
Поршневий	0,04-0,4	30-60 подвійних ходів	Поршн. прямодіюч., електродвигуни
Гвинтовий	0,05-0,7	600-1800	Електродвигуни, парові турбіни

На сучасних танкерах кількість вантажних насосів варіюється від двох до семи, у залежності від кількості сортів нафтопродуктів, що перевозяться. Слід зазначити, що у залежності від схеми вантажної системи танкера, зачисні операції теж можуть виконуватися вантажними насосами. Тиск, який має розвиватися насосами, повинен бути достатньо високим, щоб забезпечити перекачку в'язких нафтопродуктів на значні відстані, долаючи гідравлічний спротив трубопроводів [1].

Перевагами відцентрових насосів є велика продуктивність, невеликі габарити та маса, можливість використання різноманітного привода, однак при збільшенні в'язкості рідини, що перекачується, ККД відцентрового насоса зменшується. Приводні поршневі насоси є простими в обслуговуванні, але мають відносно низьку продуктивність. Для обслуговування вантажних систем широко застосовують прямодіючі парові насоси, які у залежності від положення осей циліндрів поділяються на горизонтальні і вертикальні [2].

Перевага вантажних систем з гідроприводом окремих насосів полягає в можливості виробляти вантажні операції одночасно у багатьох танках при різноманітних вантажах, виключаючи можливість змішування цих вантажів. Крім того, вони, практично, пожегобезпечні, так як використовують в якості робочої рідини гідравлічні масла.

У якості електроприводу для вантажних насосів застосовують дво- і тришвидкісні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, з'єднаних з насосом - безпосередньо. Використання електродвигунів на дизельних судах доцільніше з економічної точки зору, ніж парових турбін, що мають отримувати живлення від допоміжних котлів. Електропривод отримує живлення від дизель-генераторів.

Частотне регулювання дозволяє усунути один з істотних недоліків електродвигунів з короткозамкненим ротором – постійну частоту обертання ротора електродвигуна, не залежну від навантаження.

Частотне регулювання створює можливість управління швидкістю електродвигуна відповідно до характеру навантаження. Це в свою чергу дозволяє уникати складних перехідних процесів в електричних мережах, забезпечуючи роботу обладнання в найбільш економічному режимі [3].

Висновки. Застосування електродвигунів у якості приводів вантажних насосів танкера є економічно доцільним. При використанні регульованого електроприводу для насосів економія електроенергії в середньому становить 50 % від потужності, споживаної насосами при дросельному регулюванні. Застосування пристроїв плавного регулювання частоти обертання двигунів в насосних агрегатах, крім економії електроенергії, дає ряд додаткових переваг, а саме: плавний пуск і зупинка двигуна виключає шкідливий вплив перехідних процесів (типу гідравлічний удар) в напірних трубопроводах і технологічному обладнанні; пуск двигуна здійснюється при струмі, обмеженому на рівні номінального значення, що підвищує довговічність двигуна, знижує вимоги до потужності мережі і

комутуючої апаратури; можлива модернізація діючих технологічних агрегатів без заміни насосного обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ситченко Л.С. Основы проектирования грузовых и обеспечивающих систем танкеров / Л.С. Ситченко, В.Г. Макаров. - Л.: Изд. ЛКИ, 1984. -104 с.
2. Судовой механик: Справочник.; под редакцией А.А. Фока. - Том 1, Одесса: Феникс, 2008. - 1033 с.
3. Ловейкін В.С. Частотне керування асинхронним приводом / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич – Ніжин.: 2011. – 98 с.

КОРЕГУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ МАЛООБЕРТОВИХ ДВИГУНІВ ФІРМИ MAN B&W ЗА ПОКАЗНИКАМИ БЕЗВІДМОВНОСТІ

Будко В. П.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Савчук В. П., к.т.н, доцент

Вступ. Криза світової економіки змушує власників суден шукати рішучі методи скорочення експлуатаційних витрат. Це може бути досягнуто зниженням швидкості судна до економічної швидкості при режимі 60 % максимально тривалої потужності (MCR), що гарантує достатнє значення тиску повітря наддуву, при якому немає необхідності вводити в експлуатацію допоміжні повітродувки, або забезпечити режим «Super Slow Steaming» при 50 % MCR або «Extreme Slow Steaming» при 30-35 % MCR головного двигуна. Скорочення швидкості судна й, отже, скорочення навантаження на двигун, приводить до різних експлуатаційних проблем, які сильно відрізняються від запланованих у проектах, серед яких, більш явне зношування елементів головної енергетичної установки судна, зокрема деталей двигуна, таких як циліндрові втулки (ЦВ) й поршневі кільця (ПК). Ця проблема має особливе значення у випадку суднових дизелів потужністю понад 6000 кВт [1].

Деталі ЦПГ, як одні з найбільш важливих вузлів, що визначають надійність і економічну роботу двигуна. Тому оцінка їх зношування в умовах експлуатації й обґрунтовані значення граничних показників зносу є важливими факторами, які враховують організацію процесу змащення, робочого процесу в циліндрах двигуна й забезпечення відповідного графіка ТО і Р. Враховуючи дані факти, виникає необхідність у визначенні реальних показників надійності циліндрових втулок з метою корегування плану-графіку їх технічного обслуговування.

Основна частина. Найбільш дієвим способом оцінки надійності є обробка результатів статистичних даних зносу ЦВ. Для дослідження показників надійності циліндрових втулок нами були використані статистичні дані, що привела в своїх публікаціях фірма MAN Diesel [2]. Приведені дані щодо швидкості зношування циліндрових втулок головних двигунів серій S70MC і S80MC, які були зібрані при обслуговуванні 696-и циліндрових втулок. Полігон розподілення швидкості зношування у логарифмічній системі координат представлено на рис. 1.

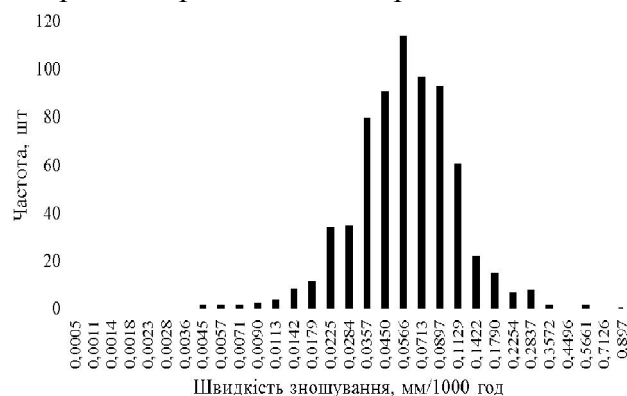


Рисунок 1 – Полігон розподілення швидкості зношування циліндрових втулок двигунів серій S70MC і S80MC

Для підтвердження нульової гіпотези використовуємо критерій Н.В. Смірнова [3]., який припускає, нормальний розподіл випадкової величини. Критерій дійсний для випадків, що найбільше широко зустрічаються, при яких генеральні параметри невідомі, а відомі лише їх оцінки, зроблені на підставі зробленої вибірки. Значення математичного

очікування (середнього арифметичного значення) і середньоквадратичного відхилення для даної вибірки складають $\bar{x} = 0,072$ мм/1000 год і $\sigma = 0,0627$ мм/1000 год.

Далі підрахуємо статистику:

$$u_1 = \frac{\bar{x} - x_i}{\sigma} = \frac{0,072 - 0,0045}{0,0627} = 1,078, \quad (1)$$

якщо викликає сумнів перший член варіаційного ряду, чи

$$u_n = \frac{x_n - \bar{x}}{\sigma} = \frac{0,897 - 0,072}{0,0627} = 13,158, \quad (2)$$

якщо знаходиться під сумнівом максимальний член варіаційного ряду. Отримані значення порівнюють з критичним значенням u_α , що приймається за таблицями [4]. для рівня значимості $\alpha = 0,05$. Так як отримане значення $u_1 = 1,078 < 3,70$, а $u_n = 13,158 > 3,70$, що не відповідає вказаній нерівності, то наступні підрахунки проводимо вже без урахування швидкості зношування останніх деталей. Результати проведених розрахунків, що базуються на статистичних даних, які різко не відрізняються, приведено в табл. 1.

Таблиця.1 – Результати уточненого розрахунку параметрів емпіричного розподілення випадкової величини

Інтервал, мм/тис. год		Середина інтервалу x_i , мм/тис. год	Частота n_i , шт	Частість, n_i/N	$x_i \cdot n_i/N$, мм/тис. год	$(x - \bar{x})^2 \cdot n_i$
min	max					
0,0040	0,0050	0,0045	2	0,002886	0,008993	0,008438
0,0050	0,0063	0,0057	2	0,002886	0,011321	0,008138
0,0063	0,0079	0,0071	2	0,002886	0,014253	0,007768
0,0079	0,0100	0,0090	3	0,004329	0,026915	0,010973
0,0100	0,0126	0,0113	4	0,005772	0,045179	0,013528
0,0126	0,0158	0,0142	9	0,012987	0,127972	0,027454
0,0158	0,0200	0,0179	12	0,017316	0,214809	0,031888
0,0200	0,0251	0,0225	34	0,049062	0,766215	0,074832
0,0251	0,0316	0,0284	35	0,050505	0,992979	0,059062
0,0316	0,0398	0,0357	80	0,115440	2,857340	0,091035
0,0398	0,0501	0,0450	91	0,131313	4,091790	0,054557
0,0501	0,0631	0,0566	114	0,164502	6,453224	0,018803
0,0631	0,0794	0,0713	97	0,139971	6,912635	0,000319
0,0794	0,1000	0,0897	93	0,134199	8,343626	0,038198
0,1000	0,1259	0,1129	61	0,088023	6,889723	0,115407
0,1259	0,1585	0,1422	22	0,031746	3,128200	0,116407
0,1585	0,1995	0,1790	15	0,021645	2,685117	0,180044
Сума значень			$N=676$	1,00	$\bar{x} =$ 0,06445	0,8567 $\sigma=0,0356$

Розрахунок показників закону нормального розподілу. Теоретична щільність розподілу в кожному розряді визначається за формулою:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x_j - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right]. \quad (3)$$

Інтегральна функція розподілу в кожному розряді визначається за формулою:

$$F(x) = \int_0^x f(x)dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^x -\frac{(x_j - \bar{x})^2}{2\sigma^2} dx. \quad (4)$$

Теоретична частота в кожному розряді:

$$n'_j = f(x'_j) \cdot N \cdot C. \quad (5)$$

Так як показники двопараметричного закону нормального розподілу наступні: $\bar{x} = 0,06445$, та $\sigma = 0,0356$, то теоретична щільність розподілу швидкості зносу циліндрових втулок набуде виду:

$$f(x) = \frac{1}{0,0356\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x_j - 0,06445)^2}{2 \cdot 0,0356^2}\right] = 11,206 \exp\left[-\frac{(x_j - 0,06445)^2}{0,0025}\right]. \quad (6)$$

Для всіх інтервалів випадкових значень швидкості зношування значення розрахунків за формулами (4) та (6) заносимо до табл. 2.

Таблиця 2 – Визначення статистичних показників за нормальним розподілом швидкості зношування циліндрових втулок

№ інтервалу	Інтервал, мм/тис. год		Середина інтервалу x_i , мм/тис. год	Частота n_i , шт	Частіть, n_i/N	z	$f(z)$	$\Phi(z)$	$P(x)$
	min	max							
1	0	0,02	0,01	32	0,047	-1,529	0,124	0,063	0,937
2	0,02	0,04	0,03	145	0,214	-0,968	0,250	0,166	0,834
3	0,04	0,06	0,05	186	0,275	-0,406	0,367	0,344	0,656
4	0,06	0,08	0,07	108	0,160	0,156	0,394	0,561	0,439
5	0,08	0,1	0,09	91	0,135	0,718	0,308	0,764	0,236
6	0,1	0,12	0,11	54	0,080	1,279	0,176	0,899	0,101
7	0,12	0,14	0,13	24	0,036	1,841	0,073	0,967	0,033
8	0,14	0,16	0,15	16	0,024	2,403	0,022	0,992	0,008
9	0,16	0,18	0,17	12	0,018	2,965	0,005	0,998	0,002
10	0,18	0,2	0,19	8	0,012	3,527	0,001	0,999	0,001

Розрахунок показників закону Вейбулла. Емпіричний розподіл апроксимуємо теоретичним розподілом Вейбулла, параметри якого знаходимо за методом найменших квадратів.

Теоретична функція розподілу Вейбулла має вигляд:

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{t_0}\right)^b\right], \quad (7)$$

де t і b – параметри розподілу.

Перетворимо цю формулу в рівняння прямої лінії:

$$y = a_0 + b \cdot x, \quad (8)$$

де $y = \ln\left(\ln\frac{1}{1-F(t)}\right)$; $x = \ln t$.

Коефіцієнти a_0 і b рівняння (8) визначаємо із системи нормальних рівнянь:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + b \sum x_i = \sum y_i \\ a_0 \sum x_i + b \sum x_i^2 = \sum x_i \cdot y_i \end{cases} \quad (9)$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 3.

Підставляємо отримані значення в систему (9):

$$\begin{cases} 10 \cdot a_0 - 25,752 \cdot b = 2,915 \\ -25,752 \cdot a_0 + 273,879 \cdot b = 4,657 \end{cases}$$

і знаходимо, що $a_0 = 4,432$; $b = 1,608$. Після цього рівняння (8) має вигляд: $y = 4,432 + 1,608x$.

Таблиця 3 – Результати розрахунків коефіцієнтів системи рівнянь

№ інтервалу	Середина інтервалу $x_{срi}$, мм/тис. ГОД	$F_{iмп}$	$\frac{1}{1-F_{iмп}}$	$y_i = \ln\left(\ln\frac{1}{1-F_{iмп}}\right)$	$x_i = \ln x_{срi}$	x_i^2	$x_i \cdot y_i$
1	0,01	0,047	1,05	-3,026	-4,605	21,208	13,937
2	0,03	0,262	1,35	-1,192	-3,507	12,296	4,180
3	0,05	0,537	2,16	-0,261	-2,996	8,974	0,783
4	0,07	0,697	3,30	0,177	-2,659	7,072	-0,470
5	0,09	0,831	5,93	0,577	-2,408	5,798	-1,388
6	0,11	0,911	11,27	0,885	-2,207	4,872	-1,952
7	0,13	0,947	18,78	1,076	-2,040	4,163	-2,195
8	0,15	0,970	33,80	1,259	-1,897	3,599	-2,388
9	0,17	0,988	84,50	1,490	-1,772	3,140	-2,640
10	0,19	0,999	1000,00	1,933	-1,661	2,758	-3,210
Сума параметрів:				2,915	-25,752	73,879	4,6568

Так як, один з параметрів розподілу знайдений: $b = 1,608$, то другий знаходимо з умови $y = 0$. Тоді $a_0 + b \cdot x_0 = 0$, або $4,432 + 1,608 \cdot x_0 = 0$, звідки $x_0 = -2,756$, а $t_0 = \exp(-2,756) = 0,06355$.

Функція розподілу Вейбулла має вигляд:

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x_i}{0,06355}\right)^{1,608}\right]. \quad (10)$$

Розрахунки характеристики розподілу швидкості зношування циліндрових втулок за законом Вейбулла приведено в табл. 4.

Перевірка гіпотез про вигляд функцій розподілу. З метою визначення ступеню узгодженості теоретичного розподілу з емпіричним можливе використання критерію згоди Пірсона [5]. Статистикою критерію Пірсона служить величина:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^e \frac{(n_j - N \cdot p_j)^2}{N \cdot p_j}, \quad (11)$$

де p_j – ймовірність потрапляння випадкової досліджуваної величини в j -й інтервал, що підраховується у відповідності до гіпотетичного закону розподілу $F(x)$. Нульову гіпотезу про відповідність вибіркового розподілу теоретичному закону $F(x)$ перевіряють шляхом порівняння підрахованої за формулою (11) величини з критичним значенням χ_α^2 , що знаходиться за табличними даними. Якщо виконується нерівність: $\chi^2 \leq \chi_\alpha^2$, то нульову гіпотезу не відкидають. При невиконанні вказаної нерівності приймають альтернативну гіпотезу про належність вибірки невідомому розподілу.

Таблиця 4 – Визначення статистичних показників розподілу швидкості зношування ЦВ за законом Вейбулла

№ інтервалу	Інтервал, мм/тис. год		Середина інтервалу x_i , мм/тис. год	Частота n_i , шт	Частість, n_i/N	$F(x)$
	min	max				
1	0	0,02	0,01	32	0,047	0,0498
2	0,02	0,04	0,03	145	0,214	0,2585
3	0,04	0,06	0,05	186	0,275	0,4934
4	0,06	0,08	0,07	108	0,160	0,6891
5	0,08	0,1	0,09	91	0,135	0,8262
6	0,1	0,12	0,11	54	0,080	0,9107
7	0,12	0,14	0,13	24	0,036	0,9576
8	0,14	0,16	0,15	16	0,024	0,9813
9	0,16	0,18	0,17	12	0,018	0,9923
10	0,18	0,2	0,19	8	0,012	0,9970

Спочатку проведемо розрахунки перевірки гіпотези про нормальність розподілу швидкості зношування циліндрових втулок двигунів фірми MAN серії S70 і S80. Межі інтервалів виразимо через нормовану випадкову величину.

Для першого інтервалу приймаємо, що ліва його межа прагне до $-\infty$, а права має значення 0,02 мм/тис. год. Тоді координата правої межі першого інтервалу:

$$z_1 = \frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma} = \frac{0,02 - 0,06445}{0,0356} = -1,249.$$

Аналогічні розрахунки проводимо для всіх інших показників інтервалів.

Оцінка ймовірності потрапляння значень швидкості зношування у вказані інтервали представляє собою різницю значень функції Лапласа на правій та лівій межі. Якщо інтервали об'єднувались, то підраховують різницю значень функції на межі об'єданого інтервалу.

Підставляємо відомі значення до (11), і отримуємо для першого інтервалу:

$$\frac{(n_j - N \cdot p_j)^2}{N \cdot p_j} = \frac{(32 - 676 \cdot 0,106)^2}{676 \cdot 0,106} = 7,315.$$

Аналогічні розрахунки проводимо і для інших інтервалів. Результати розрахунків дають значення статистики $\chi^2=72,6$.

По табл [3]. для $\alpha = 0,01$ та $k = 7$ знаходимо критичне значення $\chi_{0,01}^2 = 18,5$. Так як умова (12) не виконується, то значить, що дослідні дані суперечать двопараметричному закону нормального розподілу, і таким чином нульову гіпотезу відкидаємо. До аналогічного висновку приходимо і на підставі графічного аналізу.

Проведемо аналогічні розрахунки критерію узгодження Пірсона і для випадку можливості використання апроксимуючого закону Вейбулла. Відмінність у методиці між попереднім розрахунком полягає у визначенні ймовірності потрапляння до інтервалу. Цей показник розраховується за виразом (10). Для першого інтервалу:

$$F(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{0,06355} \right)^{1,608} \right] = 1 - \exp \left[- \left(\frac{0,02}{0,06355} \right)^{1,608} \right] = 0,144.$$

Аналогічні підрахунки проводимо і для інших значень інтервалів. Сума показників останнього стовпчика дає значення статистики $\chi^2=13,94$.

Приймаємо рівень значимості $\alpha = 0,01$ та розрахуємо число ступенів свободи k : $k = e_1 - m - 1 = 10 - 3 - 1 = 6$.

Так як закон Вейбулла є трипараметричним, то $m = 3$. За табличними даними [3]. для $\alpha = 0,01$ та $k = 6$ знаходимо критичне значення $\chi_{0,01}^2 = 16,8$. Результати графічного аналізу прийнятого закону (рис. 2) теж демонструють добру відповідність теоретичного закону емпіричному.

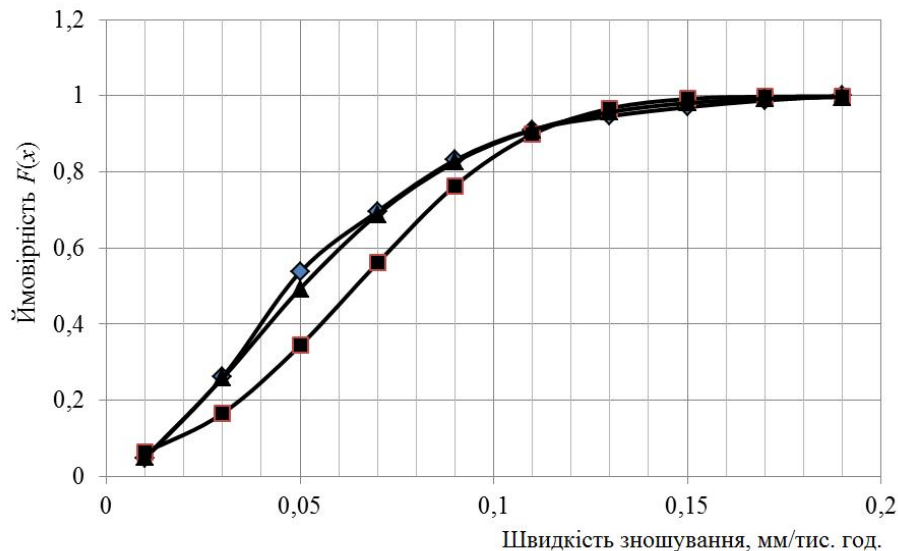


Рисунок 2 – Функції розподілу швидкості зношування циліндрових втулок:

- ◆ – емпірична функція; ▲ – функція закону Вейбулла; ■ – функція закону нормального розподілу (закону Гауса)

Висновки.

1. Швидкість зношування циліндрових втулок малооборотних дизелів фірми MAN B&W серії S70 і S80 змінюється в широких межах від 0,01 мм/1000 год до 0,2 мм/1000год.

2. Встановлено, що серед запропонованих апроксимуючих статистичних функцій, таких як закон нормального розподілу та закон Вейбулла, найбільш точно відображає розподіл досліджуваної випадкової величини закон Вейбулла.

3. Для прийнятого закону приведено інтегральну функцію, що дозволяє визначити ймовірність кожного конкретного значення швидкості зношування циліндрових втулок. Значенню середнього зносу 0,065 мм/1000 год наробітку досягає 67 % ЦВ, що забезпечить їх строк служби 98 тис год. і 98 % циліндрових втулок досягнуть напрацювання 42,7 тис. год із урахуванням швидкості зношування 0,15 мм/1000 год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Engine Management Concept Makes Significant Breakthrough / Diesel Facts. – 1/2011. – р.3.
2. Service Experience of MAN B&W Low Speed Diesel Engines. Two-stroke engines/MAN Diesel & Turbo, April, 2013.
3. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: справочник/Михаил Никитович Степнов. – М.:Машиностроение, 1985.– 232 с.
4. Решетов Д.Н. Надёжность машин / [Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев].; под ред. Д.Н. Решетова. – М.: Высшая школа, 1988. – 238 с.
5. Ефремов Л.В. Практика инженерного анализа надёжности судовой техники / Леонид Владимирович Ефремов. – Л.: Судостроение, 1980. – 176 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СХЕМ СУДНОВИХ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ

Васильєв Д. Е., Бальоха О. М.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Грицук І. В., д.т.н., професор кафедри суднових енергетичних установок

Вступ. Суднові дизельні двигуни піддаються значним змінам кліматичних і температурних умов, характерним для різних частин земної кулі і тому повинні бути здатними працювати в різних умовах навколишнього середовища: в зимових і літніх, що характерні для арктичних і тропічних районів.

Основна частина. Оскільки зміни температури на поверхні моря досить обмежені, судновий дизельний двигун звичайно не буде піддаватися реальним екстремальним температурам. Однак зміни, що відбуваються в умовах навколишнього середовища, серед іншого, викликають зміни в частині загальної витрати мазуту, кількості відпрацьованих газів і температур дизельного двигуна [1–4].

Крім того, температура повітря у впускному колекторі, параметри стискання та тиску спалювання в циліндрі у суднових дизельних двигунів можуть змінюватися і, при дуже низьких температурах навколишнього середовища, температура повітря, що впускається в двигун, істотно впливає і може вимагати деяку корекцію окремих параметрів двигуна.

Щоб захистити двигун від холодної корозії, а особливо циліндрові вкладиші під час запуску, деякі мінімальні температурні, в якості обмеження, повинні обов'язково встановлюватися перед запуском двигуна.

Нормальний запуск двигуна рекомендується при нормальних умовах в наступних встановлених параметрах: двигун повинен запускатися при прогріванні водяної сорочки мінімум до 50 °С і поступово підвищуватися при зміні частоти обертання до 90% від зазначеної максимально стійкої частоти обертання для номінальної потужності.

Створення ефективних засобів і систем передпускового підігріву і прискореного прогріву після пуску для ДВЗ з використанням ТА фазового переходу є своєчасною і актуальною науково-дослідною задачею. В роботах В.І. Данілова, Д.Є. Овсієнко, В.М. Глазова, О.Д. Александрова тощо [5, 7, 8] виконано наукове обґрунтування фізико-хімічної кінетики зародкоутворення і масової кристалізації в речовинах. В роботах О.О. Чиркова, О.К. Костіна, М.О. Іващенко, Н.Д. Чайнова, Б.С. Стефановського, О.Л. Новеннікова, Г.Б. Розенбліта, О.З. Хомича, А.Е. Симсона, С.А. Єрощенкова, Д.Б. Кузнєцова і інших [6–15] виконано наукове обґрунтування і розроблені методики формування інтенсивності процесу теплообміну в порожнинах корпусних деталей ДВЗ. В роботах М.М. Карнаухова, В.О. Вашуркіна, С.Д. Гуліна, В.В. Шулґіна, М.І. Куколева, Ю.К. Кукелева, В.Д. Александрова, І.В. Грицука, О. Schatz, М. Kytö, А. Pellikka і інших [6–19] виконано наукове обґрунтування і розроблена методика розрахунку, створення і дослідження бортових ТА для забезпечення передпускового розігріву ДВЗ в умовах низьких температур ОС. Але питання передпускової і післяпускової теплової підготовки двигуна ТЗ з різноманітними системами комбінованого прогріву потребує подальших досліджень.

Одним з напрямків підвищення ефективності використання енергії судновими енергетичними установками є застосування в їх складі перспективних схем суднових теплоакумулюючих систем теплової підготовки, що представляють собою конструктивно сполучені елементи теплоенергетичного обладнання, які забезпечують процеси накопичення, зберігання і використання теплової енергії за різним призначенням [2].

Виконаний аналіз показав, що перспективні схеми суднових теплоакумулюючих

систем теплової підготовки можуть використовуватись у складі суднових енергетичних установок за різним цільовим призначенням. Суднові теплоакумуючі комплекси використовуються в якості енергетичних установок підводних технічних засобів. Перетворювачами теплової енергії теплового акумулятора виступають: газотурбінний двигун, двигун Стирлінга, а також пристрої прямого перетворення теплової енергії в електричну (ПППЕ). В якості ПППЕ для використання в енергетичній установці з тепловим акумулятором розглядаються термоелектричні генератори (ТЕГ), термоемісійні генератори (ТЕМГ), рідиннометалічні термоелектричні генератори (РМТЕГ) і їх комбінації [1–4].

Використання перспективних схем суднових теплоакумуючих систем теплової підготовки у складі суднових енергетичних установок знаходить своє застосування для забезпечення роботи систем передпускового прогріву двигунів внутрішнього згорання, для роботи пристроїв і механізмів забезпечення експлуатації судна, а також для забезпечення комунально-побутових умов для екіпажу [1–4].

Результати досліджень, присвячених проблемам використання перспективних схем суднових теплоакумуючих систем теплової підготовки в складі транспортних енергетичних установок з ДВЗ, дозволяють зробити висновок про те, що одним з основних етапів розробки ТЗ є визначення необхідної енергоємності теплового акумулятора, його разрядно-зарядних характеристик, циклічності роботи ТЗ в реальних умовах експлуатації суднової енергетичної установки [1–4].

Системи прогріву (СП) можуть однозначно застосовуватись, як перспективні індивідуальні системи отримання, накопичення, розподілу і передачі теплової енергії, що призначені для передпускової і післяпускової теплової підготовки суднових двигунів і енергетичних установок при непрацюючому ДВЗ. Таке відношення до СП стало можливим завдяки тому, що по-перше, існує досить велика кількість різних апробованих і перспективних технічних рішень у цьому напрямку, по-друге, в останні роки з'явилась багато різноманітних нових типів і конструкцій СП, а по-третє, СП або їх окремі складові випускаються невеликими партіями вітчизняними і закордонними підприємствами. Тому представляється доцільним виконати аналіз відомих схем і конструкцій СП і на основі цього аналізу відкоректувати можливість їх використання.

Основні визначення і поняття стосовно систем прогріву наведені в [7]. В напрямку систем прогріву двигунів внутрішнього згорання в технічній літературі найчастіше зустрічається термін «система прогріву тепловозів маневрових (СПТМ)» [11].

Принцип роботи СПТМ заснований на підігріві і підтриманні передпускової температури охолоджуючої рідини (ОР) і моторної оливи (МО) дизеля тепловоза на основі аналізу інформації про температури ОС і дизеля тепловоза. Для реалізації цього принципу у виробі використовуються пристрої та вимірювальна апаратура, які поділяється на такі функціональні групи [11, 7]: апаратура контролю і управління; апаратура передачі даних; апаратура електропостачання; пристрої підігріву. Апаратура контролю і управління забезпечує збір інформації про температури ОР і МО дизеля, ОС, відсутність або наявність руху тепловоза, стан апаратури електропостачання та вторинного електроживлення, а також пристрої підігріву, аналізу отриманої інформації з наступним формуванням керуючих команд. Апаратура передачі даних призначена для формування повідомлень про стан СПТМ і подальшої їх передачі за бездротовими каналами зв'язку стандарту GSM і за протоколом GPRS. Апаратура електропостачання призначена для забезпечення СПТМ електроенергією і розподілу її між різними споживачами. Пристрої підігріву призначені для підігріву ОР і МО в дизелі тепловоза.

Інформація про використання аналогічних систем або перспективних схем суднових теплоакумуючих систем теплової підготовки двигунів на судах не було знайдено. Для подальшого формування перспективних схем суднових теплоакумуючих систем теплової підготовки пропонується використовувати термін «системи прогріву» не тільки для локомотивних двигунів, а і для всіх без виключення двигунів внутрішнього

згорання як стаціонарного призначення, так і транспортного (в тому числі і судових), якщо в передпусковому і після пусковому прогріві її виникає потреба. Це положення і підхід є актуальним і своєчасним для проектування, створення і експлуатації СП на основі теплових акумуляторів (ТА) фазового переходу [5] судових двигунів, а також в області матеріалознавства фазоперехідних елементів ТА.

Регулювання за допомогою СП з тепловим акумулятором ТА [7] теплового стану двигуна позитивно впливає на паливну економічність та моторесурс. Воно може здійснюватись: зміною витрати потоку рідини в систему охолодження (СО) або потоку повітря, використанням: термостатів, систем з термостатами та можливістю відключення вентилятора(ів), систем регулювання вентилятора, ТА в системі охолодження і мащення двигуна, багатосекційних одно- і різнотемпературних ТА в СО і системи мащення (СМ), теплової енергії системи охолодження і ВГ, утилізації теплової енергії ВГ в ТА, сторонніх джерел енергії, тощо. Проведений аналіз показує, що цим питанням приділяється велика увага, схеми і конструкції систем удосконалюються, ефективність їх роботи підвищується, що сприяє зниженню витрати палива та шкідливих викидів двигунами в умовах експлуатації.

Висновки. Визначено особливості впливу температур навколишнього середовища на двигуни судових енергетичних установок.

Одним з напрямків підвищення ефективності використання енергії судовими енергетичними установками є застосування в їх складі перспективних схем судових теплоакумуляуючих систем теплової підготовки, що представляють собою конструктивно сполучені елементи теплоенергетичного обладнання, які забезпечують процеси накопичення, зберігання і використання теплової енергії за різним призначенням.

Системи прогріву можуть однозначно застосовуватись, як перспективні індивідуальні системи отримання, накопичення, розподілу і передачі теплової енергії, що призначені для передпускової і післяпускової теплової підготовки судових двигунів і енергетичних установок при непрацюючому ДВЗ. Створення ефективних засобів і систем передпускового підігріву і прискореного прогріву після пуску для ДВЗ з використанням ТА фазового переходу є своєчасною і актуальною науково-дослідною задачею.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варшамов А.В. Выбор перспективных схем теплоаккумулирующих систем предпускового прогрева двигателей внутреннего сгорания / А.В. Варшамов, В.В. Голеншин, М.Ю.Харитонов // Наукові праці. Техногенна безпека. Радіобіологія, Випуск 268. Том 280, Миколаївський університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, 2016р. - С. 21-27.

2. Харитонов Ю.Н. Судовые теплоаккумулирующие комплексы [Электрон. ресурс] / Ю.Н. Харитонов, В.В. Голеншин, А.В. Варшамов // (Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні. VII міжнародна науково-технічна конференція 2012.) – Режим доступа: <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/files/lectures/14962.pdf> - 24.12.2015г.

3. Голеншин В. В. Экспериментальные исследования температурного состояния оборудования и корпусных конструкций в машинном отделении малотоннажного судна [Текст] / В. В. Голеншин, В. И. Шалухин, А. В. Варшамов – Вісник Інженерної академії України. – К. : КНАУ–2011. – № 2. – С. 159–162.

4. Influence of Ambient Temperature Conditions Main engine operation of MAN B&W two-stroke engines [Электрон. ресурс] / – Режим доступа: <http://www.marine.man.eu/docs/librariesprovider6/technical-papers/influence-of-ambient-temperature-conditions.pdf?sfvrsn=26> - 24.12.2015г.

5. Шульгин В.В. Тепловые аккумуляторы транспортных средств / В.В. Шульгин. // - СПб.: Издательство Политехн. ун-та, 2005. - 268 с.

6. Волков В.П. Системы прогрева двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.Ф. Гутаревич, В.Д. Александров - Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2015.- 314 с.
7. Александров В.Д. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів – монографія / В.Д. Александров, Ю.Ф. Гутаревич, І.В. Грицук і др. - Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2014.- 230 с.
8. Адров Д.С. Тепловий акумулятор як засіб підвищення ефективності пуску стаціонарного двигуна в умовах низьких температур / Д.С. Адров, І.В. Грицук, Ю.В. Прилепський, В.І. Дорошко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. №27, ДонІЗТ, Донецьк, 2011. - с. 117 – 125.
9. Поликер Б.Е. Дизельные двигатели для электроагрегатов и электростанций / Б.Е. Поликер, Л.Л. Михальский, В.А. Марков, В.К. Васильев, Буханец Д.И. // – М.: Легион-Автодата, 2006. – 328с.
10. Вашуркин И. О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой / И. О. Вашуркин – СПб.: Наука, 2002. – 145 с.
11. Найман В.С. Все о предпусковых обогревателях и отопителях / В.С. Найман. – АСТ.: Астрель, 2007. – 213с.
12. Звонов В.А. Экологическая безопасность автомобиля с учетом полного жизненного цикла/ В.А. Звонов, А.В. Козлов, В.Ф. Кутенев // Автомобильная промышленность. – 2000. - №11. – С. 7-12.
13. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей/ Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - М , 1983, 375 с.
14. Носырев Д.Я. Повышение ресурса тепловозных дизелей за счет применения нетрадиционных технических средств / Д.Я. Носырев, Н.В. Чертырховцева // Известия Самарского научного центра РАН. Специальный выпуск «Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития». - Самара: Издательство СНЦРАН, 2007. - С. 145-149.
15. Жмудяк Л.М. Перспективные схемы утилизации тепла отработавших газов поршневых ДВС / Л.М. Жмудяк Л.М. // Динамика и тепловая нагруженность и надежность сельскохозяйственных агрегатов: Материалы второго заседания республиканского семинара. - Барнаул: АПИ, 1981.-С. 100-109.
16. Кукис В.С. Возможность снижения токсичности двигателей внутреннего сгорания при утилизации теплоты их отработавших газов. / В.С. Кукис, М.Л. Хасанова, Н.А. Пятковская // Праці Таврійської державної агротехнічної академії -Вип. 2.-Т. 17.- Мелітополь: ТДАТ, 2001.-С. 151-155.
17. Кукис В.С. Двигатель Стирлинга как утилизатор теплоты отработавших газов / В.С. Кукис // Автомобильная промышленность. - 1988. - № 9. - с. 19-20.
18. Левенберг В.Д. Аккумуляирование тепла / В.Д. Левенберг //- Киев: Техника, 1991. - 112с.
19. Кукис В.С. Двигатель для утилизации теплоты отработавших газов / В.С. Кукис, А.Б. Смолин, А.И. Богданов // Труды международного форума по проблемам науки, техники и образования. - Т. 1. - Москва, 2000. - с. 56-57.

DESIGNS' COMPARISON OF FUEL SUPPLY SYSTEMS TO THE CYLINDER ON MARINE DIESEL ENGINES MAN B&W OF DIFFERENT GENERATIONS

Dadonov V., Kolokolov E.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisor – Grishko Y., teacher of English language

Introduction. The design of ship diesel engines is very diverse. It depends on the fact that their manufacturers are different and each is trying to compete with another. Eventually, diesel engines are improved by a variety of parts. Progress is going ahead therefore people create an engine that is less expensive and efficient and thus changing their design. We chose this topic in order to conduct an investigation about the change of the fuel supply system in the engines of all generations and their economical efficiency. The goal of our research is to show that each new generation of the engine is more automated, less metal consuming and economically better in terms of operating costs which have a great potential for crewing companies.

Main Body. One of the most common manufacturers of marine diesel engines was the German company MAN. The design of their diesel engines consisted of permanently blown turbines in their engines. The exhaust gases from the cylinder entered the turbine which they brought to a working condition themselves.

Also the first manufacturer of diesel engines was the company Burmeister & Wain which was abbreviated as B & W. Their company differed from MAN in that it produced a different design of diesel engines which MAN was interested in terms of upgrading their engine for increasing the power and improved performance.

The opening of the valve was controlled by a rocker and then hydraulically and their engines had long stroke, which made it possible to reduce the diameter of the cylinder without losing power. As a result, in 1980 MAN acquired a Danish shipyard and manufacturer of diesel engines Burmeister & Wain. Therefore MAN has received a new name – MAN B&W Diesel. A completely new type of diesel engine obtained long-stroke with direct-flow valve-blowing and a constant-pressure turbine. Those were the best design decisions of both engines taken and combined into a new type of engine [1].

Norwegians have developed and implemented an extremely interesting product. If you look at the past in the 80s, the VTEC type valve control system became the top and most advanced technology of the 90s that was distinguished by the development and use of a fuel injection system and later the culmination of the direct injection development was the late 2000s. Free Valve Cam free has become a technological breakthrough that has to change the balance of power in the technologies for creating internal combustion engines. The basic principle sounds simple and ingenious instead of a certain binding to a specific static formula. A new technology offers flexibility in the process of engine operation.

The technology of variable valve opening has existed for a relatively long time. Many prototypes have been made from different automakers there are even similar with serial versions from B&W but none of them can match the capabilities offered by the new engine type developed by a modest Scandinavian company. The main idea of this system that it does include serious changes in the engines' construction itself.

The FreeValve motor is 30% more powerful twice as environmentally friendly and 20-50% more economical than a conventional camshaft engine.

Like other engineers who focused on the development of deactivation technologies and variable compression ratio as well as variable volume, the engineers from FreeValve worked on what is called top-end world engine technology which is at the progress.

From the name and description of the technology it becomes clearly that we are talking about the engine in which there are no camshafts. In fact, an unusual approach to the engineering

of into motor technologies involves the engine that does not need these shafts since the valves are designed for individual work. Each valve is not rigidly connected with adjacent valves hence the name «free valves» Free Valve.

The main idea is to make the internal combustion engine more efficient in all phases of operation. Due to their design standard camshafts are extremely compromising options which often lead to certain «victims» increased fuel consumption for power or low torque at high speeds for peak power.

Now it is possible to make the engine efficient at any speed and in all modes of operation without fear of failures at idle mediocre dynamics or high fuel consumption. Instead of camshafts each valve is driven by a separate actuator which in turn is controlled by the electronics.

The developers claim that the camshaft-free system uses 10% less energy than traditional drive solutions. These percentages in the standard scheme of the engine usually go to overcome friction drive and work of the entire upper part of the «head» of the motor.

It is a diesel engine without a camshaft otherwise it is called Cam less. The fuel injection and exhaust valve opening are controlled electronically by means of solenoid valves.

The use of new technology opened attractive prospects for the builders of diesel engines. Except reducing weight (metal consumption) a tangible simplification of the mechanical design, a high-tech camshaft with drives and pumps for each cylinder becomes unnecessary. Electronics opens space for flexible control of the working process in the engine cylinder.

A standard 6L60MC engine with a capacity of 11,520 kilowatts at installation was prepared for retrofitting with new electric fuel supply control elements, exhaust valves and lubricants which are mounted on the top platform of the engine in parallel with traditional systems. Alterations took only 1.5 hours.

The first tests were conducted under the supervision of DNV inspectors that showed stable operation of the system throughout the entire range of loads and even at critically low revs - 11 RPM which is practically unattainable on a traditional engine [2].

Considering the design of the fuel supply system of the MAN engine, it belongs to the first generation of diesel engines. Two-stroke engine is uncompressed, simple action, crosshead, and reversible with gas turbine supercharging. This engine is equipped with rocker arms that push open and close the valves for supply and release [3].

On the second engine MAN B&W S60MC-C we can already see a different design of the fuel supply system which belongs to the second generation of diesel engines. The main part of this system is hydraulic. In engines of this series the electronic system controls the operation of the exhaust valves the processes of starting and reversing the engine cylinder lubrication as well as speed control. Pist washers, located on the camshaft, serve to control the opening and closing of the gas distribution valves [4, 5].

Conclusion. The latest generation is the third. These diesel engines switched to a completely new fuel supply design consists of electronics as well as the engine completely gone from the camshaft. That is a VTEC system which is being installed. It can also be opened and closed at different speeds, change the frequency, the on-board computer system follows this online calculating the required valve stroke mode in accordance with the engine operating mode with lifting accuracy up to 1/10 of a millimeter [6].

The great advantage of this system is that the engine can work on both diesel and gas. And gas is cheaper and its storage tanks take up only part of the space which give more free space on the vessel. A gas fuel supply system on the ship takes only 7m x 3m x 2 m. Therefore installing such systems on marine engines is much more economical for a crewing company because maintenance does not require high costs.

LIST OF USED LITERATURE

1. MAN Diesel – Wikipedia [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/MAN_Diesel. Accessed: Oct. 25, 2018.
2. Engines without - camshafts new technology [Online]. Available: <http://www.lgai.ru/publ/517681-dvigateli-bez-raspredvalov-novaya-tehnologiya-kotoraya-izmenit-avtoindustriyu.html>. Accessed: Oct. 25, 2018.
3. Trifonov L.N. «Sudovoi motorist» pp. 172 – 174, 1875.
4. Manual of «MAN B&W S60MC-C IMO Tier 2 Project Guide», 2014
5. Sudovoy gidroprivod [Online]. Available: <http://www.findpatent.ru/patent/229/2299829.html>. Accessed: Oct. 25, 2018.
6. Modern marine diesel engines [Online]. Available: <http://sudostroenie.info/novosti/22242.html>. Accessed: Oct. 25, 2018.

SIMPSON'S FIRST RULE AND ITS APPLICATION IN SHIP STABILITY

Degeltsev M.

State University of Infrastructure and Technology

Scientific supervisor – Klindukhova V., associate professor of State University of Infrastructure and Technology

Introduction. Finding area of water plane is most important topic in ship stability. There are several ways by which this can be found, one of them is Simpson's Rules. Simpson's Rules can be used to find areas of curved figures using numerical integration technique. As the water plane is symmetrical about the center line, we need to calculate only half the area. For that, Simpson's rules are used. Simpson's rules gives the better approximations to the areas. Simpson's Rules are used to calculate area of the space enclosed by a straight line and a curve. Aim of the paper is to derive Simpson's first rule for different cases.

Main body. Mathematical Model: Simpson's first rule: Simpson's first rule is used when number of ordinates are odd. Considering the parabola of third order with equation

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3.$$

Where a_0, a_1, a_2, a_3 are constants and y_1, y_2, y_3 be three ordinates equally spaced at h units apart.

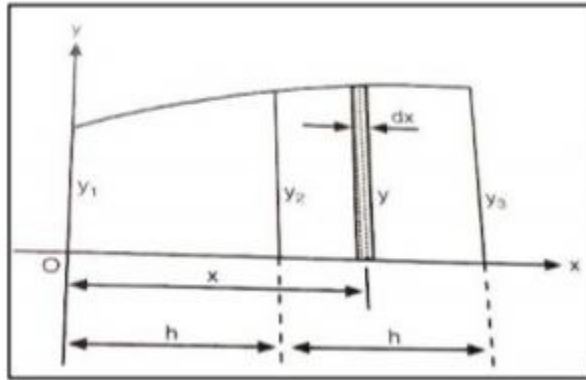


Figure 1 –Simpson's First Rule

The area of the elementary strip is ydx . Then the area enclosed by the curve is given by:

$$S_{figure} = \int_0^{2h} ydx$$

$$S_{figure} = \int_0^{2h} (a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3)dx = 2a_0h + 2a_1h^2 + \frac{8}{3}a_2h^3 + 4a_3h^4$$

Assume that the $S_{figure} = Ay_1 + By_2 + Cy_3$. Using the equation of the curve and substituting $0, h, 2h$ respectively on the place of x .

Area of the figure:

$$S_{figure} = Aa_0 + B(a_0 + a_1h + a_2h^2 + a_3h^3) + C(a_0 + 2a_1h + 4a_2h^2 + 8a_3h^3)$$

Equating (1) and (2) we get:

$$A+B+C=2h,$$

$$B+2C=2h,$$

$$B+4C=8/3 h$$

$$B+8C=4h$$

Which on solving gives:

$$A = \frac{h}{3}; B = \frac{4h}{3}; C = \frac{h}{3}.$$

Therefore

$$S_{figure} = Ay_1 + B y_2 + C y_3 = \frac{h}{3} (y_1 + 4y_2 + y_3) .$$

This is Simpson's First rule for ship stability. And the coefficient of y_1 , y_2 and y_3 are called Simpson's Multipliers.

This rule can be generalized according to number of ordinates as follows:

- 1, 4, 1, if there are three ordinates;
- 1, 4, 2, 4, 1, if there are five ordinates;
- 1, 4, 2, 4, 2, 4, 1, if the ordinates are seven;
- 1, 4, 2, 4, 2, 4, 2, 4, 1, for nine ordinates;
- 1, 4, 2, 4, 2, 4, 2, 4, 1, for any further odd number of ordinates.

Ex.1 The length of a ship's water-plane area is 70 m. The lengths of the equidistantly spaced half ordinates commencing from forward are as follows: 0, 5.2, 6.4, 7.0, 6.0, 4.9, 0.3 Find the area of water plane.

Sol. $h = \frac{70}{6} = 11,7m$

Half-ordinates	Simpson's Multiplier	Area Function
0	1	0
5.2	4	20.8
6.4	2	12.8
7.0	4	28.0
6.0	2	12.0
4.9	4	19.6
0.3	1	0.3
	Total	93.23

$$\text{Area of the water – plane} = 2 \cdot \frac{h}{3} \cdot 93,23 = 2 \cdot \frac{11,7}{3} \cdot 93,23 = 727,3m^2$$

Conclusion. In this paper, first Simpson's rule is derived. And further Simpson rules are used to find area of water plane which is the essential thing for ship stability.

LIST OF USED LITERATURE

1. <http://academicscience.co.in/admin/resources/project/paper/f201702151487147028.pdf>
2. http://solr.bccampus.ca:8001/bcc/file/b3c16e08-d327-44fe-aa71-de5f879fb016/1/D2LExport_Math058.zip/Module%205/Lesson2_Simpson_First_rule/m05_L02_Simpsons_rule.html

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дереза В. В., Чикунов Е. А.

Морской колледж Херсонской государственной морской академии

Научный руководитель – Корж А. К., преподаватель МК ХДМА

Введение. Судовая энергетическая установка представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных механизмов, теплообменных аппаратов, устройств и трубопроводов, предназначенных для обеспечения движения судна с заданной скоростью, а также для снабжения энергией различных механизмов, систем, устройств и т. п.

Основная часть вырабатываемой судовой энергетической установкой энергии расходуется на перемещение судна по воде под действием упора, создаваемого работой судовой движитель (гребного винта, гребного колеса, крыльчатого движителя и т. д.), который приводится в движение главным судовым двигателем [1].

На судах применяют в основном двигатели, в которых механическая энергия вырабатывается в результате преобразования тепловой энергии, образующейся при сжигании топлива. В зависимости от используемой рабочей среды такие двигатели, называемые тепловыми, подразделяют на две основные группы – паровые и двигатели внутреннего сгорания.

Паровые двигатели – паровые турбины и машины (на старых судах) – р используют энергию пара, который образуется в паровых котлах при сжигании топлива в их топках.

Двигатели внутреннего сгорания используют энергию газов, образующихся при сгорании топлива в самих двигателях. К этой группе относятся также газовые турбины, которые используют энергию газов, образующихся при сгорании топлива в специальных камерах или генераторах газа.

На современных судах устанавливают следующие типы главных двигателей: двигатели внутреннего сгорания, паровые турбины, газовые турбины. Каждому типу соответствует свой способ передачи крутящего момента от главного двигателя к гребному валу.

Прямая передача от главного двигателя к гребному валу осуществляется при использовании малооборотных судовых дизелей. При средне- и высокооборотных дизелях вращение гребному валу передается с помощью зубчатой передачи - редуктора. Редукторную передачу применяют также в паротурбинных установках (ПТУ) (при этом турбина делает 5000-6000 об/мин, а гребной вал – 80-200 об/мин), а также в установках из нескольких любых двигателей, работающих на один гребной вал [2].

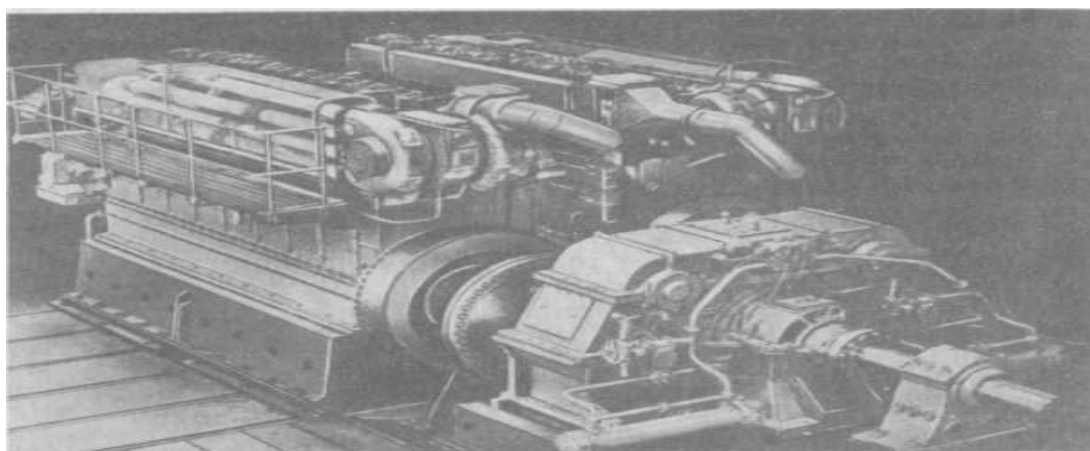


Рисунок 1 – Дизель-редукторная установка
(два двигателя внутреннего сгорания работают через редуктор на один вал)

Основная часть. На гражданских судах наибольшее распространение получили дизельные и паротурбинные установки. Первые применяют почти на всех новых судах с мощностью энергетической установки до 20000-30000 кВт. Паротурбинные установки целесообразно использовать при мощностях от 15000-18000 до 30000-38000 кВт на один вал, однако в связи с созданием мощных экономичных дизелей, а также резким ростом цен на топливо, число паровых турбин даже на крупных морских судах существенно сократилось. В 1986 г. в составе мирового торгового флота около 98% судов имели дизельные установки. На судах, имеющих по условиям эксплуатации два ходовых режима, отличающихся по потребляемой мощности и продолжительности, применяют комбинированные установки. Они состоят из двигателей двух типов – основного (дизеля или паровой турбины), обеспечивающего длительный экономический ход, и так называемого форсажного двигателя, предназначенного для резкого кратковременного увеличения мощности с целью получения большой скорости хода. В качестве форсажных двигателей обычно применяют менее экономичные, но зато значительно более компактные газовые турбины. Такие комбинированные судовые энергетические установки применяют на тех судах, которым необходимо точно выдерживать расписание независимо от погоды. К комбинированным относятся также такие установки, в которых двигатели обоих типов связаны единым термодинамическим циклом, с целью существенного повышения общего КПД установки. В таких установках теплота отходящих газов двигателя одного типа используется в утилизационном парогенераторе для приготовления рабочего пара или газа для двигателя другого типа [3].

На некоторых судах, которые должны обладать повышенной маневренностью – ледоколах, пармах, плавучих кранах, портовых буксирах, - используют установки с электродвижением; гребные винты вращаются гребными электродвигателями, которые питаются электрическим током от генераторов, имеющих в качестве первичного двигателя дизель, паровую или газовую турбины. Такие суда называют соответственно дизель-электроходами, турбоэлектроходами или газотурбоэлектроходами. Бурное развитие атомной энергетики и успехи применения атомной энергии в мирных целях привели к созданию нового типа судовой энергетической установки, отличающейся от обычной паротурбинной или турбоэлектрической тем, что рабочая среда – пар, вырабатывается не в котле, а в специальном аппарате (парогенераторе), который использует тепло, образующееся в результате ядерной реакции, протекающей в реакторе [3].

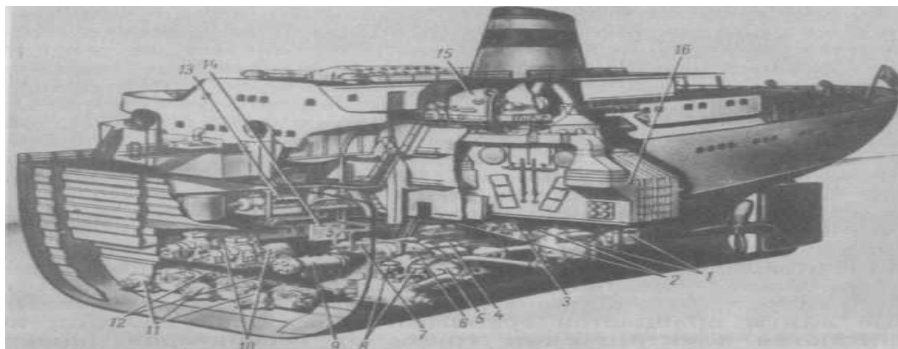


Рисунок 2 –Общее механизмов в машинно-котельном отделении турбинного танкера

ГТУ легче, компактнее, они (в сочетании с теплоутилизационными приставками) потребляют еще меньше топлива, чем ПТУ, поэтому их считают наиболее перспективными для применения на тех транспортных судах, для которых наиболее важен выигрыш в использовании объемов (суда типа «ро-ро», контейнеровозы и т. п.), особенно если удастся устранить их главные недостатки – высокую шумность и малый моторесурс (20000-25000 ч). Преимуществом дизельных установок является их способность к реверсу,

т. е изменению направления вращения вала. У ПТУ и ГТУ для этой цели приходится предусматривать турбину заднего хода или применять гребной винт регулируемого шага (ВРШ) [2].

Паровые котлы и котельные установки. Паровые котлы устанавливают на судах для превращения воды в пар за счет тепла, выделяющегося при сжигании топлива. В зависимости от назначения судовые котлы подразделяют на главные, вырабатывающие пар для главных и вспомогательных механизмов, и вспомогательные, обеспечивающие паром систему отопления, камбуз, баню, прачечную и т. п., а также вспомогательные механизмы во время стоянки. На пароходах вспомогательные котлы действуют только на стоянках (иногда вместо вспомогательного работает один из главных), на теплоходах – в течение всего рейса Судовые котлы работают в основном на жидком топливе. Каждый паровой котел состоит из корпуса, топки и газоходов. В корпусе находится вода и пар (внизу водяное, выше - паровое пространство). Поверхность котла, обогреваемая с одной стороны горячими газами, а с другой омываемая водой, называется поверхностью нагрева [5].

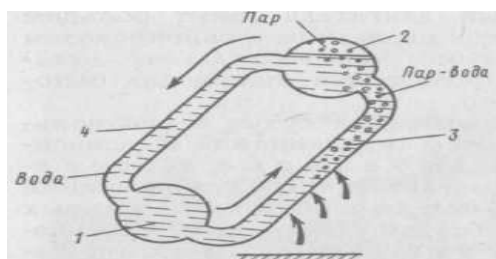


Рисунок 3 – Паровой котел

Утилизационные котлы, использующие тепло отработавших газов главного двигателя, применяют на судах с дизельными и газотурбинными энергетическими установками, вследствие чего увеличивается КПД энергетической установки. Их размещают на выхлопном трубопроводе.

Паровая турбина представляет собой механизм, преобразующий потенциальную энергию пара сначала в кинетическую энергию скоростной струи пара, а затем в механическую работу вращения вала. Выходящая из сопла струя пара воздействует на лопатки и тем самым вращает колесо, а следовательно, и вал [5].

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) – это поршневые тепловые двигатели, в которых сгорание топлива и превращение тепловой энергии в механическую происходит непосредственно внутри рабочего цилиндра. Рабочим телом в этом случае является смесь газов, образующихся при сгорании топлива. Расширяясь в цилиндре, газы давят на поршень, который, перемещаясь под давлением газов вниз, с помощью шатуна передает движение коленчатому валу; последний преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное, передаваемое гребному валу с насаженным на него гребным винтом. В верхней части цилиндра размещается распределительный механизм, состоящий из клапанов с приводами и предназначенный для обеспечения всасывания воздуха и выпуска отработавших газов. Рабочий процесс, совершающийся в цилиндре ДВС, состоит из последовательно сменяющих друг друга процессов: всасывания воздуха в цилиндр, сжатия воздуха в цилиндре, впрыска топлива, воспламенения и расширения горячих газов в цилиндре (рабочий ход) и выхлопа отработавших газов. Если один рабочий процесс двигателя совершается за четыре хода поршня из одного крайнего положения в другое (сверху вниз и наоборот), то такой двигатель называют четырехтактным если за два хода – двухтактным. Кроме того, все двигатели внутреннего сгорания подразделяют на двигатели: простого и двойного действия – в зависимости от того, совершается ли рабочий цикл только в верхней полости цилиндра или в обеих полостях; тихоходные и

быстроходные – в зависимости от средней скорости движения поршня (менее 6,5 м/с – тихоходные); малооборотные (не более 1502-50 об/мин) и среднеоборотные (300-600 об/мин); крэйцкопфные и тронко-вые – в зависимости от конструкции шатунного механизма (крэйц-копфные двигатели имеют шатун с ползуном, тронковые – не имеют); карбюраторные и дизели – в зависимости от способа воспламенения топлива (у карбюраторных двигателей топливо воспламеняется от электрической искры, у дизелей – самовоспламеняется благодаря повышению температуры воздуха внутри цилиндра от сжатия); компрессорные и бескомпрессорные – в зависимости от способа распыления топлива; нефтяные, керосиновые, бензиновые, газогенераторные – в зависимости от рода применяемого топлива. Нормальная работа двигателя внутреннего сгорания обеспечивается работой его систем: топливоподающей, смазки, охлаждения и пусковой. Топливоподающая система ДВС состоит из расходных топливных цистерн, трубопроводов, топливных насосов (дежурных, перекачивающих и насосов высокого давления, подающих топливо через форсунки в цилиндры двигателя), топливных фильтров, сепараторов, подогревателей, измерительных приборов и пр. Топливные перекачивающие и дежурные насосы – поршневого или шестеренного типа; насосы высокого давления – плунжерные или золотниковые. В судовых дизелях применяют обычно вязкое тяжелое топливо, которое для снижения вязкости необходимо подогревать в специальных подогревателях. Подогрев до 60-70° не только снижает вязкость, но и облегчает удаление из топлива механических примесей и воды, осуществляемое с помощью топливных фильтров и сепараторов. Если для работы двигателя применяют тяжелые сорта топлива, то при запуске и остановке двигателя переходят на легкое дизельное топливо, которое на судне хранят в отдельных запасных и расходных цистернах. Система смазки обеспечивает подачу масла к движущимся деталям двигателя для уменьшения износа трущихся поверхностей и отвода тепла, выделяемого при трении. В современных судовых двигателях обычно применяют циркуляционную систему смазки низкого давления. Масло, отработавшее в двигателе, стекает в расположенную под ним сточную масляную цистерну, откуда циркуляционным масляным насосом подается в фильтр, холодильник и снова к двигателю. Система охлаждения служит для охлаждения цилиндров двигателей, нагреваемых от сгорания в них топлива и от трения движущихся в них поршней. В качестве охлаждающей жидкости чаще всего применяют воду, реже, масло (главным образом, для охлаждения головок поршней). Система охлаждения бывает проточной (заборной водой) и замкнутой (пресной водой). Последнюю применяют чаще, так как охлаждаемые полости не загрязняются, но она сложнее и дороже в эксплуатации. Для подачи воды используют центробежные и поршневые насосы. Автоматическое поддержание постоянной температуры охлаждающей воды (70-80°) осуществляется прибором – термостатом. Для запуска двигателя имеется специальная пусковая система. Быстроходные двигатели небольшой мощности запускаются с помощью электродвигателя – стартера; большие мощные малооборотные двигатели пускают в ход сжатым воздухом, подаваемым из баллонов в цилиндры двигателя через делительное устройство [2].

Вспомогательные механизмы. К вспомогательным судовым механизмам относятся механизмы и теплообменные аппараты, обслуживающие главную энергетическую установку, двигатели генераторов электрического тока, вспомогательные котлы, вспомогательные конденсаторы, опреснительные и испарительные установки и рефрижераторные машины.

Вывод. Судовая энергетическая установка должна быть компактной, легкой и экономичной, т. е. расходовать возможно меньше топлива на единицу мощности в час и потреблять наиболее дешевое топливо. Одним из главных требований, предъявляемых к судовой установке, является высокая надежность в работе и большой моторесурс – продолжительность работы без капитального ремонта. По экономичности первое место занимают дизельные установки, у которых удельный расход топлива не превышает 180-

220 г/(кВт·ч). Однак дизельні установки важелы (100-120 г/кВт) и громоздки. ПТУ, наоборот, значительно легче дизельных (60-75 г/кВт) и компактнее, но они менее экономичны, так как удельный расход топлива у них 280-320 г/(кВт·ч), а у современных ПТУ большой мощности – 245-260 г/(кВт·ч). Поэтому при выборе типа энергетической установки следует учитывать, что даст большую экономию в массе – сама энергетическая установка или запасы топлива для нее [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Википедия. Раздел: Судовые энергетические установки;
2. Сергиенко Л.И, Миронов В.В. Электроэнергетические системы морских судов, 1991.
3. Сизых В.А. Судовые энергетические установки.
4. Артемов Г.А. Система судовых энергетических установок.
5. Грибиниченко М.В. Судовые энергетические установки.

ЗАСТОСУВАННЯ ДЕТОНАЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ

Діденко Д. Д.

*Морський коледж Херсонської державної морської академії
Наукові керівники – Єременко О. М., викладач, Пліс С. А., викладач,
Буханіста М. В., викладач*

Вступ. Методи газотермічного напилення покриттів широко використовують як при відновленні деталей машин, так і для створення виробів із заданими фізико-механічними властивостями поверхневих шарів (зносостійкість, корозійностійкість, теплозахисні, антифрикційні). В останній час отримали розвиток методи високошвидкісного газополуменевого напилення (HVOF). Можливість створювати щільні покриття з мінімальною пористістю, високою адгезією і мінімальним окисленням матеріалу є основною перевагою HVOF процесу. Це досягається за рахунок високої швидкості частинок порошку, що напилюються і мінімального часу їх перебування в струмені продуктів згоряння. Високошвидкісне газополуменеве напилення широко використовується для нанесення металокерамічних і металевих покриттів, його можна застосовувати і для нанесення щільних керамічних покриттів [2].

Основна частина. Спектр пропонованих HVOF пристроїв величезний. Лідерами у виробництві даного устаткування є такі компанії як Sulzer-Metco, GTV, Прахаіт. Сучасні установки HVOF працюють при тиску в камері згоряння 0,7-1,2 МПа. Як пальне використовується пропан, етилен, пропилен, водень або гас. Витрати пального досить значні: для забезпечення високої швидкості (до 750 м/с) частинок Al_2O_3 необхідно спалювати 4,7 м³/год C_3H_6 ; витрати кисню при цьому складають 17 м³/год. На нагрівання і прискорення 1 кг порошкового матеріалу доводиться до 25 м³ продуктів згоряння. В таких умовах утворюється надлишок теплової потужності, що обумовлює необхідність ускладнювати технологію, застосовувати системи охолодження потужністю до 40 кВт, збільшувати дистанцію напилення і т.д. Для формування високошвидкісного струменя продуктів згоряння в пальниках використовують сопла з внутрішнім діаметром 9-12 мм. Висока щільність теплової енергії в соплах обмежує їх працездатність до 6-12 год. Високий тиск компонентів горючої суміші і великий обсяг продуктів згоряння негативно впливають на надійність технологічних пристроїв і вартість обладнання. Прикладом успішної модернізації HVOF є пристрій TopGun®Airjet та пальник HVAF, які охолоджуються компонентами горючої суміші. Висока адгезія, когезія, мікротвердість, низька пористість покриттів, нанесених HVOF пристроями, безпосередньо залежать від швидкості частинок, що напилюються [2]. Використання детонаційних систем напилення дозволяє ще більше збільшити швидкість частинок, що напилюються і, як наслідок, збільшити адгезію, когезію, знизити пористість покриттів. Витрати горючої суміші при цьому значно нижчі, що запобігає перегріванню поверхні, що напилюється. Масове використання технології детонаційного напилення стримується високими вимогами до кваліфікації персоналу і підвищеними вимогами до заходів безпеки. Нове покоління детонаційних установок відрізняється високим ступенем автоматизації і контролем за технологічним процесом [3,]. Класичні детонаційні пристрої використовують клапанну систему подачі горючих газів і напилювального матеріалу. До загальних недоліків даних пристроїв можна віднести – низьку працездатність вузлів введення порошків, недостатню точність дозування і синхронізації введення порошку з ініціюванням детонації. Вирішення питання ефективності використання матеріалів, підвищення продуктивності і надійності пристроїв є основним завданням при їх експлуатації. Як наслідок, перспективним напрямком розвитку є створення надійних безклапанних і економних детонаційних установок, що працюють на підвищених (до 100Гц) частотах. Цікавим є високочастотний імпульсно-детонаційний пристрій HFPD. Заміри швидкості частинок Al_2O_3 , що мають

фракцію 40 мкм, показали можливість прискорення частинок порошкової хмари до 1200 м/с при середній його швидкості 820 м/с [2]. Висока частота детонації дозволяє також збільшити коефіцієнт використання порошку і спростити систему його подачі.

У детонаційних пристроях прискорення і розігрівання частинок порошку здійснюються, в основному, продуктами згоряння. Більшість розроблених пристроїв працює на принципі самопідтримуючої детонації. Використання перетиснутого детонаційного режиму згоряння перспективніше для реалізації більш високих параметрів (тиск, швидкість, температура) продуктів згоряння за фронтом детонаційної хвилі. Це дозволяє зменшити розміри установок, застосовувати сильно розбавлені суміші, істотно зменшити діаметр вихідного отвору стовбура.

Розроблені на цих принципах пристрої дозволяють створювати якісні покриття з високими фізико-механічними властивостями, що стимулює їх подальший розвиток [2]. Істотно поліпшити умови наплення порошкового матеріалу можливо також застосовуючи багатокамерні детонаційні установки (МКДУ), які використовують переваги безклапанних систем, що працюють на підвищених частотах. Було розроблено МКДУ для наплення порошкового матеріалу, в якому детонаційне горіння газової суміші відбувається в спеціально спрофільованих камерах [1]. Акумулявання енергії згоряння від двох камер в циліндричному стовбурі забезпечує формування високошвидкісного струменя продуктів згоряння, який прискорює і нагріває порошковий матеріал. Результати моделювання процесів згоряння у двокамерній конструкції пристрою показали, що еюра тиску продуктів згоряння в соплі має «двогорбий» характер. Перший «горб» від циліндричної камери і другий від дискової. Оцінювальна швидкість продуктів згоряння від відкритої частини сопла досягає 1,8 км/с. Такі умови дозволяють ефективно прискорювати порошковий матеріал до швидкості 1,2 км/с.

До особливостей МКДУ слід віднести наявність декількох спеціально профільованих детонаційних камер, підвищену частоту детонації (20-30 Гц) горючої суміші, газодинамічний вузол дозування і синхронізацію введення порошку у сопло з ініціюванням детонації.

Макет МКДУ (рис. 1) містить: вузол змішування газів 1, електророзрядний пристрій 2, форкамеру 3, детонаційну 4 та кумулятивну 5 камери згоряння, систему безперервної подачі порошку 6, вузол для дозування і введення порошку 7, водяну сорочку для охолодження 8, циліндричне сопло для прискорення і нагріву дози порошку 9, вузол змішування газів 10.

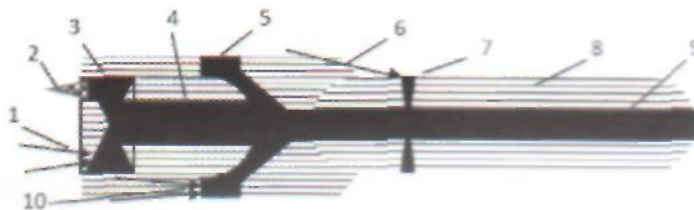


Рисунок 1 – Багатокамерна детонаційна установка для нанесення покриття

Ініціювання детонації горючих газів відбувається у форкамері 3 за допомогою електричного розряду. Розвиток детонаційного режиму згоряння в циліндричній камері 4, а потім і в кумулятивній 5 супроводжується скупченням енергії продуктів згоряння на вході у сопло 9, куди уводиться доза порошкового матеріалу з пристрою 7.

Дослідження показали, що використання другої (кумулятивної) камери дозволяє значно змінити фізичні параметри продуктів згоряння. Реєстрація тиску та швидкості у продуктах детонаційного згоряння відбувається п'єзоелектричними датчиками тиску ЛХ-611. Датчик фіксує на вході в сопло три піки тиску в продуктах згоряння (рис. 2). Перший пік на рівні 35, другий 20 і третій 15 бар. Потім тиск плавно знижується до 3 бар протягом 1 мс. Амплітуда тиску на другому датчику, на виході зі сопла, становить 20 бар, через 0,25 м/сек від утворення максимальної амплітуди тиску продуктів згоряння на вході в сопло.

Час проходження хвилі тиску в продуктах згоряння між датчиками становить в середньому 0,25 м/сек, а їх швидкість 2100 ± 100 м/сек. Дослідження підтверджують, що швидкість продуктів згоряння істотно підвищується при підключенні другої камери згоряння. При цьому в соплі формується більший за довжиною і щільністю потік продуктів згоряння, що має три максимуми тиску і більш високу швидкість.

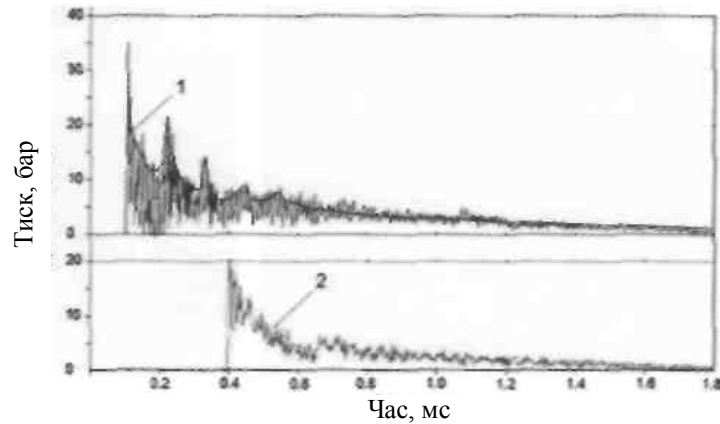


Рисунок 2 – Графік змінення тиску в продуктах згоряння: 1 – на початку; 2 – у кінці сопла МКДС

Такий потік більш ефективний при прискоренні дози порошку в соплі. При напилени покриттів відбувається обгін ударними хвилями і продуктами детонаційного згоряння порошкових частинок та випереджальна їх взаємодія з матеріалом підкладки або напиленим шаром.

Дослідження показали, що швидкість газопорошкової хмари на відстані розміщення поверхні, що напильється (до 60 мм від зрізу сопла) досягала, в середньому, величин 1200 ± 200 м/сек. Це дозволяє отримувати якісні покриття з мінімальною пористістю. Як приклад на рис. 3 наведені поперечні шліфи покриттів з порошоків:

- а) AMPERIT 740.0 Al_2O_3 ;
- б) AMPERIT 554.074 WC + 12% CoCr. Покриття наносилися на зразок зі сталі 12X18H10T.

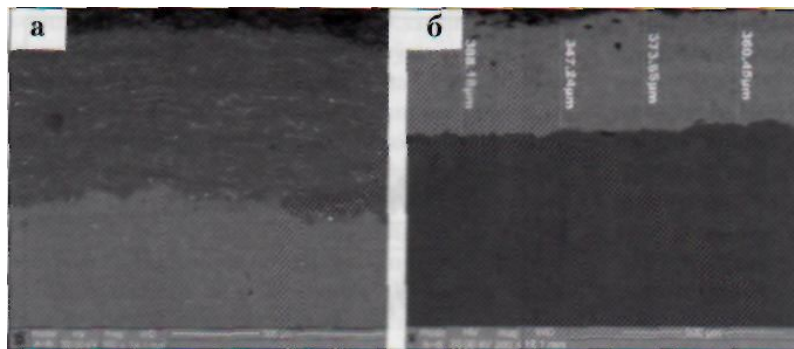


Рисунок 3 – Поперечні шліфи покриттів із порошоків: а) AMPERIT 740.0 Al_2O_3 ;
б) AMPERIT 554.074 WC + 12% CoCr.

Дослідження виявили, що матеріал керамічного шару має твердість 1320 ± 25 HV_{0.3} і пористість < 1%. Максимальна твердість отримана у верхніх шарах покриття. Твердість плавно знижується на ~ 30% і в шарах, які прилягають до межі, має значення 900 ± 25 HV_{0.3}. Склад матеріалу покриття – корунд кристалічної форми до 47%; інші фази – пластичні модифікації.

Матеріал покриття з порошку AMPERIT 554.074WC + 12% CoCr має середню твердість 1100 HV₃₀₀ (від 1 600 до 800 HV₃₀₀). Пористість покриття < 1%; товщина до 400 мкм. Коефіцієнт використання матеріалів (КИМ) 86 % при продуктивності 1,5 кг/год.

Аналіз показує, що дефекти матеріалу покриття на поверхні розділу відсутні, що обумовлює високі показники адгезії до підкладки.

Напилення покриттів здійснюється із використанням пального газу пропан + бутан у суміші з киснем і повітрям. Енергоефективність технології становить до 5 – 10 м³ продуктів згоряння на 1 кг матеріалу покриття. На базі розробленого МКДУ створено обладнання для нанесення покриттів, яке складається зі стандартних вузлів і пристроїв: маніпулятори, прилади для управління газами, системи безпеки, вентиляції і захисту від звуку. Устаткування комплектується багатокамерним детонаційним пристроєм, спеціальним порошковим живильником і автоматизованою системою управління.

Конструкція МКДУ і системи подачі порошку передбачують можливість роботи пристроїв при будь-якій просторовій орієнтації. МКДУ може знаходитися в стаціонарному положенні, може бути встановлено на «руці» робота і використовуватися замість пальника НVOF. При високій частоті ініціювання детонації (20 Гц і вище), технологію можна розглядати як «квазінеперервну» і, відповідно, здійснювати неперервну подачу газів і порошоків на великі (> 10 м) відстані; забезпечувати якість покриття незалежно від позиціонування технологічного пристрою. Невеликі розміри МКДУ, а також безперервна подача компонентів горючої газової суміші і порошоків забезпечують умови для технологічного маніпулювання при використанні стандартних автоматизованих установок і роботів. Використовують також стандартні бокси і системи для нейтралізації шуму, апробовані порошкові живильники, газобалонні системи подачі газів, пульти керування та системи контролю за технологією напилення і якістю покриття. Установка горизонтального типу використовується для формування покриття на виробках типу ролик, вал, ротор. Вироби з більш складною конфігурацією доцільно напилювати на установках з маніпулятором у вигляді робота.

Багатокамерні детонаційні установки відрізняються простотою в експлуатації і низькою вартістю. Пристрій є універсальним і забезпечує формування покриття з металевих і керамічних матеріалів. Витрата компонентів горючої суміші – 0,6-1,2 м³/год пропану і 2,0-5,0 м³/год кисню. Продуктивність МКДУ: до 3 кг/год – метали, 2 кг/год – металокераміка і 1 кг/год – кераміка.

Виходячи з викладеного вище, можна зробити наступні висновки:

1. Безклапанна багатокамерна детонаційна установка для газотермічного напилення, яка працює з частотою 20 Гц і вище підвищила надійність самої конструкції і ефективність технології нанесення покриттів в цілому у порівнянні з традиційними пристроями детонаційного напилення.
2. У МКДУ використовуються принципи перетиснення детонаційного режиму згоряння. Спеціальна геометрія форкамери дозволила скоротити ділянку переходу горіння в детонацію. Використання другої камери призвело до формування додаткового ударного фронту і до значного збільшення амплітуди тиску в стовбурі установки. На виході зі ствола тиск продуктів згоряння досягав 20 атм.
3. Використання другої камери дозволило підняти швидкість продуктів згоряння в стовбурі пристрою на 35%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. (11) 83831 Україна. Спосіб детонаційного напилення покриття і прилад для його здійснення / Ю. М. Тюрін, О. В. Колісниченко: Заявник та патентовласник Ю. М. Тюрін, О. В. Колісниченко. - № а 2000510593; заявл. 09112005; опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16.
2. Ю. Н. Тюрин, О. В. Колісниченко, И. М. Дуда. Эффективность многокамерного детонационного устройства для нанесения покрытий // Сварщик. – 2017. – № 4. – С. 13-17.
3. А. А. Мазур, О. К. Маковецкая, С. В. Пустовойт. Автоматизация и роботизация в сварочном производстве // Сварщик. – 2017. – № 4. – С. 24-30.

ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ КОМПРЕССОРА ПУСКОВОГО ВОЗДУХА

Дученко А. Э.

Херсонская государственная морская академия

Научный руководитель – Хлопенко Н. Я., д.т.н., профессор

Введение. В современных судовых системах сжатого воздуха используются двухступенчатые поршневые компрессоры. Они приводятся в движение нерегулируемыми асинхронными электродвигателями. Эти двигатели работают не на номинальных режимах, что приводит к повышенному потреблению электроэнергии. Существенное снижение затрат электроэнергии может быть достигнуто, как известно из [1], за счет частотного управления. Однако для такого управления необходимо иметь строгое математическое описание объекта управления – двухступенчатого компрессора и системы сжатого воздуха в целом.

Частотному управлению электроприводом поршневых компрессоров различного назначения посвящено ряд работ [1-2]. В них разработаны методики, исследованы процессы и предложены устройства, позволяющие улучшить массогабаритные показатели, заметно снизить уровень пульсаций момента и неравномерность вращения двигателя, а также обеспечить работу системы при изменяющихся параметрах электропривода. Однако задача построения методики и алгоритма частотного управления электроприводом судового двухступенчатого компрессора сжатого воздуха не рассматривалась. В связи с этим задача построения методики и алгоритма частотно-управляемого электропривода двухступенчатого компрессора системы сжатого воздуха является актуальной.

Целью работы является построение методики и алгоритма частотного управления судовым двухступенчатым компрессором системы сжатого воздуха.

Основная часть Теоретической основой для построения методики и алгоритма частотного управления двухступенчатым компрессором системы сжатого воздуха служили теория систем управления электроприводов [3]. и теория тепловых процессов поршневых компрессоров [4].

Синтез системы частотного управления судовым двухступенчатым компрессором сжатого воздуха проводился в три этапа. На первом этапе с привлечением работы [4]. находятся выражения для давлений, объемного расхода и нагрузки (момента сопротивления от газовых сил) на асинхронный двигатель компрессора при заполнении герметичных резервуаров. На втором этапе производится построение структурной схемы электропривода компрессора, как и в работе [3]. На третьем завершающем этапе выполняется моделирование и расчет переходных процессов электропривода двухступенчатого компрессора в MATLAB.

Алгоритм расчета сводится к следующей последовательности действий:

1. Задаются номинальные значения давления, производительности, КПД, время продувки компрессора, а также паспортные данные асинхронного двигателя и приведенный к его оси момент инерции электропривода.

2. Строится теоретическая индикаторная диаграмма двухступенчатого компрессора и по ней и КПД находится формула для подводимой к нему мгновенной мощности.

3. Записывается формула для мгновенной мощности компрессора через момент сопротивления и угловую скорость ротора электродвигателя.

4. Находится момент статического сопротивления (нагрузка на асинхронный двигатель) и объемная производительность компрессора из равенства мгновенных мощностей, полученного по формулам шагов 2 и 3.

5. Задається тиск повітря за невідворотним клапаном квадратичною залежністю від об'ємного витрату (може бути реалізовано інший закон в процесі профілювання робочої поверхні клапана).

6. Будується структурна схема системи частотного управління електроприводом компресора і проводиться налаштування її ПИ-регулятора швидкості на модульний оптимум.

7. Розраховуються графіки перехідних процесів швидкості, навантаження, продуктивності і тиску повітря в резервуарах.

Чисельне рішення проводилося для судового двохступінчатого компресора Sauer Compressors WP22L. Час його продувки становить 10 с. Такий час необхідно для видалення конденсату з компресора.

Результати розрахунків в MATLAB графіків перехідних процесів кутової швидкості ω , моменту електродвигача M , тиску p і продуктивності Q зображені на рисунках 1 і 2.

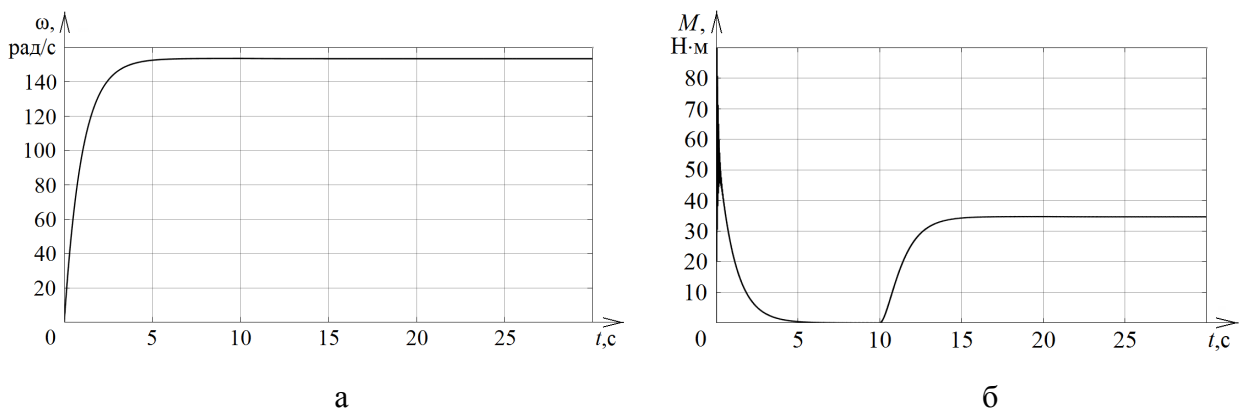


Рисунок 1 – Залежності кутової швидкості ω (а) і зворотної сили M (б) двигача від часу при пуску електроприводу

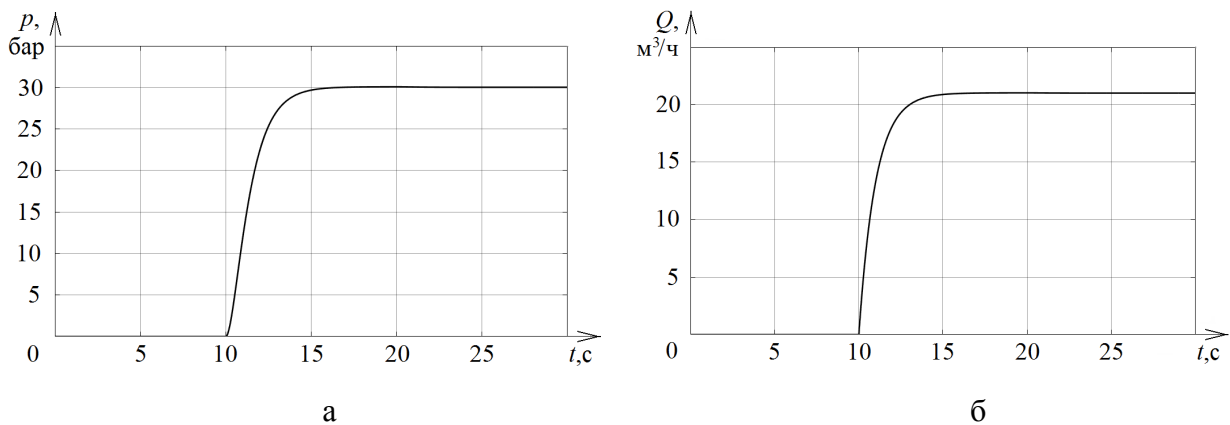


Рисунок 2 – Залежність тиску p (а) і продуктивності Q (б) компресора за невідворотним клапаном від часу при пуску електроприводу

Як видно з кривих, представлених на рисунках 1 і 2, результати розрахунків підтверджують доцільність застосування частотного управління електроприводом судового компресора стиснутого повітря.

Висновки.

1. Розроблено методика і запропоновано алгоритм частотного управління судовим двохступінчатим компресором системи стиснутого повітря.

2. Результаты моделирования переходных процессов показывают, что частотное управление судовым компрессором сжатого воздуха обеспечивает плавность переходных процессов и стабилизацию рабочих параметров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онищенко О.А. Система управления электроприводом поршневого компрессора холодильной установки // *Електромашинобудування та електрообладнання*. – 2005. – С.23-28.

2. Букарос А.Ю., Букарос В.Н., Онищенко О.А. Моделирование момента сопротивления однопоршневого компрессора судовой холодильной установки // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2015. - № 2. – С.46-51. doi: 10.15587/2312-8372.2015.47765.

3. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Академия, 2006. – 304 с.

4. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

СУЧАСНІ МЕТОДИ РІЗАННЯ В СУДНОБУДУВАННІ

Жуковський А. В.

Морський коледж Херсонської державної морської академії

Наукові керівники – Дороніна М. А., викладач МК ХДМА; Калмикова С. А., викладач МК ХДМА; Павліченко Т. В., викладач МК ХДМА

Вступ. Подальший розвиток вітчизняного суднобудівного виробництва можливо тільки при поглибленні його технологічної спеціалізації і впровадженні на цій основі нових прогресивних технологій і високопродуктивного обладнання. Сучасні тенденції розвитку світового суднобудування характеризується підвищенням вимог до якості продукції і зниження термінів будівництва суден. Загальновідомо, що підвищення якості та зниження трудомісткості будівництва суден в значній мірі визначається ефективністю процесу формування їх корпусів. У свою чергу ефективність формування корпусів суден залежить як від технології їх збирання так і від організації технологічних процесів складально-зварювального і корпусобудівного виробництва. Це являє більш високі вимоги до обладнання для вирізання, зварювання, наприклад, по чистоті різання і точності вирізаних деталей судового корпусного набору і визначає нові підходи до оцінки і компенсації зварювальних деформацій.

Основна частина. Одною з найбільш інноваційних на даний момент технологій, застосовуваних в суднобудуванні є лазерні технології. Вони дозволяють радикально модернізувати технологію складально-зварювальних робіт в суднобудівному виробництві, на порядок підвищити точність виготовлення деталей і, відповідно знизити обсяг наплавленого металу під час зварювальних робіт, що різко знижує трудомісткість зварювальних, а потім і рихтувальних робіт по виправленню деформацій. А це, в свою чергу, зменшує термін будівництва, а також і вагу металоконструкцій і матеріаломісткість. Комплексне застосування лазерних технологій різання і зварювання в суднобудуванні дозволяє знизити сумарні витрати на будівництво корпусів суден більш ніж два рази суттєво скоротити терміни будівництва [3].

В сучасних умовах достовірно оцінити переваги того чи іншого способу різання (зварювання) можна лише на підставі зіставлення техніко-економічних показників цих процесів. Для отримання цих показників при впровадженні або автоматизації виробничих процесів виникає в створенні математичної моделі процесу. Якщо така модель буде створена, то методами оптимізації за допомогою комп'ютерних програм можна буде знайти оптимальні співвідношення між окремими елементами процесу (часом операції, продуктивність обладнання тощо.) і режимами їх роботи, що дозволить визначити найбільш ефективний спосіб різання (зварювання).

Розробка математичних моделей повинна базуватися на системному підході до об'єктів виробництва та технологічних процесів. Динамічне програмування в цьому випадку є як певний оптимальний метод генерування варіантів.

Лазерне різання на сьогоднішній день є найбільш передовою технологією розкрою листового металу (рисунок 1).



Рисунок 1 – Лазерне різання

Позначення: LBC - Laser Beam Cutting - різання лазерним променем.

Сутність лазерного різання металу. Лазерне різання металу виконується за допомогою променя лазера, що одержаний за допомогою спеціальної установки. Властивості такого променя дозволяють фокусувати його на поверхні невеликої площі, створюючи при цьому енергію, яка характеризується високою щільністю. Це призводить до того, що будь-який матеріал починає активно руйнуватися (плавитися, згоряти, випаровуватися і т.д.).

Властивості лазерного променя наступні:

- лазерний промінь, на відміну від світлових хвиль, характеризується постійністю довжини і частоти хвилі (монохроматичність), що і дозволяє легко фокусувати його на будь-якій поверхні за допомогою звичайних оптичних лінз;
- виключно висока спрямованість лазерного променя і невеликий кут його розбіжності; завдяки такій властивості на обладнанні для лазерного різання можна отримати промінь з високим ступенем фокусування;
- ще одна важлива властивість лазерного променя – когерентність; це означає, що безліч хвильових процесів, що протікають в такому промені, повністю узгоджені і знаходяться в резонансі один з одним, що в рази збільшує сумарну потужність випромінювання.

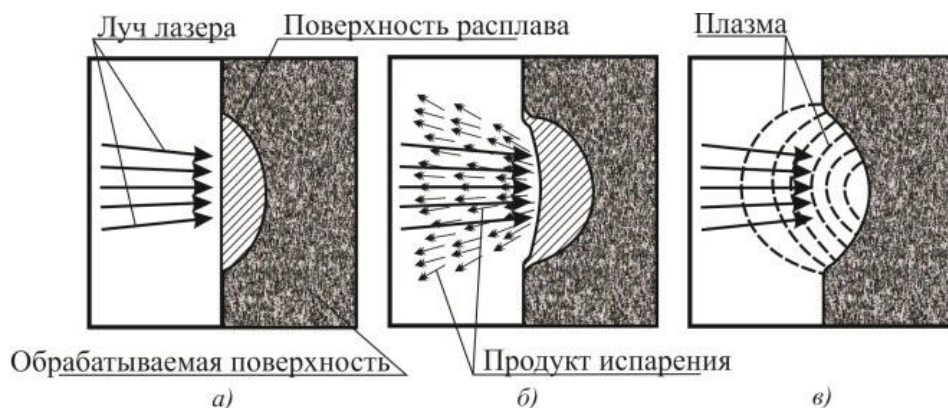


Рисунок 2 – Схема фізичного процесу лазерного різання

Технологія лазерного різання металу. Вплив лазерного випромінювання на метал при розрізанні характеризується загальними положеннями, пов'язаними з поглинанням і відбиттям випромінювання, поширенням поглиненої енергії за обсягом матеріалу за рахунок теплопровідності, а також ряду специфічних особливостей.

В зоні лазерного променя метал нагрівається до першої температури руйнування - плавлення. З подальшим поглинанням випромінювання відбувається розплавлення металу і фазова межа плавлення переміщується вглиб матеріалу. У той же час енергетичний вплив лазерного променя призводить до подальшого збільшення температури, яка досягає другої температури руйнування - кипіння, при якій метал починає активно випаровуватися.

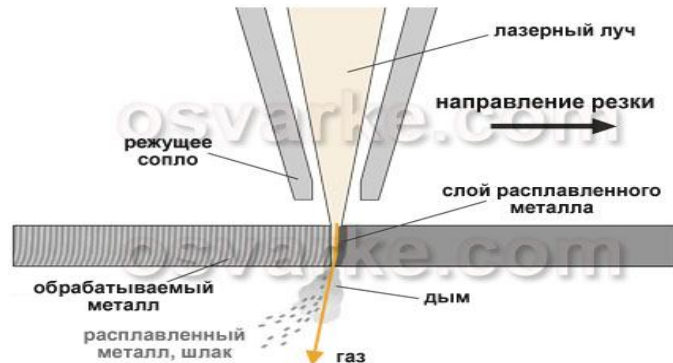


Рисунок 3 – Схема технологічного процесу лазерного різання

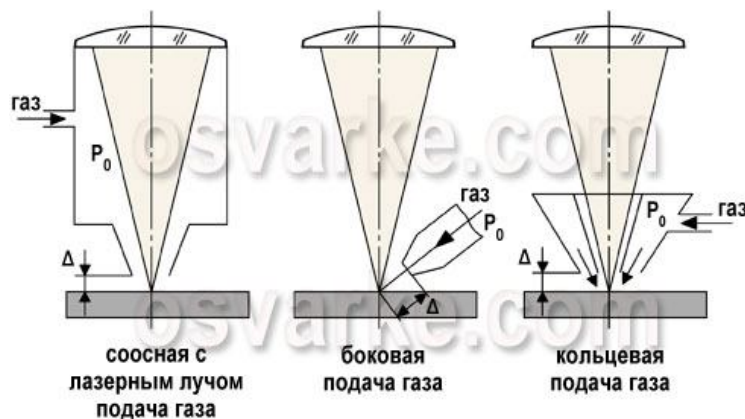


Рисунок 4 – Схеми подачі допоміжного газу в зону лазерного різання

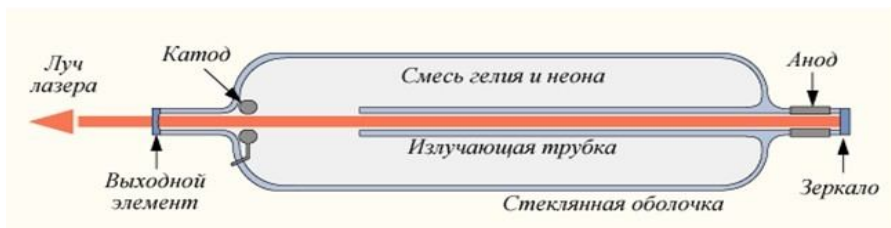


Рисунок 5 – Принцип дії газового лазера

Обладнання для лазерного різання металу містить такі основні елементи:

- випромінювач;
- систему транспортування і формування випромінювання;
- систему формування газу і його транспортування;
- координатний пристрій;
- систему автоматизованого управління (САУ).

Випромінювач генерує лазерний пучок з необхідними для різання оптичними, потужностними і просторово-часовими характеристиками. Він складається з:

- системи накачування;
- активного елементу;
- резонатора;
- пристроя модуляції лазерного випромінювання (при необхідності).

В якості випромінювача в обладнанні для обробки металу використовуються газові і твердотільні лазери, що функціонують в безперервному і імпульсному режимах.

Технологічні параметри процесу лазерного різання. Основними технологічними параметрами процесу лазерного різання є:

- потужність випромінювання;
- швидкість різання;
- тиск допоміжного газу;
- діаметр сфокусованої плями та інші.

При імпульсному режимі до даних параметрів додаються:

- частота повторення імпульсів;
- тривалість імпульсів;
- середня потужність випромінювання (рисунок 6).

Ці параметри впливають на ширину різі, якість різання, зону термічного впливу та інші характеристики (рисунок 7).

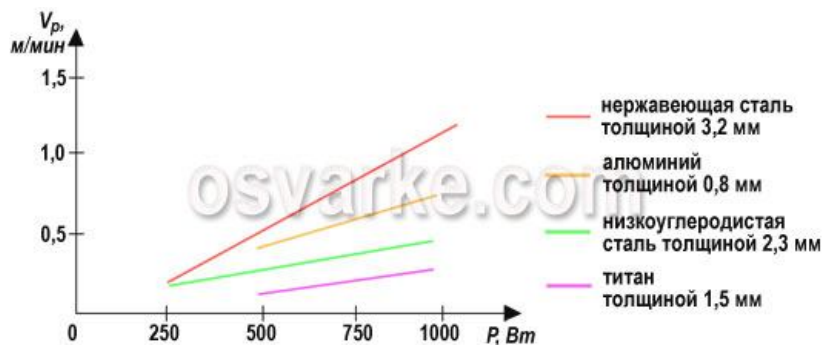


Рисунок 6 – Вплив потужності випромінювання на швидкість різання металів [4]

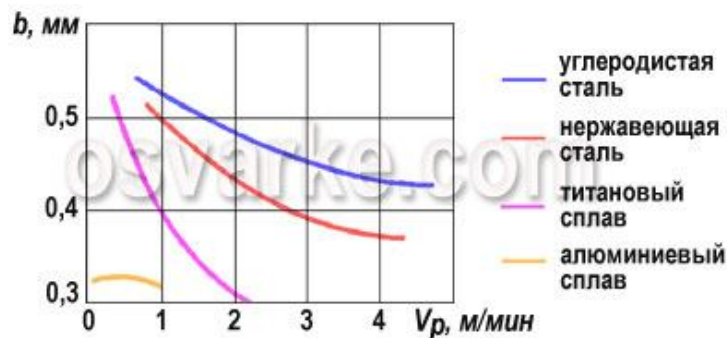


Рисунок 7 – Вплив швидкості різання на ширину різі в металах [4]

Якість різі визначається шорсткістю його поверхні (рисунок 8). Вона відрізняється для різних зон по товщині металу. Найкраща якість характерна для верхніх шарів розрізаного металу, найгірша – для нижніх.

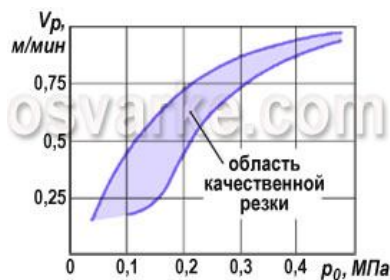


Рисунок 8 – Вплив швидкості різання і надлишкового тиску кисню на розміри області якісного різання вуглецевих сталей товщиною 3 мм при потужності випромінювання 0,45 кВт [4].

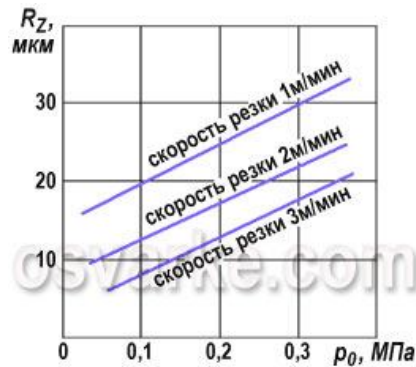


Рисунок 9 – Залежність шорсткості поверхні різу вуглецевої сталі від надлишкового тиску кисню при різних швидкостях газолазерного різання [4]

Таким чином, можна зробити визначенні висновки:

1. Використання технологічних лазерів в суднобудуванні дозволить перейти на новий рівень продуктивності праці, якості виготовлення корпусу судна, екологічної чистоти процесу і підвищення престижності суднобудівних професій.

2. Лазерне різання деталей корпусу судів на машинах з ЧПУ, що забезпечує виготовлення деталей «в чистий розмір» і дозволяє повністю виключити пригоночні роботи при складанні конструкції, може успішно використовуватися при розкрою листових деталей товщиною до 20 мм.

3. Лазерне зварювання корпусних конструкції може застосовуватися на роботизованих і автоматизованих ділянках при виготовленні стільникових конструкцій, плоских напівоб'ємних секцій товщиною деталей до 16 мм. При цьому виключається необхідність правки конструкції після зварювання, будуть забезпечені висока продуктивність процесу якості зварних швів і зведений до мінімуму витрати присадних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбач В. Д., Соколов О. Г., Левшаков В. М., Чабан В. Л. Опыт использования лазерных технологий в судостроении. Судостроение, 2000, №1, 49-53 с.
2. Куклин О. С., Левшаков В. М., Попов В. И., Освоение передовых технологий формообразования элементов корпусных конструкций. Судостроение, 2004, №5, 97-99 с.
3. Хаустов А. Н. Лазерные технологии в судостроении. Судостроение, 2010, №3, 58-59 с.
4. www.osvarke.com

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Иванов А. В., Спиридонов В. В.

Азовский морской институт

Национального университета «Одесская морская академия»

Научный руководитель – Нестеров О. Ю., к.т.н., доцент

Введение. Судовая энергетическая установка (СЭУ) – сложный комплекс технических средства, предназначенных для обеспечения движения судна и снабжения энергией всех его потребителей.

Потребности в различных видах энергии на современном судне огромны и разнообразны: обеспечение движения и маневрирования, безопасности мореплавания, работы палубных механизмов и устройств, электрического освещения и сигнализации, работы средств судовождения и комплексной автоматизации, общесудовых нужд и создания условий для нормальной жизнедеятельности экипажа и пассажиров; механизация различных операций, выполняемых на судне в процессе эксплуатации и в ремонте. Поэтому для нормальной работы судна нужно следить за некоторыми показателями.

Основная часть. Для оценки тех или иных качеств СЭУ используют систему технико-экономических показателей. При выборе теплового двигателя важнейшим критерием его пригодности является мощность.

Мощностные показатели. Известно, что мощность представляет собой работу, совершаемую двигателями за секунду. В Международной системе единиц СИ за единицу мощности принят 1 Ватт (Вт): $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$ [1,2].

Для измерения мощности СЭУ единица мощности 1 Ватт малоприспособна. Обычно пользуются величиной, в 100 раз большей – 1 киловатт (кВт).

За механическую мощность теплового двигателя принимают мощность на выходном фланце рабочего вала; ее называют эффективной мощностью. При этом предполагается, что номинальная эффективная мощность развивается тепловым двигателем при номинальном вращающем моменте и номинальной частоте вращения.

Агрегатная мощность любого типа современных двигателей превышает реальную потребляемую мощность не только промысловых судов, но и любого транспортного судна, т.е. практически любое судно может быть оборудовано только одним гласным двигателем любого типа.

Показатели тепловой экономичности главных двигателей. К таким показателям относятся удельный расход топлива g_e и эффективный КПД.

Удельный расход топлива представляет собой отношение часового расхода топлива G_k мощности двигателя N_e , развиваемый на фланце рабочего вала.

В современных ДВС удельный расход топлива составляет 0,165... 0,195 кг/кВт, эффективный КПД – 0,44... 0,52.

Экономичность судовых паротурбинных установок (ПТУ) значительно ниже, чем дизельных ($\eta_e = 0,33 \dots 0,35$). Газотурбинные установки (ГТУ) по экономичности занимают промежуточное место между дизельными и паротурбинными энергетическими установками.

Экономичность главной СЭУ в целом оказывается несколько ниже экономичности главных двигателей из-за потерь в главной передаче и подшипниках судового валопровода, а также из-за расхода энергии на привод в действие вспомогательных механизмов систем главных двигателей.

КПД судового валопровода зависит от числа опорных подшипников. Коэффициент, учитывающий дополнительные затраты энергии на привод в действие вспомогательных механизмов лежит в пределах 0,93...0,97 и зависит от мощности главных ДВС. Для СЭУ

современных судов КПД составляет 0,32...0,40, в зависимости от типа главной передачи и мощности. Применение высокоэкономичных ДВС позволит повысить КПД энергетической установки до 0,38...0,46.

Экономичность вспомогательных дизель-генераторов на 10...20% ниже, чем главных ДВС. С учетом КПД генераторов удельный расход топлива на 1 кВтч электрической энергии 0,215...0,225 кг/(кВтч), у лучших же образцов 0,200 кг/(кВтч).

Общепринятого показателя теплотехнического совершенства СЭУ в целом пока не существует. В свое время предпринимались попытки представить такой показатель, в числителе выражения которого была представлена полезная работа, выполненная всеми элементами СЭУ в килоджоулях, а в знаменателе – суммарная теплота сгорания топлива, израсходованного главными двигателями, агрегатами СЭС и ВКУ. Таким образом, этот показатель отражает КПД СЭУ, однако он не может объективно отражать теплотехническое совершенство СЭУ[2,3].

Масса СЭУ характеризуется тремя показателями: абсолютной массой, относительной массой и удельной массой отдельных элементов СЭУ – главных двигателей, агрегатов СЭС и ВКУ.

В массу СЭУ входят:

- МДК с механизмами и оборудованием систем, которые его обслуживают;
- агрегаты СЭС с главными распределительными щитами;
- ВПК и УПК с механизмами и оборудованием обслуживающих их систем;
- центральные и местные посты управления СЭУ и ее отдельных элементов;
- трубопроводы с арматурой, изоляцией и окраской для канализации рабочих тел, используемых в СЭУ.

Массы двигателей, котлов, механизмов и оборудования принимаются в состоянии готовности к действию, но без запасов рабочих тел.

Масса СЭУ зависит от мощности ее основных элементов и степени форсировки рабочих процессов. Поэтому абсолютная масса СЭУ малопоказательна и чаще оперируют относительной массой, представляющей собой долю массы СЭУ в полном водоизмещении судна

Маневренность СЭУ представляет собой совокупность свойств, отражающих способность СЭУ изменять свое состояние или режим работы за единицу времени под воздействием внешних импульсов, а также способность работать при предельных значениях некоторых параметров рабочего процесса. В последнем случае численной мерой маневренности являются предельные значения параметров рабочего процесса и допустимая продолжительность работы СЭУ с этими параметрами.

Наиболее важные показатели маневренности главной энергетической установки следующие.

Время, необходимое на подготовку главной энергетической установки к пуску после стоянки. Оно зависит от типа и мощности главного двигателя. Для дизельных энергетических установок время подготовки к пуску в действие составляют 1... 2 ч, для паротурбинных 3... 4 ч.

Время, необходимое для выхода главной энергетической установки на режим номинальной нагрузки. Для дизельных установок оно составляет 0,25... 2 ч в зависимости от мощности; паротурбинных до 2 ч.

Продолжительность реверса. Время реверса отсчитывают с момента подачи команды «Назад» до начала вращения гребного вала в противоположном направлении. Время реверса зависит от начальной скорости судна. Для энергетических установок с ДВС при $v=0$, оно равно 5...10с. На полной скорости процесс реверсирования может носить затяжной характер.

Способность к перегрузке. Главные ДВС допускают 10%-ю перегрузку по мощности в течение часа.

Минимальная частота вращения рабочего вала главного двигателя. По механическим, термо- и газодинамическим условиям рабочего процесса ДВС в подавляющем большинстве работают устойчиво при частоте вращения, составляющей около 30 % номинальной. У ГТУ ~~предел~~ ограничиваются частотой вращения, исключающей помпаж в компрессоре.

Способность МДК к саморегулированию по вращающему моменту при изменении внешней нагрузки, т.е. изменять величину вращающего момента в сторону, соответствующую изменению внешнего нагрузочного момента. Турбины и дизельные МДК с электропередачами постоянного тока обладают некоторой способностью к саморегулированию по моменту.

Под надежностью СЭУ понимают ее способность выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в установленных пределах. Надежность СЭУ характеризуется безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью.

Безотказность – свойство СЭУ непрерывно сохранять работоспособность на протяжении некоторого времени без вынужденных перерывов. Количественно безотказность определяется вероятностью безотказной работы, средней наработкой на отказ, средним временем восстановления работоспособности и коэффициентом готовности. Перечисленные показатели носят вероятностный характер.

Долговечность - свойство СЭУ сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Состояние СЭУ, при котором дальнейшая ее эксплуатация становится технически невозможной или нецелесообразной, называют предельным. Признаки предельного состояния СЭУ оговариваются в нормативно-технической документации. К числу таких признаков можно отнести:

- ухудшение параметров рабочего процесса и уменьшение уровня безотказности;
- чрезмерные затраты на восстановление работоспособности, при которых дальнейшая эксплуатация экономически нецелесообразна;
- моральный износ, при наличии возможности замены элементов СЭУ более эффективными;
- мерой долговечности служит ресурс - наработка СЭУ до предельного состояния. Это так называемый полный ресурс. Кроме того, различают и ресурсы других видов;
- гарантированный, или наработка, до окончания которой поставщик гарантирует безотказную работу элемента СЭУ и несет за это ответственность;
- до капитального ремонта – наработка восстанавливаемого элемента СЭУ до капитального ремонта;
- назначенный – наработка, по достижении которой эксплуатация элемента СЭУ должна быть прекращена независимо от его состояния в целях обеспечения высокого уровня безопасности эксплуатации СЭУ,

Ремонтпригодность - свойство СЭУ, заключающееся в ее приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем технического обслуживания и ремонта.

Живучесть СЭУ – свойство, проявляющееся только в аварийных ситуациях (затопление отсеков, отказ части энергооборудования, пожар и т.п.) и заключающееся в приспособленности СЭУ сохранять при этом полностью или частично свою работоспособность.

Энергетическая установка, отличающаяся высокой надежностью в нормальных условиях эксплуатации, может не обладать столь же высокой живучестью. Например, двухмашинная СЭУ (с двумя главными двигателями), имеющая низкие показатели надежности, оказывается более „живучей» в сравнении с энергетической установкой,

оборудованной высоконадежным, но только одним главным ДВС. Ведь выход из строя единственного главного ДВС, как бы маловероятен он ни был, лишает судно хода, в то время, как в двухмашинной СЭУ (с двумя двигателями) сохраняется возможность судна двигаться, хотя и с неполной скоростью.

Вывод. Живучесть СЭУ можно существенно повысить за счет резервирования основного оборудования, а также амортизацией механического оборудования, рациональным размещением оборудования в соответствии с нормами проектирования, уменьшающим вероятность возникновения аварийных ситуаций. Кроме того, живучесть обеспечивается на судах средствами противопожарной защиты, системами для выравнивания крена и дифферента при затоплении отсеков и средствами для выполнения аварийных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев И.Г. Автоматизация процессов в судовой энергетике: Учебник / И.Г.Беляев. – М.: Транспорт, 2000. – 395с.
2. Беляев И.Г. Судовые вспомогательные пароэнергетические установки и их эксплуатация: Учебник / И.Г.Беляев, В.А.Семченко. – М.: Транспорт, 1995. – 302с.
3. Акимов П.П. Судовые автоматизированные энергетические установки: Учебник / П.П.Акимов. – М.: Транспорт, 1980. – 352с.

GENERATOR IS A MAIN SOURCE OF ELECTRICAL POWER ON BOARD

Kaliberda V.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisors – Barzii Y. V., teacher

Introduction. We are all familiar with the term diesel and diesel engines but not many of us remember Rudolf Diesel, the brain behind the invention of the diesel engine. Of course I will not go into much detail as this article is not meant as a biography but he was a German engineer who undertook years of experimentation and nearly lost his life when his first engine exploded upon ignition of fuel. The rest as they say is history and diesel engines are being successfully used in a variety of applications including diesel marine engines used on different types of ships.

One of the places where diesel engines play an important role is the shipping industry. Diesel engines are known by the name of compression ignition engines due to technical reasons. There are several ways of classification of diesel engines based on various parameters and some of these classifications are as follows:

1. Speed – high speed, medium speed, slow speed.
2. Usage – automotive engines, locomotive engines, marine engines.
3. Operation – 2-stroke, 4-stroke, single acting, double acting.
4. Cylinder arrangement – horizontal, vertical, veer, radial.

Main body. Diesel engines power a large majority of boats. These powerful machines are typically strong enough to provide propulsion and electricity for the whole vessel. However, these machines are also quite loud and can consume a lot of fuel. While the boat is moving, the main engine runs and powers everything on it. However, when the boat stops somewhere, main engines are typically shut off in order to save fuel. There is a drawback there; all the electricity is now provided by your onboard batteries. As with all batteries, their charge is far from infinite. Once the batteries are depleted, you have to restart your engine just to charge them again. Or, rather, you would have to do that if your boat didn't have a power generator.[1] There are many different generators, depending on your boat's needs. Typically, smaller boats will adopt a generator which produces up to 3 kW, since that is their energy need. Larger boats need more power, so a stronger generator will be employed. Something as large as a ferry or a Navy ship will typically have a generator which produces an excess of 25 kW. If you are unsure which generator you need, it is pretty easy to calculate. Add all the power consumers onboard, and you will get the expected wattage. Your generator should be able to power them all. Probably the main purpose of the power generator is providing electricity when anchored somewhere without external power supply or somewhere at sea, or are experiencing some main engine issues. As they are considerably better at converting fuel into electricity than the bulky main engines, they will enable you to be autonomous for longer periods of time. Power generators are connected to the boat's fuel tank, so they do not require any separate fuel supply. Also, with the considerable noise reduction, anyone looking for peace and quiet will definitely prefer this method. Fishermen are known to use these at times when main engines would be detrimental to their fishing [2].

Another group that uses power generators is the US Navy, as well as some other allied nation navies. A large portion of Navy ships are technological marvels, with a lot of different electronic devices. All of these devices require power, so a supplemental Navy ship diesel generator is pretty much standard equipment on most vessels. Submarines in particular need diesel generators as a backup to the nuclear reactor they normally use. On the ship cannot be less than two generators. One generator can be driven by a main engine (mounted) for use while the vessel is in motion. But all ship generators are brought to the main switchboard (MSB), with the exception of the emergency generator. It connects to the emergency control panel (ARSC). If all ship consumers are powered from the main switchboard, then only systems, mechanisms,

devices ensuring the ship's livelihood, communication and lighting of the crew's evacuation routes in case of an accident are powered.

Conclusion. In order to ensure the operation of diesel generators, they are equipped with automatic protection systems and alarm systems for oil pressure, temperature, reverse current. All parameters are displayed on the MSB panel. Each unit has its own control panel with all measuring devices. Start-up for marine diesel generators is provided for double. This can be a combination of air and electric start. But it can be pure electric with a double set of batteries. It starts remotely and from the local control station on the drive diesel itself.

Due to different and individual types, purposes and operational profiles of diesel-electric driven vessels the design of a diesel-electric propulsion plant differs a lot and has to be evaluated case by case. All the following is for information purpose only and without obligation.

In general the advantages of diesel-electric propulsion can be summarized as follows:

- Lower fuel consumption and emissions due to the possibility to optimize the loading of diesel engines. The gensets in operation can run on high loads with high engine efficiency.

This applies especially to vessels which have a large variation in power demand, for example for an offshore supply vessel, which divides its time between transit and station-keeping (DP) operation.

- Better hydrodynamic efficiency of the propeller. Usually Diesel-electric propulsion plants operate a FP-propeller via a variable speed drive. As the propeller operates always on design pitch, in low speed sailing its efficiency is increased when running at lower revolution compared to a constant speed driven CP-propeller. This also contributes to a lower fuel consumption and less emission for a Diesel-electric propulsion plant.

- High reliability, due to multiple engine redundancy. Even if an engine / genset malfunctions, there will be sufficient power to operate the vessel safely. Reduced vulnerability to single point of failure providing the basis to fulfill high redundancy requirements.

- Reduced life cycle cost, resulting from lower operational and maintenance costs.

- Improved maneuverability and station-keeping ability, by deploying special propulsors such as azimuth thrusters or pods. Precise control of the electrical propulsion motors controlled by frequency converters enables accurate positioning accuracies.

- Increased payload, as diesel-electric propulsion plants take less space compared to a diesel mechanical plant. Especially engine rooms can be designed shorter.

- More flexibility in location of diesel engine / gensets and propulsors. The propulsors are supplied with electric power through cables. They do not need to be adjacent to the diesel engines / gensets.

- Lower propulsion noise and reduced vibrations. For example, a slow speed E-motor allows to avoid the gearbox and propulsors like pods keep most of the structure bore noise outside of the hull.

- Efficient performance and high motor torques, as the electrical system can provide maximum torque also at low speeds, which gives advantages for example in icy conditions.[3]

LIST OF USED LITERATURE

1. <https://www.brighthubengineering.com/marine-engines-machinery/9600-marine-diesel-engines-and-their-use-on-board-ships/#>

2. <https://www.pcesandiego.com/blog/navy-ship-diesel-generator-use.html#.W9X89LVR3IU>

3. <https://marine.mandieselturbo.com/docs/librariesprovider6/marine-broschures/diesel-electric-drives-guideline.pdf>

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПРЕСОРНИХ АГРЕГАТИВ ДЛЯ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК

Ковза Ю. В., Григор'єв Д. О., Тітєвський І. В.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Наукові керівники – Литовш О. В., к.т.н. доцент, Грич А. В., к.т.н., доцент

Парокомпресорні холодильні машини (ПКХМ) є найбільш поширеним типом холодильних машин, як в стаціонарних так і в суднових умовах. Вони забезпечують холодом рефрижераторні трюми, провізійні комори, системи кондиціонування, рефрижераторні контейнери, системи охолодження води та ін.. Широке розповсюдження ПКХМ пояснюється їх ефективністю, економічністю, роботою в широкому діапазоні температур, компактністю, автоматизованістю та надійністю.

Енергетична ефективність холодильних машин може оцінюватися холодильним коефіцієнтом, який дорівнює відношенню холодопродуктивності Q_0 до ефективної потужності компресора N_e [2].:

$$\varepsilon = \frac{Q_0}{N_e}$$

Отже, ефективність циклу залежить від типу компресора, характеристик робочого тіла, схеми циклу, типів теплообмінних апаратів. Із вище перерахованих факторів, що впливають на ефективність циклу, одним із найважливіших є тип і характеристики вибраного для ПКХМ компресора.

Компресор – один із головних елементів парокомпресорної холодильної машини. Його функція полягає в стисненні і переміщенні певної кількості парів холодоагенту в замкнутому контурі холодильної машини. В суднових холодильних установках для трюмів, провізійних комор і систем кондиціонування використовуються ПКХМ на основі компресорів об'ємного принципу дії: поршневих, гвинтових і спіральних. У кожного із цих типів компресорів є певні переваги і недоліки, тому потрібно проводити оцінку для ефективності окремо для кожної проектованої ПКХМ, враховуючи низку факторів і особливостей подальшої експлуатації [1].

Для оцінки ефективності було проведено порівняльний аналіз поршневого, гвинтового і спірального компресорів для холодильної машини суднової системи комфортного кондиціонування. Для порівняння було обрано компресори однієї з провідних фірм-виробників холодильних компресорів. В якості холодоагенту для компресорів вибрано R134a, який широко використовується в системах кондиціонування для транспорту. Компресори були підібрані, виходячи з холодопродуктивності $Q_0=60$ кВт, при температурі кипіння $t_0=5^\circ\text{C}$ та температурі конденсації $t_k=40^\circ\text{C}$.

Для порівняльного аналізу було розраховано цикли для компресорів при температурі конденсації $t_k=40^\circ\text{C}$ і діапазоні температур кипіння $t_0=3\dots 10^\circ\text{C}$. На рис. 1 показані графіки зміни холодопродуктивності та ефективної потужності компресорів в залежності від температури кипіння холодоагенту. Як видно із графіку, холодопродуктивність гвинтового компресора вище ніж у поршневого і спірального, оскільки дана модель має більшу об'ємну продуктивність ($100 \text{ м}^3/\text{год}$ в порівнянні з поршневим – $95,3 \text{ м}^3/\text{год}$ та спіральним – $86 \text{ м}^3/\text{год}$).

На рис.2 представлено графіки холодильних коефіцієнтів компресорів при різних температурах кипіння. Як видно, в даному діапазоні найбільш ефективним є спіральний компресор, його коефіцієнт складає $4,19\dots 5,48$, у поршневого – $4,11\dots 5,08$ і, відповідно, гвинтовий $3,85\dots 4,79$.

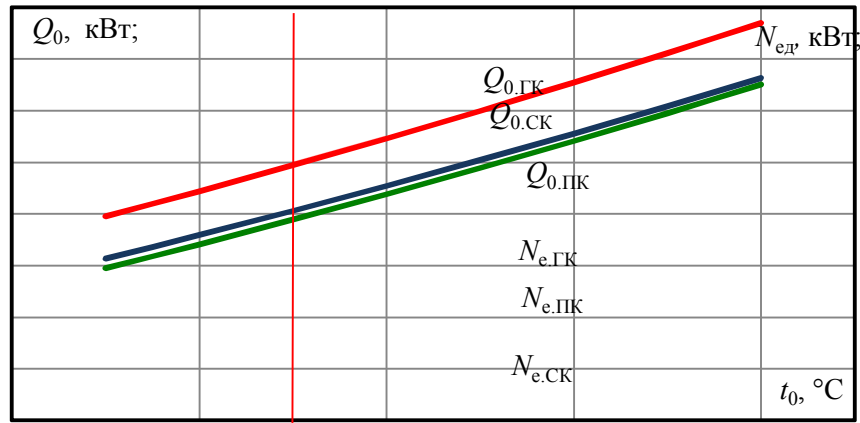


Рисунок – 1 Зміна холодопродуктивності та ефективної потужності компресорів в залежності від температури кипіння холодильного агенту. Де: $Q_{0.ПК}$ – холодопродуктивність поршневого компресора; $Q_{0.ГК}$ – холодопродуктивність гвинтового компресора; $Q_{0.СК}$ – холодопродуктивність спірального компресора; $N_{e.ПК}$ – ефективна потужність поршневого компресора; $N_{e.ГК}$ – ефективна потужність гвинтового компресора; $N_{e.СК}$ – ефективна потужність спірального компресора



Рисунок – 2 Зміна коефіцієнта холодопродуктивності компресорів в залежності від температури кипіння

Висновки. В діапазоні температур кипіння для суднової системи кондиціонування найбільш ефективним є спіральний компресор, він має ряд переваг перед гвинтовим і поршневим, але спіральні компресори мають обмежену в порівнянні з поршневими і гвинтовими холодопродуктивність. При цьому поршневий компресор є більш ефективним при більш низьких температурах кипіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Загоруйко В.А., Голиков А.А. //Судовая холодильная техника. – К.: Наукова думка, 2000. – 608 с.
2. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Судостроение, 1994. – 504 с. (1-е изд. – Л., 1972; 2-е изд. – Л., 1979).

АНАЛІЗ РОБОТИ БЕЗКОНТАКТНИХ СИНХРОННИХ МАШИН В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ПРИВОДУ

Козловський М. І., Торопа А. А.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Іщенко І. М., к.т.н., професор кафедри суднового електрообладнання та засобів автоматики

Вступ. Вирішення питань забезпечення надійності роботи СЕУ та економічності в теперішній час вирішується вдосконаленням як головних так і електроенергетичних установок. Крім того, при цьому проводиться робота по підвищенню якості електроенергії СЕС, що має значний вплив на надійність практично всіх суднових систем.

Для контейнеровозів, що забезпечують перевезення рефрижераторних контейнерів, коли на основному режимі роботи вимагається відносно велика потужність електроенергії, доцільно використовувати системи з валогенераторами, в тому числі і системи з комбінованими електромеханічними пропульсивними комплексами.

Актуальність досліджень. Комбіновані передачі застосовують для покращення техніко-економічних і експлуатаційних показників суднових енергетичних установок, а також забезпечення якостей, котрі потрібні у відповідальності з призначенням судна.

При роботі на економічному режимі ГД розвиває потужність (75 ÷ 85)% від номінальної, а потужність на гребному гвинті визначається як

$$N_B = kV^3,$$

де N_B - потужність на гребному гвинті, V - швидкість судна, k – коефіцієнт, залежний від конструкції і стану корпусу судна, його завантаженості і др.

З урахуванням коефіцієнтів потужності електродвигуна, ККД двигуна і редуктора, пропульсивного ККД комплексу потужність валогенератора в даному режимі буде складати:

$$N_D = \frac{N_B}{\cos \varphi_D \cdot \eta_D \cdot \eta_P \cdot \eta_{ПК}},$$

де N_D - потужність електродвигуна, $\cos \varphi_D$ - коефіцієнт потужності двигуна, η_D , η_P , $\eta_{ПК}$ - ККД двигуна, редуктора і пропульсивного комплексу відповідно.

В комбінованих електромеханічних пропульсивних комплексах особливий інтерес представляють режими роботи при яких валогенератор працює в режимі генератора і електродвигуна.

При роботі валогенератора тільки в режимі генератора проблемними являються питання забезпечення роботи генератора з постійною частотою змінного струму на виході при зміні частоти обертання ГД, а також, вибір генератора із умов надійності і простоти експлуатації.

Як відомо, в сучасних суднових системах електропостачання в основному застосовуються безщіткові синхронні генератори з обертаючими випрямлячами і синхронними збудниками. Одним з основних недоліків таких систем являється відносно тривалий час регулювання напруги (струму збудження) із-за великої постійної часу обмотки збудження збудника. Крім того, в таких системах практично неможливо забезпечити збудження синхронного генератора при малих частотах обертання, а відповідно, не представляється можливість використання такої машини при пуску в режимі вентильного двигуна.

Цих недоліків позбавлені асинхронні збудники практично являючи собою асинхронну машину з фазним ротором, яка працює в режимі електромагнітного гальма.

Можливі різні схемні варіанти безщіткової системи збудження з обертаючим випрямлячем, обумовлені типом збудника, схемою випрямлення, способами обмеження перенапруг на обмотці ротора двигуна при пуску і т.д.

На сучасних суднах в якості основних джерел електроенергії (дизель-, валогенераторів і др.) використовуються безщіткові синхронні генератори з обертаючими випрямлячами. Тому, особливий інтерес представляє дослідження можливостей використання таких генераторів в режимі двигуна в електромеханічних пропульсивних комплексах. При цьому одним із складних питань являється пуск такої машини.

Робота машини в режимі двигуна має ряд особливостей. Як відомо, при пуску синхронного двигуна його обмотка збудження повинна бути замкнутою або накоротко, або на розрядний опір, яке на підсинхронній швидкості вимикається. Спеціальний контактор, який служить для цієї цілі в звичайних схемах, одночасно підключає збуджував до клем обмотки ротора. У деяких випадках допускається глухе приєднання збудника до обмотки ротора.

Очевидно, що в безщітковому двигуні внаслідок односторонньої провідності випрямляча і обертання всієї схеми ні який з цих способів не застосовний (рис. 1).

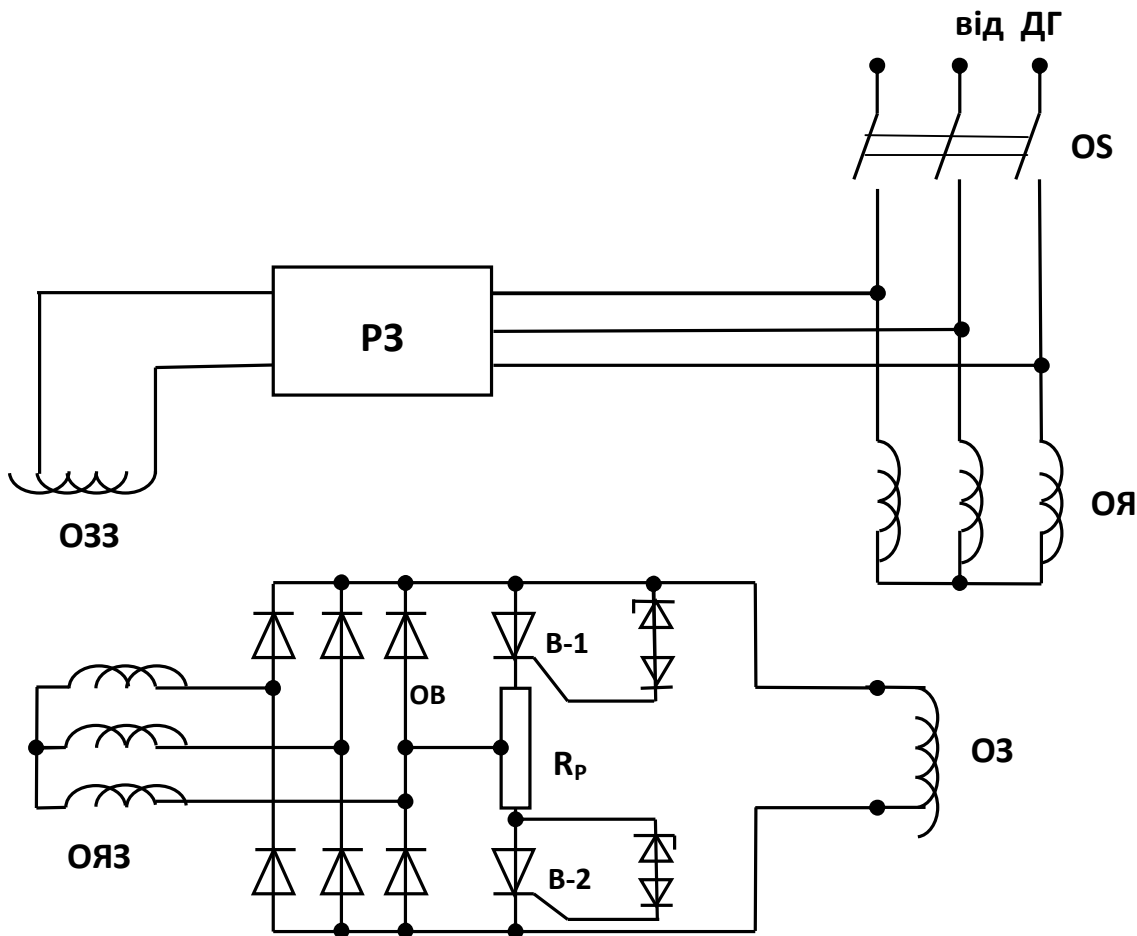


Рисунок 1 – Безщітковий синхронний двигун

В розгляданій схемі розрядний опір R_p підключається до обмотки ротору за допомогою кремнієвих керованих вентилів ($B-1$, $B-2$).

При пуску позитивна напівхвиля змінного струму обмотки збудження замикається через обертаючий випрямляч OB . Після переходу струму через нуль напруга на обмотці збудження різко збільшується і, досягнувши напруги спрацювання кремнієвих стабілітронів $КС$. Після проходження негативної напівхвилі струму ротора через розрядний опір керовані вентиля зачиняються і процес повторюється з частотою сковазання.

На підсинхронній швидкості звичайна релейна схема, працююча в функції струму статора, замикає контактор K і подає живлення на обмотку збудження збудника. В процесі синхронізації можливі один-два напівперіода від'ємного струму ротора, котрий замикається через розрядний опір, але після включення контактора K по цьому шляху міг

би протікати і випрямлений струм збудника, перешкоджаючи закриттю керованих вентилів.

Перемичка AB , яка з'єднує середню точку опору R_p з однією з фаз збудника, забезпечує періодичне шунтування кожного керованого вентиля для струмів, рухаючих від випрямляча. Після утягування двигуна в синхронізм керовані вентиля зачиняються і відключають розрядний опір. Саме необхідність обмеження струмів короткого замикання збудника через ланцюг керованих вентилів змусила ввести в схему розрядний опір, що привело до з'явлення при пуску постійної складової в струмі ротора.

Система збудження не має устрою гасіння поля в ланцюзі збудження двигуна і виключає можливість безпосереднього вимірювання струму ротора.

Гасіння поля збудника вмикається при відключенні двигуна від мережі (блок-контактами масляного вимикача), а також при аварійних режимах збудника (внутрішнє коротке замикання, пробиття обертаючих вентилів і т. п.) за допомогою схеми, аналогічної відомим схемам захисту від асинхронного ходу.

Збудником являється трифазний синхронний генератор обертального виконання. Внаслідок роботи обмотки якоря на випрямляч струм якоря збудника має несінусоїдальну форму. Вищі гармонічні фазного струму якоря можуть визвати додаткові утрати, особливо в масивному ярмі. Однак дослідження показали, що ці утрати незначні і практично ними можна зневажити.

Специфічними вимогами, які пред'являються до блоку обертаючих вентилів, є наступні: а) стійкість до діяння значних центробіжних прискорень, штовханів і вібрацій; б) мінімальна вага і габарити; в) відсутність рухливих механічних контактів як в силовому ланцюзі, так і в ланцюгах управління.

Ці вимоги практично вилучають застосування звичайних електромеханічних апаратів типу АПП, швидкодіючих автоматів, реле і т. п. Крім того, захист вентилів від зворотних перенапруг не може бути забезпеченим звичайними електромеханічними пристроями внаслідок їх інерційності навіть в статичних випрямлячах.

Розрахунки, проведені для двигуна 1000 кВт, показали, що при обмеженні напруги на кільцях ротора до однакового рівня (600 В) втрати в лінійному опорі в синхронному режимі перевищують втрати в нелінійному опорі в 230 раз.

Незважаючи на очевидні переваги нелінійних опорів, їх застосування в обертових системах в теперішній час обмежено через відсутність малогабаритних нелінійних опорів для безщіткових синхронних машин.

При протіканні по опорі перехідного струму ротора в момент пуску має місце повне запирання випрямляча при такої умові:

$$i_p \frac{R_p}{2} > \sqrt{2} E_L,$$

де i_p - миттєве значення від'ємного струму ротора; E_L - діюче значення лінійної е. р. с. збудника.

В ті моменти часу, коли $i_p \frac{R_p}{2} < \sqrt{2} E_L$, через опір протікає струм випрямляча, миттєве значення якого дорівнює:

$$i_d = \frac{2\sqrt{3}U_{m\phi} - i_p R_p}{R_p},$$

де $U_{m\phi}$ - амплітудне значення фазної напруги збудника.

Коли струм ротора стає рівним нулю, струм випрямляча через опір R_p досягає свого максимального значення:

$$i_{bm} = \frac{2\sqrt{3}U_{m\phi}}{R_p}.$$

Експерименти, проведені на моделі синхронного збудника, підтверджують приведені співвідношення.

Таким чином, підпитка керованих вентилів від випрямляча в момент синхронізації зменшується пропорційно збільшенню кратності розрядного опору. Отже, для кратностей розрядних опорів від трьох і вище вибір B слід проводити за струмом асинхронного режиму. При цьому треба ураховувати, що амплітуда і тривалість від'ємної напівхвилі струму ротора також визначається величиною розрядного опору: зменшується при його збільшенні. Таким чином, введення в схему розрядного опору дозволяє значно зменшити струм через керовані вентиля при пуску і синхронізації і запобігає коротке замкнення випрямляча. Ця обставина дає можливість застосувати безщіткову систему збудження для двигунів з номінальними струмами збудження, приблизно вдвічі перевищуючими тривало допустимі струми найбільш потужних керованих вентилів, які випускаються в теперішній час. В схемах захисту випрямляча за допомогою B без опору максимальна напруга на випрямлячі визначається напругою перемикачів цих вентилів, а зворотні напруги вентилів $U_{b_{max}}$ можна визначити за формулою:

$$U_{b_{max}} = \frac{U_{лm}}{2} + \frac{U_n}{2},$$

де $U_{лm}$ – амплітуда лінійної напруги збудника; U_n – напруга ротора, при якій перемикаються B .

В розгляданій схемі максимальна напруга на випрямлячі визначається падінням напруги на опорі від струму ротора. Для визначення максимальних зворотних напруг на вентилях необхідно дослідним або розрахунковим шляхом визначити максимальні значення струму ротора при пуску.

Як показують дослідження, при пуску синхронних двигунів з замкнутою накоротко обмоткою збудження амплітуда струму ротора не перевищує 1,6 номінального струму збудження. Введення в ланцюг ротора опору знижує цю величину на (20-40)%.

В початковий момент пуску в струмі ротора виникає аперіодична складова, яка залежить від першопочаткового положення осей обмоток ротора і статора і від моменту вмикання. Максимально можливе початкове значення струму ротора при цьому може бути рівним:

$$I_d \cong (1,8 \div 1,6)I_{dm},$$

де I_{dm} - амплітуда періодичної складової струму ротора.

Якщо аперіодична складова від'ємна, то цей струм проходить через розрядний опір і найбільша початкова напруга на вентилях в період пуску визначається наступним чином:

$$U_{b_{max}} = (1,8 \div 1,6)1,6 I_{дн} \frac{R_j K}{2} = (1,44 \div 1,28)U_{дн} K,$$

де K – кратність розрядного опору; R_j - опір обмотки ротора; $U_{дн}$ - номінальна напруга збудження.

Розглянуті безщіткові синхронні двигуни в теперішній час широко використовуються в різних галузях промисловості як в якості приводу механізмів з постійною частотою обертання, так і як частотно-управляючий електропривод.

Регульований синхронний електропривод з частотним управлінням в теперішній час знаходить застосування в різних галузях виробництва. На морських судах, а також в деяких спеціальних пристроях.

Використання напівпровідникових перетворювачів частоти відкриває великі можливості по відношенню формування потребуємих статичних і перехідних процесів частотно-керованих синхронних електроприводів. Цей привод володіє рядом властивостей, не властивих асинхронному електроприводу з частотним управлінням в розімкнених системах, а саме:

- 1) стабільність кутової швидкості незалежно від моменту навантаження у всьому діапазоні регулювання кутової швидкості;
- 2) висока точність синхронного руху керованих машин з контролем по куту обертаючих осей;
- 3) великі значення моментів на повзучих швидкостях при регулюванні напруги і струму збудження.

В регульованому синхронному електроприводі повинні бути встановлені закономірності, пов'язані з регулюванням частоти змінного струму і внутрішнього кута здвигу. Важливе значення має встановлення законів регулювання електричних параметрів синхронного двигуна при виявленні запасу статичної стійкості.

Електромагнітний момент синхронного двигуна з явно вираженими полюсами:

$$M = \frac{3UE}{\omega_0 x_d} \sin \theta + \frac{3U^2}{2\omega_0} \left(\frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta .$$

Цей вираз зручно представити, нехтуючи насиченням, в вигляді:

$$M = A \frac{UI_B}{f} \sin \theta + B \left(\frac{U}{f} \right)^2 \sin 2\theta ,$$

де I_B – струм збудження синхронного двигуна; A і B - постійні величини.

Основні режими управління синхронним двигуном:

1. Регулювання синхронного двигуна при $f = \text{const}$; $U = \text{var}$; $I_B = \text{var}$, являється найбільш характерним для нерегулюючого синхронного електроприводу. Формула електромагнітного моменту для цього випадку:

$$M = c_1 UI_B \sin \theta + c_2 U^2 \sin 2\theta ;$$

тут $c_1 = A/f$; $c_2 = B/f^2$.

Для характеристики електромеханічних властивостей тут зручно розглядати регулювання синхронного двигуна окремо при $I_B = \text{var}$; $U = \text{const}$ і $I_B = \text{const}$; $U = \text{var}$.

2. Режим частотного регулювання синхронного електроприводу при $U/f = \text{const}$; $I_B = \text{var}$, а значення моменту визначається за формулою:

$$M = c_1 I_B \sin \theta + c_2 \sin 2\theta ,$$

де $c_1 = AU/f$; $c_2 = B(U/f)^2$.

3. Режим частотного регулювання синхронного електроприводу при $U = \text{const}$; $I_B = \text{const}$; $f = \text{var}$. Формула електромагнітного моменту:

$$M = \frac{c_1}{f} \sin \theta + \frac{c_2}{f^2} \sin 2\theta ;$$

тут $c_1 = AUI_B$; $c_2 = BU^2$.

З формули видно, що при знижених кутових швидкостях (частотах напруги статора) синхронний двигун володіє значним максимальним моментом. Для синхронних двигунів з явно вираженими полюсами при змінні частоти змінного струму неухвалення реактивного електромагнітного моменту (від явнополюсності) приводить до значних погрешностей в оцінці механічних властивостей. При низьких частотах нехтування активним опором статорної обмотки вносить значні перекручення в розрахункове значення електромагнітного моменту. Негативний вплив активного опору статора на характеристики синхронного двигуна проявляється в меншому степені і при відносно біль низьких частотах, ніж в випадку асинхронного двигуна, і може бути у якійсь мірі зкомпенсований регулюванням збудження. Частотне регулювання, являючись практично єдиним способом регулювання кутової швидкості синхронних двигунів, характеризується в основному такими ж показниками, що і частотне регулювання асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором. Це регулювання плавне економічне двофазне; стабільність швидкості висока (ідеально жорсткі характеристики); допустиме навантаження при постійному збудженні – номінальний момент (у випадку незалежної вентиляції); діапазон регулювання вверх від основної кутової швидкості обмежується механічною міцністю ротора і підшипників; діапазон регулювання вниз з урахуванням ідеальної жесткості характеристик може бути великим (до(50÷100):1 і більше) при забезпеченні синусоїдальності напруги, достатнього запасу стійкості і збереженні значення максимального моменту. Синхронний двигун володіє дуже важливою для деяких застосувань властивістю – при подачі в статорні обмотки постійного струму він створює гальмовий момент при нерухомому роторі, чим забезпечує електричну фіксацію ротора в заданому положенні, що дозволяє відмовитись від застосування механічного гальма.

Розглядалий асинхронний пуск синхронного двигуна з демпферною обмоткою в принципі не відрізняється від пуску таких двигунів з закорачуванням їх обмотки збуджування. Тобто, розрахунок їх пускових характеристик може бути проведений за допомогою схем заміщення по прокольним і поперечним осям, представлених на рисунках (рис. 2 а,б). Пускові характеристики синхронного двигуна потужністю 500 кВА розраховані за приведеними схемами представлені на рис. 3.

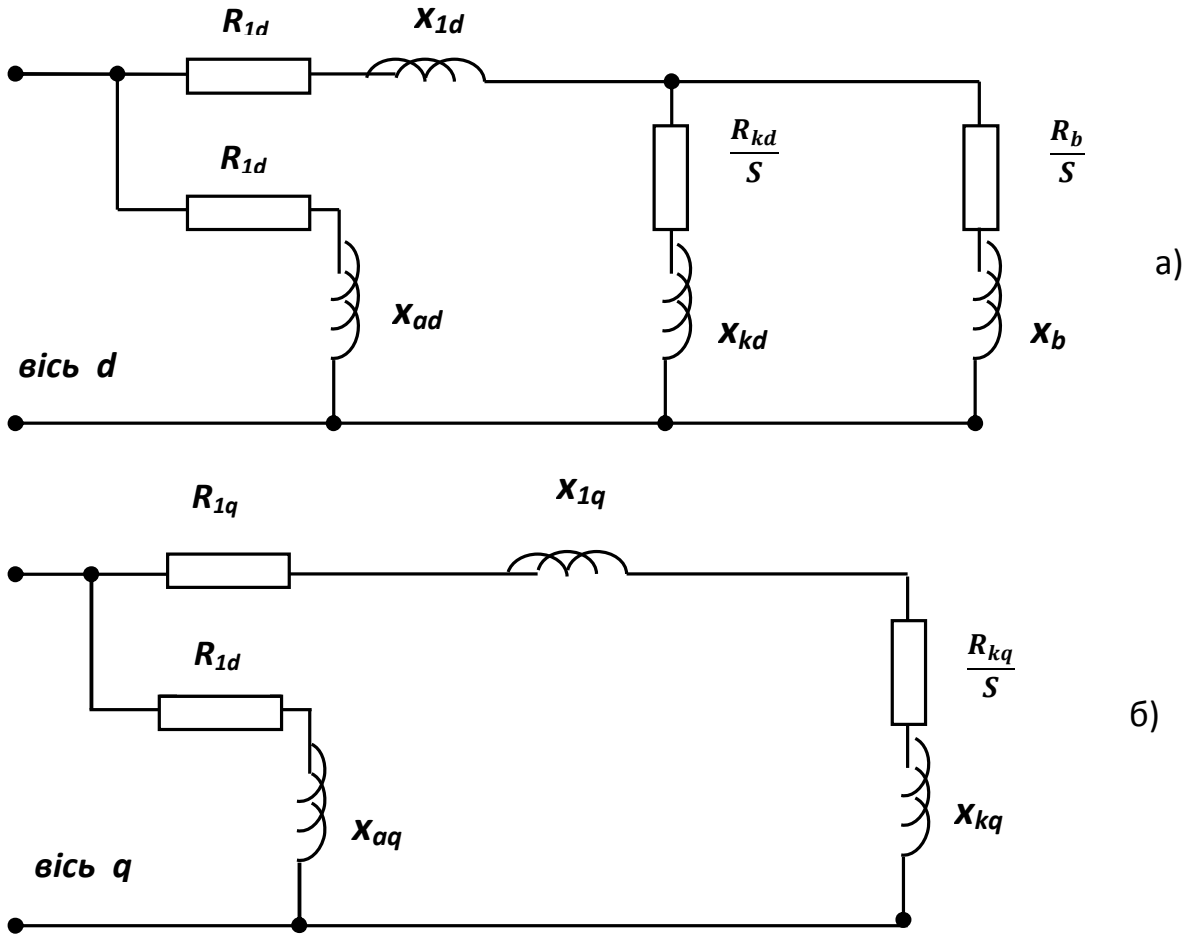


Рисунок 2 – Схеми заміщення синхронного двигуна

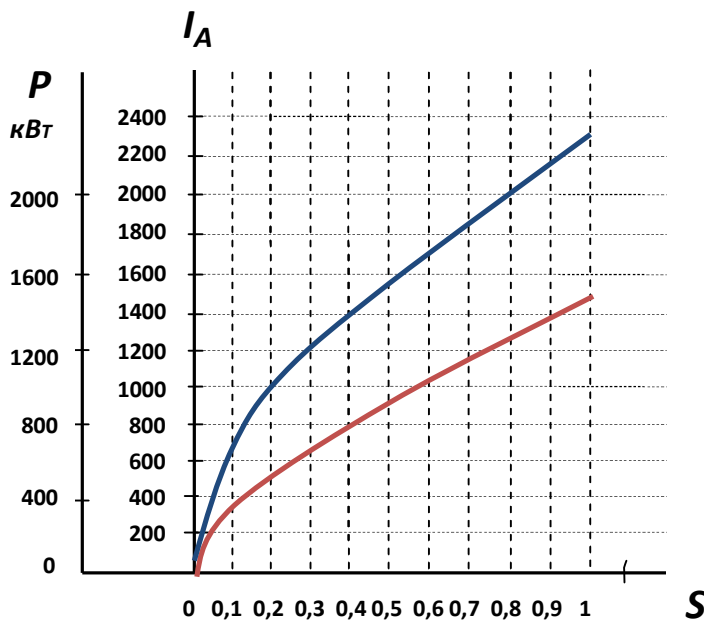


Рисунок 3 – Пускові характеристики СД

Висновок. З приведених характеристик, асинхронний пуск синхронного двигуна відбувається при значних за величиною струмах, що може викликати деякі труднощі при пуску СД від дизель-генератора. В зв'язку з цим, як показує аналіз, доцільно в таких системах використовувати напівпровідникові перетворювачі для частотного управління двигуном, а також для перетворення змінного струму змінної частоти валогенератора в змінний струм постійної частоти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Толстов А.А. Устройство и эксплуатация судовых синхронных генераторов / учебное пособие. – Одесса: ОНМА, 2006. – 150 с.
2. Пипченко А.Н. Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления. / Пипченко А.Н., Пономаренко В.В., Теплов Ю.И., Шевченко В.А. / учебное пособие. - Одесса, 2012. – 487 с.
3. Григорьев А.В., Петухов В.А. Современные и перспективные судовые валогенераторные установки. – СПб.: ГМА им. адм. С.О.Макарова, 2009.– 176с.
4. Радин В.И. и др. Электромеханические устройства стабилизации частоты. – М.: Энергоиздат, 1981. – 168 с.
5. М.М. Красношарпа. Генераторы переменного тока стабильной и регулируемой частоты. - К.: «Техніка», 1974. – 164 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НА СУДНАХ-ВІТРОХОДАХ

Коровка Є.В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Півоваров Л.А., старший викладач кафедри управління судном

Незворотність процесу зменшення світових ресурсів, а саме не відновлюваних джерел енергії та підвищення витрат на їх видобуток призводить до необхідності комплексного використання всіх енергетичних ресурсів, всілякої їх економії та впровадження енергозберігаючих технологій. Економія палива на морському флоті, в складі загальної проблеми ресурсозбереження, стає актуальним завданням у міру вичерпання паливних запасів і в силу росту їх вартості.

Аналіз сучасного стану та можливих рішень зазначеної проблеми показав, що останнім часом з'явилися нові напрямки енергозбереження на флоті – широке використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) і, в першу чергу, екологічно чистої енергії вітру як основного або додаткового джерела руху суден. Даний напрямок дозволив обґрунтувати проекти сучасних суден, до складу пропульсивних установок в який входить комплекс технічних пристроїв-вітроенергетична установка (ВЕУ) для перетворення кінетичної енергії вітрового потоку в енергію руху судна. Аналіз показав, що до складу ВЕУ входять наступні основні елементи: вітропереробна установка (ВУ); інформаційно – вимірювальна система (ІВС) параметрів вітрового потоку; пристрій повороту (ПП) комплексу щогла-вітрило; система управління установкою ВУ щодо вітрового потоку. Такі судна-вітроходи можна умовно розділити на наступні групи [1, 2]:

1. Невеликі парусні судна з автономними ВЕУ, що зберігають традиційні або незначно змінені характеристики класичного парусного флоту, на яких ВУ є основним рушієм, а судно – енергетична установка (СЕУ) застосовується для виконання маневру і в аварійних випадках.

2. Судна-вітроходи з допоміжними ВЕУ (ВВЕУ), доповненням до СЕУ до складу яких входять сучасні типи ВУ, що застосовуються як допоміжний рушій.

Основним завданням судноводіння суден з ВВЕУ, як і звичайних, є точне і безпечно управління їх рухом відповідно до заданого курсу (або виконання маневру) при мінімальних експлуатаційних витратах.

В даний час завдання оцінки елементів аеро- та гідродинаміки сучасних морських транспортних суден, оснащених ВВЕУ, в умовах реальних вітрових впливів ще недостатньо вивчені. Дослідження показали, що до особливостей аеро та гідродинаміки судна з додатковим рухом вітру можна віднести [1]:

– наявність початкового статичного крену, що призводить до появи в рівняннях хитавиці традиційних суден ненульових коефіцієнтів зв'язку за швидкостями і прискорень між поздовжніми і поперечними видами коливань;

– ВУ і характеристики керованого руху впливають на параметри комплексу суден-ВВЕУ;

– слабка вивченість питань стійкості суден-вітроходів, в зв'язку з чим відсутні відповідних нормативів Морського Регістру та інших класифікаційних товариств, і тому нормування стійкості судна-вітрохода здійснюється за найжорсткішими критеріями, аналогічно пасажирським суднам.

При зміні умов плавання дія зовнішніх сил на корпус судна за допомогою вітру буде компенсованою зміною кутів δ_n установки ВУ і перекладки керма δ_k (рис.1). Рівняння балансу та сили моментів, що діють на судно з ВВЕУ, при цьому, можуть бути формалізовані в загальному вигляді наступним чином:

$$\begin{cases} F_{X\Pi} + F_{Xa} + F_{Xr} + F_{Xk} + F_{Xt} = 0 \\ F_{Y\Pi} + F_{Ya} + F_{Yr} + F_{Yk} = 0 \\ F_{Z\Pi} + F_{Za} + F_{Zr} + F_{Zk} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

де $F_{X\Pi}, F_{Y\Pi}, F_{Z\Pi}$ – складові аеродинамічної сили і момент, що виникає на ВУ; F_{Xa}, F_{Ya}, F_{Za} – складові аеродинамічної сили і момент, що діють на надводну частину корпусу судна; F_{Xr}, F_{Yr}, F_{Zr} – складові гідродинамічної сили опору і момент, що виникають на поверхні корпусу судна; F_{Xk}, F_{Yk}, F_{Zk} – складові гідродинамічної сили і момент, що виникають на кермі судна; $F_{Xt} = T(1 - t)$ де- T сила тяги гвинта у воді; t -коefficient засмоктування.

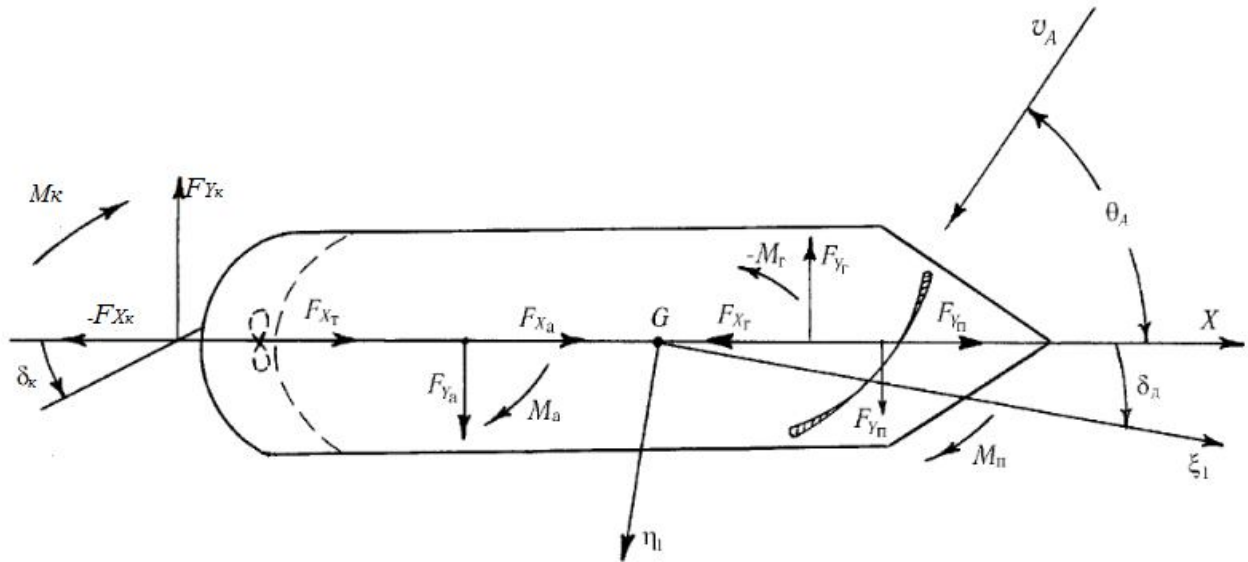


Рисунок 1 – Дія гідро і аеродинамічних сил на судно з додатковим рухом вітру:
 v_A – швидкість вітрового потоку; δ_d – кут дрейфу судна; θ_A – кут вітру; δ_k – кут установки керма судна

Факторами, які сприяють впровадженню на судах в даний час ВЕУ (як автономних, так і СЕУ), є:

- досягнення в області аеродинаміки, що дозволяють підвищити тягові характеристики ВУ – як м'якого парусного озброєння (ПО), так і вітроподвигунів (ВД) різних конструкцій;

- накопичення великої інформації про вітровальні режими світового океану і достовірність поточних прогнозів, що забезпечують можливість вибору оптимальних маршрутів судна з урахуванням фактичної обстановки, а також ті, що сприяють підвищенню регулярності і безпеки експлуатації ВЕУ;

- розвиток пристроїв і обчислювальної техніки, що дозволяє оптимізувати параметри установки ВУ на судні по відношенню до вітрового потоку і підвищує, в свою чергу, ефективність використання ВЕУ в цілому;

- створення легких і міцних тканин і інших конструкційних матеріалів, а також малогабаритного комплектуючого обладнання, що забезпечує можливість створення легких автоматизованих конструкцій як м'якого ПО, так і ВД різних типів.

- Разом з тим, для повернення м'якого ПО (або застосування інших ВД) на сучасному флоті повинні бути враховані наступні основні вимоги, що пред'являються до морського судна:

- забезпечення безпеки пасажирів, екіпажу і вантажу, що перевозиться при необхідній швидкості;

- забезпечення необхідної швидкості доставки пасажирів і вантажу;

- установка ВУ не повинна ускладнювати вантажно-розвантажувальні операції, а їх системи повинні володіти високими аеродинамічними характеристиками (АДХ) при широкому використанні діапазону швидкостей і напрямків вітрового потоку;

– управління ВЕУ не повинно впливати на чисельність екіпажу, і вони повинні мати низьку початкову вартість, працювати при мінімальних витратах енергії, мати високу ремонтпридатність.

До основних причин, що стримує застосування вітрового руху (основного і допоміжного) на морському флоті відносяться: відсутність методів обґрунтування складу, режимів роботи і законів управління ВЕУ, які враховують особливості поведінки суден; відсутність параметричного ряду ефективно працюючого і готового до промислового випуску серійного обладнання ВЕУ, що відрізняється низькими метало- та енергоємністю, початковою вартістю, а також готовністю до автоматизації управління; недостатня вивченість питань впливу застосування ВВЕУ на техніко-експлуатаційні характеристики, режими роботи і ефективність використання елементів суднових пропульсивних установок (СПУ); відсутність економічного механізму, стимулюючого використання НВДЕ, і зокрема, енергії вітру на морському флоті; недостатня увага до екологічного збитку, що наноситься енергоустановками на традиційному паливі [1].

Вирішення зазначених проблем стосовно ВВЕУ пов'язано, як показав аналіз, з проведенням теоретичних і експериментальних наукових комплексних досліджень за наступними напрямками:

1. Розробка методу обґрунтування елементів ВВЕУ з позицій сучасних тенденцій розвитку суднового устаткування, що враховують вплив зовнішніх умов експлуатації при оцінці навантажувальних характеристик, забезпечення мінімального рівня енерговитрат на обслуговування, а також такі основні вимоги, як надійність, працездатність, безвідмовність, ремонтпридатність і довговічність.

2. Обґрунтування раціональних режимів роботи та оцінка характеру впливу ВВЕУ на поведінку судна, техніко-експлуатаційні характеристики і режими роботи елементів його пропульсивної установки.

Узагальнення і аналіз результатів робіт вітчизняних і зарубіжних авторів дозволяють зробити висновок, що ВУ – досить вагомий елемент. Відомо, що м'які і жорсткі вітрила, аеродинамічні профілі (крила) з постійною або змінною формою поперечного перерізу, аеродинамічні профілі з закритками і передкрилками, пристрої з регульованим прикордонним шаром об'єднує один принцип при обтіканні їх потоком повітря виникає сила реакції, спрямована під кутом до потоку, а для руху судна використовують проекцію цієї сили на напрямок руху.

В даний час досягнуті певні результати в створенні нових матеріалів і технології виготовлення з них як м'якого ПО класичного типу, так і ВД сучасних конструкцій. Рішення задач моделювання АДХ ВУ перспективних типів, обґрунтування узагальнених показників їх ефективності і законів управління ними з урахуванням особливостей поведінки. На підставі вищевикладеного можна зробити висновок, що виникає необхідність в розробці методу комплексної оцінки техніко-експлуатаційних характеристик ВД різних типів, що враховує поведінку комплексу судно-ВВЕУ, з метою обґрунтування найбільш ефективних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Писклов В.Т. Вспомогательная ветроэнергетическая установка морского судна. – М.: Транспорт, 1993. –144с
2. Миусов М.В. Режимы работы и автоматизация пропульсивного комплекса теплохода с ветродвижителями. –Одесса: ОГМА; ОКФА, 1996. –256с.
3. Крючков Ю.С., Лапин В.И. Парусные катамараны. –Л.: Судостроение, 1967. – 200 с.Крючков Ю.С., Перестюк И.Е. Крылья океана. – Л.: Судостроение, 1983. – 256 с. Махрай Ч. Теория плавания под парусами. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 408 с.
4. Endo Y., Namura H. K usumoto K. Power Gain by Sails on Sail Equipped Small Tanker // Nippon Kokan Technical Report. – 1982. –35. –P.103- 113.

АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВОЇ ПАРОКОМПРЕСОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Курнас Д. Г., Петков О. О.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Науковий керівник – Грич А. В., к.т.н., доцент

Питання енергозбереження та раціонального використання енергії установками, системами і механізмами є досить актуальним для енергетики сьогодення. А особливо гостро це питання стоїть для суднової систем і механізмів. Тенденція до підвищення енергетичної ефективності стосується і суднових холодильних машин і установок. Одним із шляхів підвищення ефективності суднової парокомпресорної холодильної установки є рекуперація тепла перегріву і конденсації холодильного агенту.

Рекуперація (від лат. *Resuperatio* – зворотне отримання) – це повернення частини матеріалу або енергії, що витрачаються на проведенні того чи іншого технологічного процесу, для повторного використання в тому ж процесі. Плюсом рекуперації є економія енергії, і, як наслідок, економія коштів на експлуатацію системи в цілому. Мінусом є необхідні додаткові початкові вкладення в установку рекуператора.

В суднових холодильних установках використовуються кожухотрубні конденсатори з охолодженням забортною водою. Такі конденсатори є ефективнішими і компактнішими за повітряні, але їх недоліком є те, що тепло від холодильного агенту відводиться в навколишнє середовище. Більш раціональним рішенням буде рекуперація тепла холодильного агенту з подальшим його використанням.

Існує два основних способи використання тепла, одержуваного від холодильних установок:

– рекуперація тепла з метою обігріву води, використовуваної для технологічних потреб або опалення. Даний спосіб дозволяє ефективно використовувати близько 20% тепла, що виділяється холодильними установками. До холодильної системи через теплообмінник підключається накопичувальний резервуар (бойлер), в якому відбувається акумулювання гарячої води або контур опалювальної системи [1];

– рекуперація тепла для повітряного обігріву приміщень без використання теплоносія (нагрів повітря в системі комфортного кондиціонування). Даний спосіб значно ефективніше і дозволяє використовувати практично 100 % тепла. Можлива установка активних і пасивних нагрівальних елементів. Даний спосіб є актуальним лише в холодну пору року, або в географічних широтах плавання судна, де потрібно нагрівати повітря.

На рис. 1 представлена принципова схема рекуперації тепла перегріву і конденсації холодильного агенту. Принцип дії її полягає в тому, що перегрітий холодильний агент на виході з компресору надходить в пластинчатий теплообмінний апарат, соленоїдний вентиль (СВ1) відкритий, а СВ2 знаходиться в закритому положенні. За допомогою насоса вода з баку накопичувача циркулює через пластинчатий теплообмінник (ПТО). В результаті теплообміну через стінки теплообмінника, гарячий пар віддає тепло воді, а вода в свою чергу нагрівається. При цьому чим нижча температура води, тим більш ефективно охолоджується холодильний агент. Коли температура води на вході в ПТО досить низька 15...30 °С поверхні теплообміну вистачає не тільки для утилізації теплоти перегріву, а й частково для утилізації теплоти конденсації насичених парів холодильного агенту. При подальшому рості температури циркулюючої води різниця температур між парами холодильного агенту та водою зменшується і процес теплообміну протікає менш інтенсивно. Це приводить до того, що утилізується лише теплота перегріву, теплова потужність пластинчатого теплообмінника знижується. Потім холодильний агент після ПТО надходить в конденсатор, де він віддає тепло забортній воді і здійснює повний фазовий перехід в рідкий стан. Таким чином, ПТО не тільки дозволяє утилізувати перегрів холодильного агенту, а і збільшити його переохолодження в конденсаторі за рахунок

додаткової площі теплообміну. Коли температура в баку-накопичувачі досягає максимального значення, або коли немає потреби в нагріві води, СВ1 закривається, а СВ2 відкривається, таким чином холодильний агент надходить в конденсатор в обхід ПТО [2, 3].

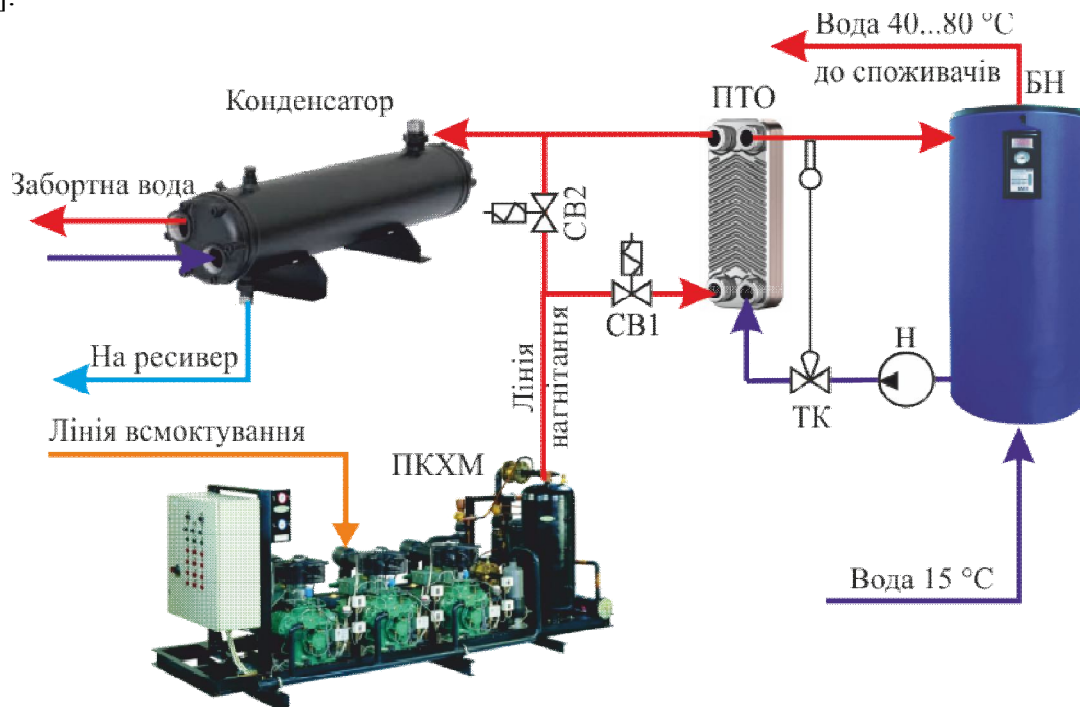


Рисунок –1 Принципова схема рекуперації тепла парокомпресорної холодильної машини для нагріву води з пластинчатим теплообмінником та баком накопичувачем: ПКХМ – парокомпресорна холодильна машина; ПТО – пластинчатий теплообмінник; ТК – термостатичний клапан; СВ1 та СВ2 – соленоїдні вентиля; Н – насос циркуляції води; БН – бак накопичувач

Висновки. Теплова потужність і кількість нагрітої води залежить від режиму роботи холодильної установки, її холодопродуктивності, типу компресора і холодильного агенту. В середньому теплота перегріву становить близько 20 % від теплового навантаження на конденсатор. Температура холодильного агенту на виході з компресору в залежності від режиму роботи і типу холодильного агенту може досягати більше 100°C. Таким чином, для холодопродуктивності ПКХМ низькотемпературного рефрижераторного трюму в 100 кВт можливо утилізувати до 30 кВт тепла для побутових потреб чи системи опалення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Системы утилизации тепла в холодильных установках [Текст]. /Мир климата. – 2010.–№ 62. – с.74-77 – Режим доступа: <https://www.mir-klimata.info/pdf/62.pdf>
2. Системы рекуперации тепла холодильных установок //TAS Engineering.,– 2014. – С. 5. – Режим доступа: <http://tas-eng.ru/userfiles/files/recuper.pdf>
3. Рекуперация тепла от торгового холодильного оборудования [Электронный ресурс]. / Install-Energy. – Режим доступа:<http://install-energy.com.ua/rekuperatsiya-tepla-ot-torgovogo-kholodilnogo-oborudovaniya/>
4. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Судостроение, 1994. – 504 с. (1-е изд. – Л., 1972; 2-е изд. – Л., 1979).

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГОЛОВНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ БАЛКЕРУ КЛАСУ PANAMAХ В УМОВАХ ТРОПІЧНОГО КЛІМАТУ

Кучер В. О.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Савчук В. П., к.т.н, доцент

Вступ. Однією із цілей у морській галузі сьогодні є зменшення впливу викидів суднами CO₂ та, відповідно, максимально можливого зменшення споживання палива для руху суден при різних навантаженнях. Це також означає, що індекс CO₂ нового судна, так званий індекс енергетичної ефективності проектування EEDI (Energy Efficiency Design Index), буде зменшуватися. Виходячи з середнього еталонного значення викиду CO₂ від існуючих навалювальних суден, викиди CO₂ від нових суден у грамах на дедвейт (DWT) на морську миллю повинні бути однаковими або нижчими, ніж для конкретного балкера. У майбутньому цей привід, ймовірно, може призвести до експлуатації на більш низьких експлуатаційних швидкостях судна, порівняно з попередніми, що призведе до скорочення використання потужності [1].

Коли змінюється необхідна швидкість судна, значення встановленої максимально тривалої потужності (SMCR) також буде змінено, і можуть бути обрані інші основні параметри головного двигуна (ГД). Якщо до необхідної швидкості судна, необхідна максимальна тривала потужність (MCR) для даного ГД занадто висока, то можна дефорсувати двигун, тобто використовувати потужність SMCR нижче номінальної потужності MCR, що передбачає зниження питомого споживання палива двигун (SFOC). Зважаючи на високу ціну на паливо та вимоги EEDI, на сьогоднішній день є нормальною практикою вибору дефорсованого ГД, щоб отримати найменше значення питомої витрати палива SFOC [2].

Метою роботи є дослідження впливу зменшення значень режиму SMCR на техніко-економічні показники пропульсивного комплексу балкера класу Panamax в умовах тропічного клімату. В якості досліджуваного судна вибрано балкер Sage Amazon (ІМО 9573713) дедвейтом 63500 т. Вихідні параметри для розрахунку приведено в табл. 1, де приведено початкові значення показників двигуна та його дефорсованого варіанту. Гвинтові та обмежувальні характеристики для обох варіантів показників двигуна приведено на рис. 1а і 1б.

Таблиця 1 – Вихідні параметри для розрахунку (тропіки)

Параметр	Значення	
	Прототип	Дефорс.
Номінальна ефективна потужність $N_{ен}$, кВт	9745	8300
Номінальна частота обертання $n_{сн}$, хв ⁻¹	96	91
Номінальна питома витрата палива $g_{ен}$, кг/(кВт·год)	0,1659	0,1649
Середній ефективний тиск $p_{ен}$, МПа	1,8	1,61
Температура повітря в машинному відділенні T_0 , °С	45	
Температура повітря після повітроохолоджувача T_k , °С	48	
Температура заборотної води $t_{з.в.}$, °С	32	
Температура охолоджуючої води НТ контуру $t_{в.нт.}$, °С	36	
Атмосферний тиск p_0 , МПа	0,103	
Температура охолоджувальної води на виході ВТ контуру $t_{в.вт.}$, °С	80	
Температура масла перед двигуном $t_{1м}$, °С	46	
Протитиск випускних газів $p_{п.г.}$, мм вод. ст	300	
Відносна вологість повітря, %	60	

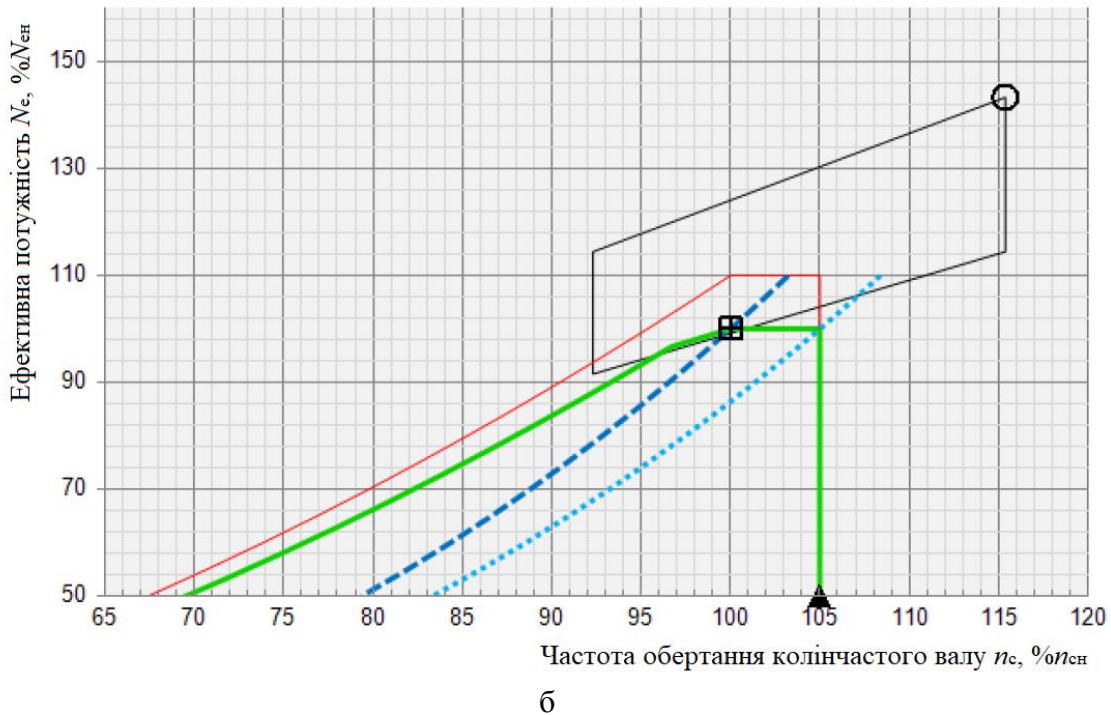
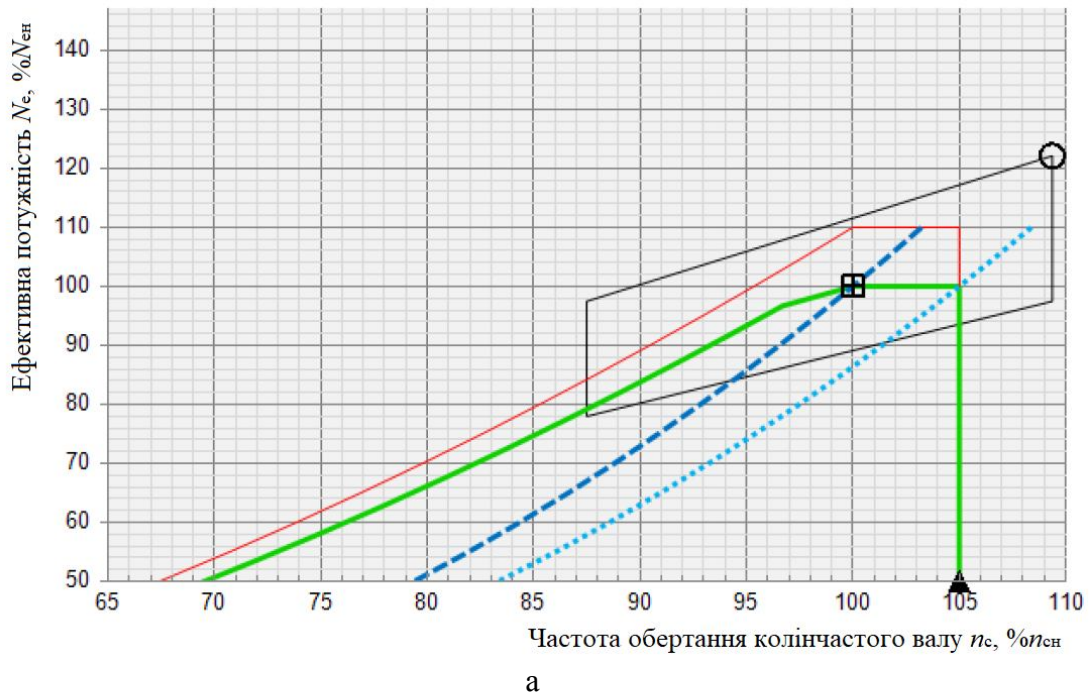


Рисунок 1 – Обмежувальні та гвинтові характеристики головного двигуна: а – базовий варіант; б – пропонуванний варіант; — — — — — обмежувальні характеристики для тривалого режиму навантаження; — — — — — обмежувальні характеристики для короткочасного режиму навантаження; — — — — — номінальна гвинтова характеристика; ··········· характеристика «легкого» гвинта

Основна частина. З метою визначення ефективності роботи допоміжних систем головного двигуна в умовах тропічного клімату, проведемо розрахунок його теплового балансу. Розрахунки приведемо для діапазону потужності 25...100 % $N_{ен}$. Тепло, що виділяється при згорянні палива, тільки частково переходить у корисну, ефективну роботу на валу двигуна. Інша частина її відводиться із відпрацьованими газами, передається у систему охолодження, навколишнє середовище і т.д., таким чином складають втрати тепла. Зовнішнім тепловим балансом називається розподіл теплоти, що виділяється при згорянні палива, по іншим складовим, що визначаються експериментально по так

називаним показникам роботи двигуна (ефективна потужність, температура охолоджувальної води, масла та ін.).

Рівняння зовнішнього теплового балансу для сучасного форсованого дизеля із наддувом та охолодженням повітря після газотурбонагрівача (ГТН) в абсолютних величинах:

$$Q_1 + Q_{\text{ф.п}} + Q_{\text{Г}} = Q_e + Q_{\text{ох.р}} + Q_{\text{ох.п}} + Q_{\text{в.г}} + Q_{\text{ін}} \quad (1)$$

Розрахунок для режиму навантаження 100 % $N_{\text{ен}}$ (базовий варіант).

Кількість підведеного з паливом хімічного тепла:

$$Q_1 = B_{\text{Г}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 1616,7 \cdot 42700 = 69032897,85 \text{ кДж/год} \quad (2)$$

де $B_{\text{Г}}$ – годинна витрата палива ГД,

$$B_{\text{Г}} = g_e \cdot N_e = 0,1659 \cdot 9745 = 1616,7 \text{ кг/год};$$

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ – нижча теплота згоряння палива, $Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 42700 \text{ кДж/кг}$;

Кількість фізичного тепла, що надходить із повітрям:

$$Q_{\text{ф.п.}} = 3600 \cdot G_{\text{п}} \cdot c_{\text{рм.п.}} \cdot t_k, \quad (3)$$

де $G_{\text{п}}$ – витрата повітря, кг/с,

$c_{\text{рм.п.}}$ – середня масова питома теплоємність повітря при постійному тиску, $c_{\text{рм.п.}} = 1,020 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$;

t_k – температура повітря у впускному колекторі двигуна з наддуванням дорівнює температурі на виході з компресора. Температура повітря двигуна з наддувом на виході з компресора залежить від показнику політропи стискування у компресорі n_k ($n_k = 1,52$):

$$t_k = T_0 \left(\frac{p_k}{p_0} \right)^{\frac{n_k-1}{n_k}} = 321 \left(\frac{3,66}{1,03} \right)^{\frac{1,52-1}{1,52}} = 490,2 \text{ К},$$

Кількість повітря, споживаного МОД:

$$G_{\text{п}} = \Sigma V_{\text{ц}} \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \rho_0 \cdot (n_{\text{сн}}/60) = 3,393 \cdot 0,99 \cdot 3,97 \cdot (96/60) = 21,32 \text{ кг/с}, \quad (4)$$

де $\eta_{\text{в}} = 0,7 \dots 1,0$ – коефіцієнт наповнення циліндрів повітрям, менші значення якого ухвалюються для безнаддувних машин, а більші для машин з наддуванням. Приймаємо $\eta_{\text{в}} = 0,99$;

$n_{\text{сн}}$ – частота обертання колінчастого валу двигуна, $n_{\text{сн}} = 96,0 \text{ хв}^{-1}$;

$\Sigma V_{\text{ц}}$ – сумарний робочий об'єм циліндрів двигуна, м^3 .

Сумарний робочий об'єм циліндрів головного двигуна

$$\Sigma V_{\text{ц}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} (S - h_r) \right) \cdot i = \left(\frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} (2,4 - 0,18) \right) \cdot 5 = 3,14 \text{ м}^3, \quad (5)$$

де h_r – висота продувних вікон, $h_r = 0,18 \text{ м}$.

Питома вага свіжого заряду, що споживає ГД:

$$\rho_0 = \frac{p_k \cdot 10^6}{R \cdot T_k}, \quad (6)$$

де p_k – тиск наддуву, $p_k = 0,366 \text{ МПа}$ для 100 % режиму навантаження;

T_k – температура повітря наддуву, $T_k = 273 + 48 = 321 \text{ К}$;

R – газова стала (для повітря $R = 287,3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$).

$$\rho_0 = \frac{p_k \cdot 10^6}{R \cdot T_k} = \frac{0,366 \cdot 10^6}{287,3 \cdot 321} = 3,97 \text{ кг / м}^3,$$

Отже:

$$Q_{\text{ф.п.}} = 3600 \cdot G_{\text{п}} \cdot c_{\text{рм.п.}} \cdot t_k = 3600 \cdot 21,30 \cdot 1,020 \cdot 321 = 3754252,8 \text{ кДж/год.}$$

Кількість фізичного тепла, що подається до циліндрів із паливом:

$$Q_{\text{Г}} = B_{\text{Г}} \cdot c_{\text{п}} \cdot t_{\text{п}} = 1616,7 \cdot 2,0 \cdot 413 = 1335394,2 \text{ кДж/год}, \quad (7)$$

де $c_{\text{п}}$ – питома теплоємність палива, $c_{\text{п}} = 2,0 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$;

$t_{\text{п}}$ – температура палива, $t_{\text{п}} = 140 \text{ }^\circ\text{C} = 413 \text{ К}$.

Кількість підведеного тепла з формули (1):

$$Q_1 + Q_{\text{ф.п.}} + Q_{\text{Г}} = 69032897,9 + 38376307,0 + 1335394,2 = 108744599,1 \text{ кДж/год.}$$

Результати розрахунку для поточного і інших режимів навантаження приведено в табл. 2.

Кількість теплоти, що перетворюється в корисну ефективну роботу двигуна.

$$Q_e = 3600 \cdot N_e = 3600 \cdot 9745 = 35082000 \text{ кДж/год} \quad (8)$$

Кількість тепла, що відводиться з охолоджувальними рідинами:

$$Q_{\text{ох.р}} = Q_B + Q_M, \quad (9)$$

що складається із тепла, що відводиться до охолоджувальної води Q_B та масла Q_M .

Кількість тепла, що відводиться від циркуляційного масла:

$$Q_M = G_B \cdot c_M (t_{\text{в.вих}} - t_{\text{в.вх}}) = 103000 \cdot 4,208 \cdot (42,3 - 36) = 2730571,2 \text{ кДж/год}, \quad (11)$$

де G_B – витрата прісної води через ТА, $G_B = 103 \cdot 10^3$ кг/год;

c_B – теплоємність води, $c_B = 4,208$ кДж/(кг·К) при середньому значенні температури води 40 °С;

$t_{\text{в.вих}}$, $t_{\text{в.вх}}$ – температура води на виході та на вході до ТА відповідно. Приймаємо згідно теплового балансу двигуна $t_{\text{в.вих}} = 42,3$ °С, $t_{\text{в.вх}} = 36$ °С (уставка на терморегулюючому вентилі) [3].

Кількість тепла, що відводиться до охолоджувальної води ТА високотемпературного контуру:

$$Q_B = G_B \cdot c_B \cdot (t_{\text{в.вих}} - t_{\text{в.вх}}) = 103 \cdot 10^3 \cdot 4,179 \cdot (52,3 - 42,3) = 4304370 \text{ кДж/год.}, \quad (10)$$

де G_B – витрата води, $G_B = 103 \cdot 10^3$ кг/год;

c_B – теплоємність води, $c_B = 4,179$ кДж/(кг·град) при середньому значенні температури води 47 °С;

$t_{\text{в.ц.вих}}$, $t_{\text{в.ц.вх}}$ – температура охолоджуваної води на виході та на вході до ТА відповідно. Приймаємо згідно теплового балансу двигуна $t_{\text{в.ц.вих}} = 52,3$ °С, $t_{\text{в.ц.вх}} = 42,3$ °С [3].

Отже:

$$Q_{\text{ох.р}} = Q_B + Q_M = 4304370,0 + 2730571,2 = 7034941,2 \text{ кДж/год.}$$

Необхідно також враховувати, що відведене з охолоджувальними рідинами тепло містить тепло охолодження ЦППГ, що передається за рахунок теплопередачі від газів до стінок циліндрових втулок, так і за рахунок механічних втрат тертя поршня, поршневих кілець по поверхні циліндрової втулки та ін. Крім того, тепло, що виділяється за рахунок тертя підшипників, відводиться охолоджувальним маслом.

Кількість тепла, що відводиться повітрям після компресора в охолоджувач:

$$Q_{\text{ох.п.}} = 3600 \cdot G_{\text{п}} \cdot c_{\text{рм.п}} (t_k - t_s) = \\ = 3600 \cdot 21,32 \cdot 1,020 (490,2 - 321) = 13246167,2 \text{ кДж/год}$$

де t_k , t_s – температури повітря до та після охолоджувача повітря, К.

Для здійснення більш точних розрахунків використаємо розрахунок теплових втрат при охолодженні повітря наддуву зі сторони системи охолодження. Для цього використаємо графічну залежність, що представлено заводом-виробником головного двигуна [3]. Дана графічна залежність добре апроксимується експоненціальною функцією $\Delta t_{\text{ох.в.}} = 2,316 \cdot e^{0,543 p_k}$. Використовуючи дану функцію проведемо розрахунок для всього діапазону режимів роботи ГД.

Для режиму 100 % N_e :

$$Q_{\text{ох.п.}} = G_B \cdot c_B (t_{\text{в.вих}} - t_{\text{в.вх}}) = 140000 \cdot 4,177 \cdot (48 - 36) = 7017360 \text{ кДж/год.}$$

Кількість тепла, що відводиться із відпрацьованими газами:

$$Q_{\text{в.г}} = (B_{\text{г}} + G_{\text{п}}) \cdot c_{\text{рм.г}} \cdot t_{\text{г}} = \\ = (1616,7 + 3600 \cdot 21,3) 1,12 \cdot 534 = 46827687,6 \text{ кДж/год.} \quad (13)$$

де $c_{\text{рм.г}}$ – середня масова питома теплоємність відпрацьованих газів, $c_{\text{рм.г}} = 1,12$ кДж/(кг·К);

$t_{\text{г}}$ – температура відпрацьованих газів у випускному колекторі, $t_{\text{г}} = 534$ К.

Кінцевий член теплового балансу поряд із тепловими втратами в навколишнє середовище від зовнішніх нагрітих поверхонь двигуна враховує інші втрати та знаходиться в межах 2...5 % від загальної кількості підведеного тепла.

$$Q_{\text{ін}} = k (Q_1 + Q_{\text{ф.п}} + Q_{\text{т}}) = 0,025 (69032897,9 + 3754252,8 + 1335394,2) = \quad (14)$$

$$= 0,05 \cdot 108744599,0 = 5437230,0 \text{ кДж/год,}$$

де приймаємо $k = 0,05$.

Сумарна кількість відведеного тепла з формули (1):

$$Q_{\text{е}} + Q_{\text{ох.р}} + Q_{\text{ох.п}} + Q_{\text{в.г}} + Q_{\text{ін}} = 35\ 082\ 000 + 7\ 034\ 941,2 + 13\ 640\ 221,8 +$$

$$+ 46\ 827\ 690,3 + 5437230,0 \approx 108022083,3 \text{ кДж/год.}$$

Отримані значення експлуатаційних показників головного двигуна продуктивності теплообмінних апаратів приведено в табл. 3.3.

Таблиця 2 – Значення експлуатаційних показників головного двигуна та продуктивності теплообмінних апаратів (прототип)

Ефективна потужність двигуна, (% SMCR)	Ефективна потужність двигуна, кВт	Оберти двигуна, хв ⁻¹	Кількість тепла, що відводиться до охолоджувальної води ТА ВТ контуру $Q_{\text{в}}$, кВт	Кількість тепла, що відводиться до масла $Q_{\text{м}}$, кВт	Кількість тепла, що відводиться ОПН $Q_{\text{п}}$, кВт	Різниця температури охолоджувальної води на вході і виході із ОПН, °С	Кількість тепла, що необхідно відводити ОПН $Q_{\text{п}}$, кВт	Кількість теплоти, що відводиться із ВГ $Q_{\text{вг}}$, кВт
100	9745	96,0	1180	760	1949	12,0	3676	13008
95	9258	94,3	1140	750	1949	12,0	3316	12409
90	8771	92,6	1090	740	1949	12,0	2989	11786
85	8283	90,9	1050	730	1949	12,0	2658	11277
80	7796	89,1	1010	710	1949	12,0	2427	10737
75	7309	87,2	960	700	1837	11,3	2204	10186
70	6822	85,2	920	680	1657	10,2	1883	9657
65	6334	83,1	870	660	1502	9,2	1598	9163
60	5847	80,9	830	640	1362	8,4	1316	8624
55	5360	78,6	790	620	1236	7,6	1073	8110
50	4873	76,2	740	590	1114	6,9	840	7539
55	4385	73,6	700	560	1022	6,3	661	6992
40	3898	70,7	650	530	947	5,8	517	6372
35	3411	67,6	610	500	878	5,4	325	5704
30	2924	64,3	570	470	818	5,0	228	5412
25	2436	60,5	520	430	770	4,7	150	4651

Отримані результати свідчать про недостатню ефективність роботи системи охолодження судна в умовах тропічного клімату. Явну неспроможність утилізувати тепло демонструє ТА повітря наддуву. Достатню продуктивність ОПН забезпечує у діапазоні до 60 % $N_{\text{ен}}$. З метою зменшення теплового напруження деталей ЦПГ ГД та підвищення ефективності його експлуатації нами пропонується здійснити зміну специфікаційних показників номінального режиму навантаження ГД. В дипломному проекті пропонується встановити мінімально-припустимі значення специфікаційних показників ГД, що лежать на гвинтовій характеристиці. Таким значенням відповідає частота обертання колінчастого валу, що знижена на 5,2 % від номінальної. Такому значенню відповідає нове значення частоти обертання колінчастого валу $n'_{\text{ен}} = 91 \text{ хв}^{-1}$. Нове значення специфікаційної потужності ГД (табл. 1):

$$N'_{ен} = c_2 \cdot n'_{сн}{}^3 = 2379,15 \cdot (91/60)^3 = 8300 \text{ кВт},$$

де c_2 – постійний коефіцієнт, який визначимо із гвинтової характеристики для базового варіанту як $c_2 = N_{ен} / n_{сн}^3 = 9745 / 1,6^3 = 2379,15$.

Обмежувальні та гвинтові характеристики головного двигуна для пропонованого варіанту представлено на рис. 16. Результати розрахунку продуктивності теплообмінних апаратів для дефорсованого варіанту головного двигуна приведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Значення експлуатаційних показників головного двигуна та продуктивності теплообмінних апаратів (дефорсований варіант)

Ефективна потужність двигуна, (% SMCR)	Ефективна потужність двигуна, кВт	Оберти двигуна, хв ⁻¹	Кількість тепла, що відводиться до охолоджувальної води ГА ВТ контуру $Q_{в}$, кВт	Кількість тепла, що відводиться до масла $Q_{м}$, кВт	Кількість тепла, що відводиться ОПН $Q_{п}$, кВт	Різниця температури охолоджувальної води на вході і виході із ОПН, °С	Кількість тепла, що необхідно відвести ОПН $Q_{п}$, кВт	Кількість теплоти, що відводиться із ВГ $Q_{вг}$, кВт
100	8300	91,0	990	710	1949	12,0	3011	10970
95	7885	89,4	950	700	1949	12,0	2734	10461
90	7470	87,8	920	690	1949	12,0	2452	9923
85	7055	86,2	880	680	1949	12,0	2182	9490
80	6640	84,4	840	660	1787	11,0	1998	9024
75	6225	82,7	810	650	1711	10,5	1820	8596
70	5810	80,8	770	630	1552	9,6	1556	8129
65	5395	78,8	730	620	1415	8,7	1322	7693
60	4980	76,7	700	600	1283	7,9	1079	7268
55	4565	74,5	660	570	1170	7,2	880	6806
50	4150	72,2	620	550	1067	6,6	698	6345
55	3735	69,7	590	530	984	6,1	551	5905
40	3320	67,0	550	500	912	5,6	426	5395
35	2905	64,1	510	470	849	5,2	268	4845
30	2490	60,9	480	430	796	4,9	190	4562
25	2075	57,3	440	400	754	4,6	127	3914

Висновки. Порівняння результатів розрахунків вказує на збільшення діапазону потужності, що можливо використовувати ГД при русі судна в умовах тропічного клімату на 10 % при використанні його дефорсованого варіанту. За рахунок зміни встановлених показників режиму роботи ГД (SMCR) економію палива на режимах 60 % SMCR та 70 % SMCR для базового та пропонованого варіантів ГД можливо досягнути шляхом зменшення теплових втрат у ВТ контурі на 60 кВт, із відпрацьованими газами 495 кВт. Більш ефективну роботу можливо забезпечити для ОПН, що забезпечить збільшення відведення теплової потужності на 195 кВт. Таким чином, при зміні встановленої максимально тривалої потужності ГД та без втрати швидкості руху судна ($n = 80,8 \text{ хв}^{-1}$) можливо підвищити економічність ГД на 1,0 г/(кВт · год), що явно виражено розрахунками теплового балансу. Зменшення втрат теплової потужності в систему охолодження ГД складе для даного режиму навантаження 300 кВт. Додатково очікується зниження викидів CO₂ головною енергетичною установкою судна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Propulsion Trends in Bulk Carriers: Two-stroke Engines. MAN Diesel & Turbo, Copenhagen, Denmark, March, 2014.
2. Basic Principles of Ship Propulsion. MAN Diesel & Turbo, Copenhagen, Denmark, September, 2013.
3. MAN B&W S60ME-C8.2-TII. Project Guide Electronically Controlled Two-stroke Engines Edition 0.5, MAN Diesel & Turbo, Frederikshavn, Denmark, May, 2014.

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ЯКОСТІ ПАЛИВА НА ВАНТАЖНИХ СУДНАХ

Кушнір С. І., Маркін І. М.,

Національний університет кораблебудування, м. Миколаїв

Наукові керівники – Мітєнкова В. С., к.т.н., доцент, Сорокіна Т. М., викладач, к.т.н.

Кожного року в дію вступають більш жорсткі нормативи щодо викидів з суден. Для відповідності новим законодавчим вимогам судновласники вимушені використовувати відповідне очисне обладнання або змінювати нафтові палива на альтернативні, серед яких найбільш перспективним є природний газ, що найчастіше зберігається на судні у зрідженому вигляді. Тому використання зрідженого природного газу (ЗПГ) на транспортних суднах в якості палива для двигунів пропульсивних установок набуває особливої актуальності.

У 2017 р. кількість суден, де використовується зріджений природний газ (ЗПГ) як паливо, досягла 200, що на 23% більше, ніж у 2016 р. Розподілення між суднами, що знаходяться у експлуатації та будуються представлено на рис. 1. Загальна кількість суден на ЗПГ за рік зросла на 23% [1].

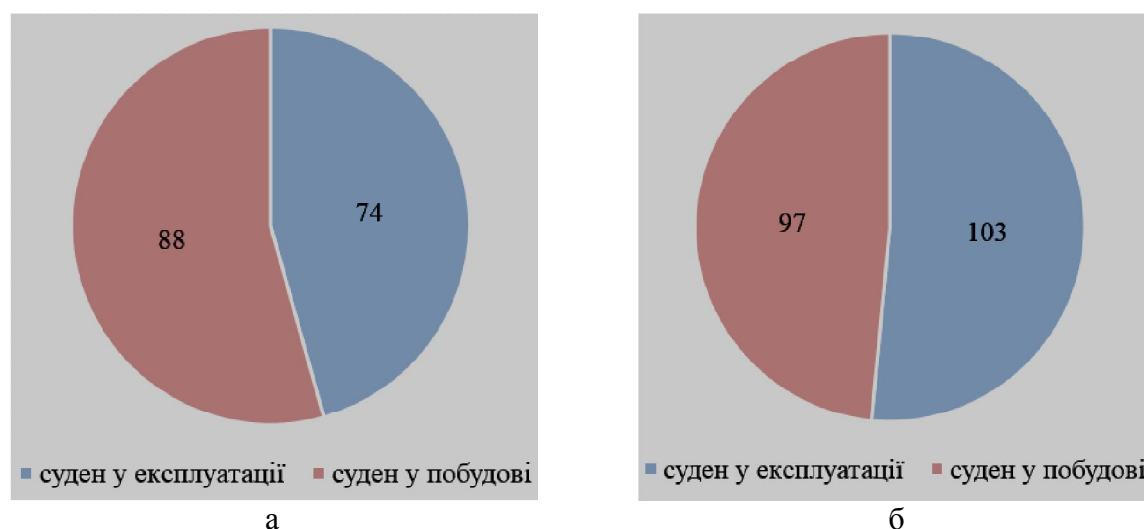


Рисунок 1 – Транспортні судна на ЗПГ, що знаходяться у експлуатації та побудові:
а – 2016 р.; б – 2017 р.

Основною причиною зростання кількості флоту на зрідженому природному газі є суттєве скорочення викидів у атмосферу порівняно із експлуатацією двигунів на нафтових паливах, що набуває особливої актуальності в світі нових жорстких вимог щодо викидів з суден. Так, з 2016 р. почали діяти обмеження по викидам оксидів азоту Tier III, використання палив з вмістом сірки понад 0,5% буде заборонено з 2020 р. в Європейському Союзі та з 2025 р. – в усьому світі, зниження викидів діоксиду азоту за рахунок введення індексу енергетичної ефективності (EEDI) судів стартувало з 2015 р [2-4].

Загалом кількість суден на ЗПГ як доля від світового флоту, виключаючи газовози, у 2017 р. склала відповідно 0,1% для вже спущених на воду та 2% від портфелю заказів суднобудівних компаній. Більша частина цих суден експлуатується у Європі (73%), де ще в 2000 р. Норвегія ввела в дію перше з них. Зі зниженням середніх цін на природний газ і введенням зон контролю емісії (ЕСА – emission control areas) у 2012 р. цей сегмент флоту почав зростати і у Північній Америці. У Азії експлуатується лише 11 суден технічного флоту на зрідженому природному газі. У інших регіонах світу є окремі приклади таких об'єктів водного транспорту. Більш детально описане вище розподілення наведено на рис. 1.2. Слід відмітити, що кількість суден, переобладнаних під використання природного газу складає лише 6% (11) від загальної кількості такого флоту, що обумовлено досить

значною вартістю конверсії, тому у портфелі заказів превалюють новобудови. Розподіл між типами суден станом на липень 2017 р. представлено на рис. 2 [5].

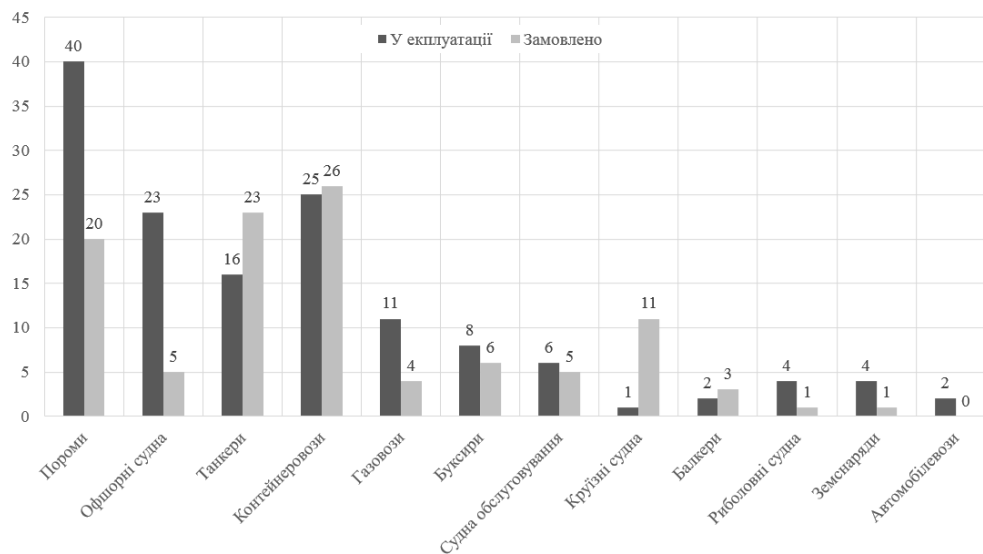


Рисунок 2 – Типи суден, що експлуатуються на зрідженому природному газі

Окрім питань розташування основного обладнання: двигунів, криогенних цистерн, іншого обладнання газової паливної системи, слід обґрунтувати економічну доцільність застосування ЗПГ порівняно з іншими варіантами зниження емісії, а також виявити можливість бункерування судна газовим паливом відповідно від прийнятої рейсової лінії.

Можна виділити наступні технічні питання (проблеми), які слід насамперед вирішувати при створенні нового судна або модернізації існуючого для роботи на зрідженому природному газі:

- способи здійснення бункерування, включаючи можливість заправки за допомогою спеціальних суден і додаткові вимоги щодо цього питання;
- варіанти розташування бункерувальної станції на судні;
- визначення оптимального тиску зберігання зрідженого палива;
- оптимізація простору, що займаються криогенні цистерні і додаткове обладнання газової паливної системи;
- встановлення додаткових систем: автоматизації, виявлення витоків газу, зберігання і постачання азоту;
- варіанти використання парової фази, що утворюється у криогенних цистернах протягом рейсу (регазифікація, спалювання у двигунах, котлах, тощо).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. LNG-fuelled fleet hits 200 ship mark [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.lngworldshipping.com/news/view,lngfuelled-fleet-hits-200-ship-mark_46977.htm.
2. Bergen hits target [Text]. // Marine Power and Propulsion (a oneyear subscription to The Naval Architect). – 2007. – p. 30.
3. Ro-Ro for the future [Текст]. // Propulsion. – 2008. – P. 10–12.
4. Implementing Energy Efficiency Design Index [Electronic resource]. – Mumbai: Indian Register of Shipping, 2015. – Mode of access: http://www.irclass.org/files/marine_publications/EEDI_2015.pdf.
5. LNG-Fuelled Fleet Existing & Orderbook update - IBC Asia [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.ibt-asia.com/system/files/speaker_presentations/ManonPoten%20%26%20Partners%2C%20LNG%20fuelled%20fleet%2C%20IBC%20LNG%20Bunkering%20Conference%2C%20Singapore%20July%202017.pdf.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СТІЙКІСТЮ СУДНА

Левченко В. В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Колебанов О. К., к.т.н., доцент кафедри суднового електрообладнання та засобів автоматики Херсонської державної морської академії

Вступ. Можливість судна перевозити вантажі загального призначення, поряд з вантажами насипного характеру розкриває перед судовласником, або чартером більш широкі можливості по вибору вантажу та отриманню прибутку. Однак під час експлуатації суден типу (General Cargo або Heavy Lift) появляється ряд проблем, які потрібно вирішувати. Однією з найактуальніших є автоматичний контроль за стійкістю судна під час завантаження та розвантаження, оскільки вантажі, що перевозяться, мають велику вагу, сипучість, схильність до самовільного переміщення, що впливає на стабільність судна, і може привести до серйозних аварій [1, 2].

Основна частина. Сьогодні існує декілька видів електромеханічних систем здатних автоматично утримувати судно паралельно відносно горизонту, із забезпеченням безпечних кутів нахилу. Такі системи отримали назву «Anti Heeling systems». Для утримання судна в заданому положенні потрібно перекачувати рідину між правим та лівим бортом. Найбільш поширеними є системи насосного перекачування, а також так звані повітряні системи, де рідина передавлюється за допомогою повітряних компресорів.

В системах автоматичної стабілізації та керування, виникає ряд проблем та характеристик, яким повинна відповідати система для забезпечення безперебійної роботи.

Причини що негативно впливають на надійність системи:

- велика кількість технологічно складних елементів системи;
- недостатня захищеність від впливу навколишнього середовища;
- економія на якості матеріалів в процесі проектування;
- недоліки і помилки при проектуванні, монтажі трубопроводів або виготовленні трубопроводів і арматури;
- порушення технологічного процесу, правил експлуатації системи;
- низький рівень підготовки обслуговуючого персоналу, халатне відношення до своїх обов'язків.

Враховуючи дані проблеми для проектування та встановлення на судно «BBC Thames» вибрана «Електромеханічна система керування стійкістю судна» на базі насосного перекачування рідини, між сполученими танками. Ця система складається з мінімальної кількості елементів, а також добре зарекомендувала себе в світовому суднобудуванні.

В процесі роботи зроблено наступне:

- проведено літературний огляд систем стабілізації стійкості судна, які на даний момент використовуються в світовому суднобудуванні;
- вибрано систему для стабілізації стійкості судна типу: «Heavy Lift» на базі насосного перекачування рідини, що на основі дослідженого матеріалу є найбільш надійною та ефективною.

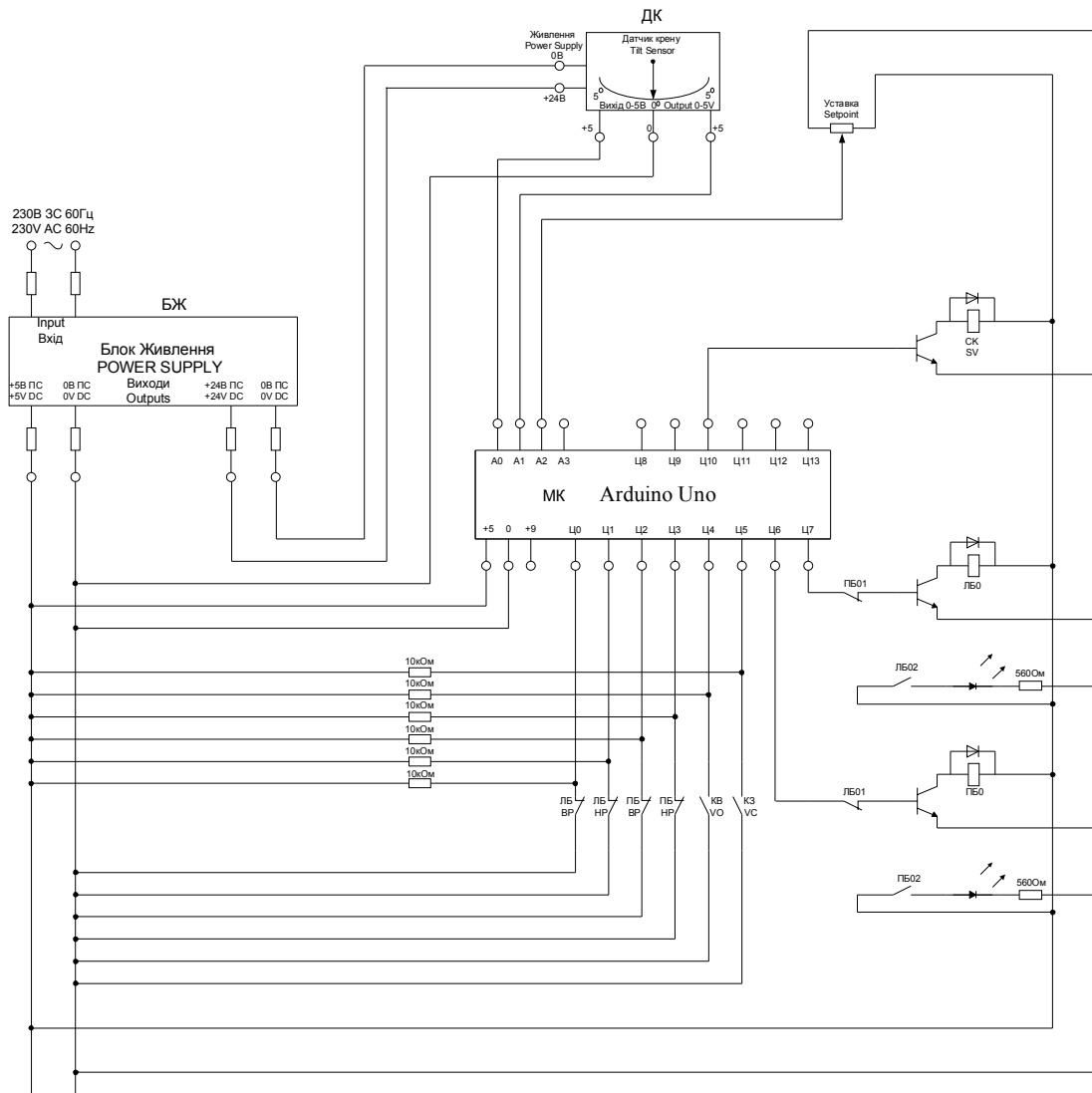


Рисунок 1 – Схеми керуванням баластної системи

Висновок. На основі технічних характеристик судна ВВС Thames, вибрано насос потрібної продуктивності, для перекачування баластної води між лівим та правим танками та розраховано потужність електроприводу для установки. Вибрані та описані елементи системи стабілізації стійкості судна з детальними характеристиками та рисунками.

На базі мікроконтролера Arduino Uno розроблено схему автоматичного контролю системою перекачування баластних вод між сполученими танками, лівого та правого борту судна. Описано мову програмування мікроконтролера та написано скетч (драйвер) керування системою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богословський. Суднові електроприводи. У двох томах – Л. : Суднобудування, 1983. – 730 с.
2. Михайлов В. А. Автоматизовані електротехнічні системи суден – Л. : Суднобудування, 1977. – 508 с.

ОПОЗИТНИЙ ПОРШНЕВИЙ ДВИГУН

Леньохін К. С.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Самарін О. Є., к.т.н., доцент

Вступ. Поршневий двигун внутрішнього згоряння представляє собою теплову машину, в якій хімічна енергія палива перетворюється в механічну роботу [1].

Під дією тиску газів виникає бічна сила, що притискає поршень до втулки циліндра та обумовлює появу підвищеної сили тертя. З урахування умов роботи циліндро-поршневої групи (висока температура, недостатнє змащення поверхонь, що труться), відбувається інтенсивне зношування як поршня, так і втулки циліндра, що зменшує строк служби двигуна.

Крім того, на подолання підвищеної сили тертя витрачається енергія палива, що зменшує потужність двигуна.

Відомі розробки поршневих двигунів внутрішнього згоряння, які не мають кривошипно-шатунних механізмів [2, 3]. Але вони недосконалі та мають малий строк служби.

З урахуванням масового використання поршневих двигунів внутрішнього згоряння проблема зменшення енергомісткості роботи двигуна, а також підвищення строку його служби набуває практичної значущості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо двотактний опозитний поршневий двигун, що складається з протилежно розташованих циліндрів з поршнями та кривошипно-шатунних механізмів [1]. (рис.1).

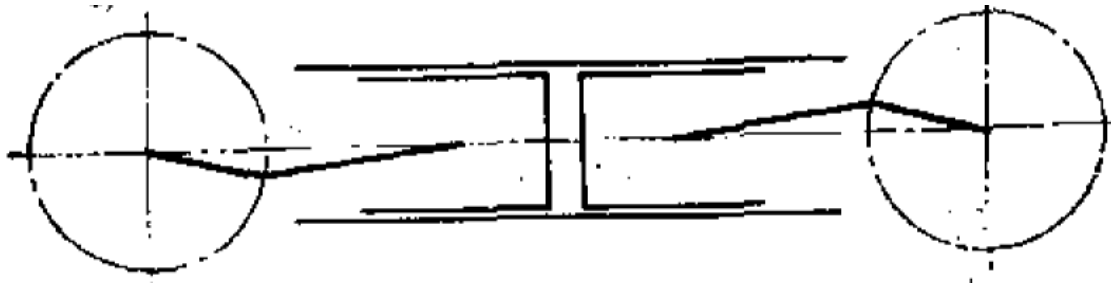


Рисунок 1 – Двотактний опозитний поршневий двигун

Недоліком такого двотактного опозитного поршневого двигуна є те, що сила, яка виникає при згорянні палива та діє на поршень, розкладається на дві складові – осьову силу, направлену уздовж шатуна, та нормальну силу, направлену перпендикулярно до осі циліндра.

Нормальна сила притискає поршень до циліндра та викликає його перекладку в процесі роботи двигуна. При цьому між поршнем та циліндром виникає сила тертя, яка призводить до підвищеного та нерівномірного зношування поршня та циліндра у напрямку дії нормальній сили. Особливо цей процес прискорюється в умовах підвищеної температури та недостатнього мащення у циліндрі, які виникають при роботі двигуна.

Крім того, підвищена сила тертя збільшує механічні втрати двигуна та зменшує його ефективну потужність.

Вказаний двигун передає потужність на два окремих колінчастих вала. Тому для передачі крутного моменту на один споживач необхідно встановлювати редукторну передачу.

Також відомим є двотактний опозитний поршневий двигун без кривошипно-шатунного механізму, що складається з протилежно розташованих циліндрів з поршнями, з'єднаними рейкою з двома рядами протилежно розташованих зубців [2,3]. (рис.2).

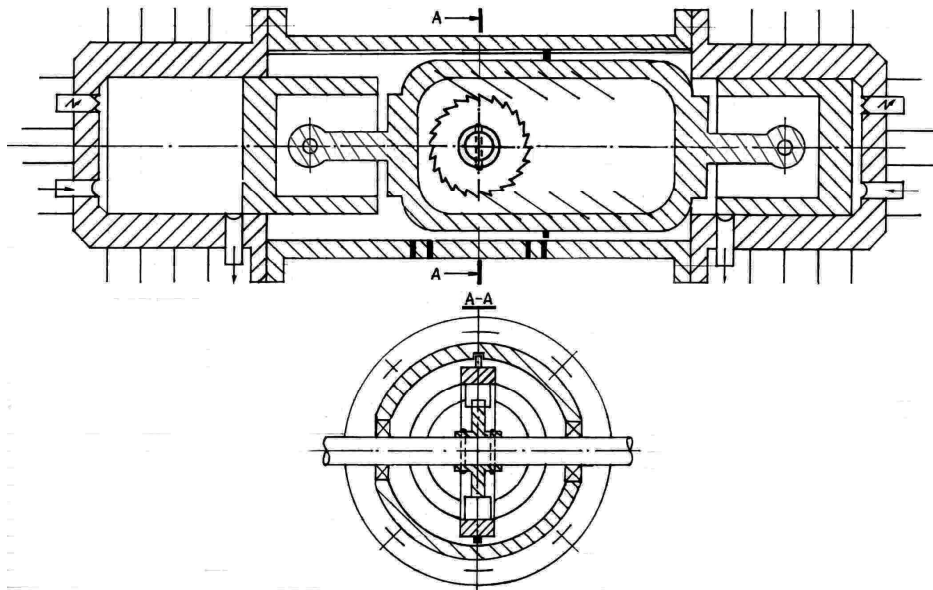


Рисунок 2 – Двотактний опозитний поршневий двигун без кривошипно-шатунного механізму

Недоліком такого двотактного опозитного поршневого двигуна є те, що сила, яка виникає при згорянні палива та діє на поршень, передається на шарнірно закріплені зубці. Шарнірні з'єднання отримують динамічне навантаження, зношуються та виходять з ладу. При цьому у зачепленні заходиться мала кількість зубців, що збільшує навантаження на них.

Робота зубчастого зачеплення відбувається в умовах підвищеного теплового навантаження, що погіршує мащення передачі і також знижує строк її роботоздатності.

У зв'язку із шарнірним кріпленням зубців передачі, двигун не може передавати значне навантаження і може використовуватись тільки у машинах невеликої потужності.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Як видно з проведеного аналізу, обидва розглянутих двигуна мають суттєві недоліки, а саме: зниження довговічності та потужності двигуна за рахунок дії в циліндрі нормальної сили, а також шарнірного кріплення зубців зубчастої рейки. Таким чином, задачі по підвищенню довговічності і потужності двигуна у рамках удосконалення наведених конструкцій не можуть бути виконані.

Мета та задачі проведення досліджень. Створити такий двотактний опозитний поршневий двигун, у якому сила, що виникає при згорянні палива у циліндрі та діє на поршень, передається через реєчну циліндричну зубчасту передачу на обгінну муфту та приводний вал.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести аналіз існуючих конструкцій опозитних двигунів та розрахувати основні кінематичні залежності запропонованого двигуна.

Рішення поставленої задачі. На рис. 3 показано запропонований двотактний опозитний поршневий двигун у трьох проекціях із зазначенням сил та моментів, що діють при робочому ході першого циліндра.

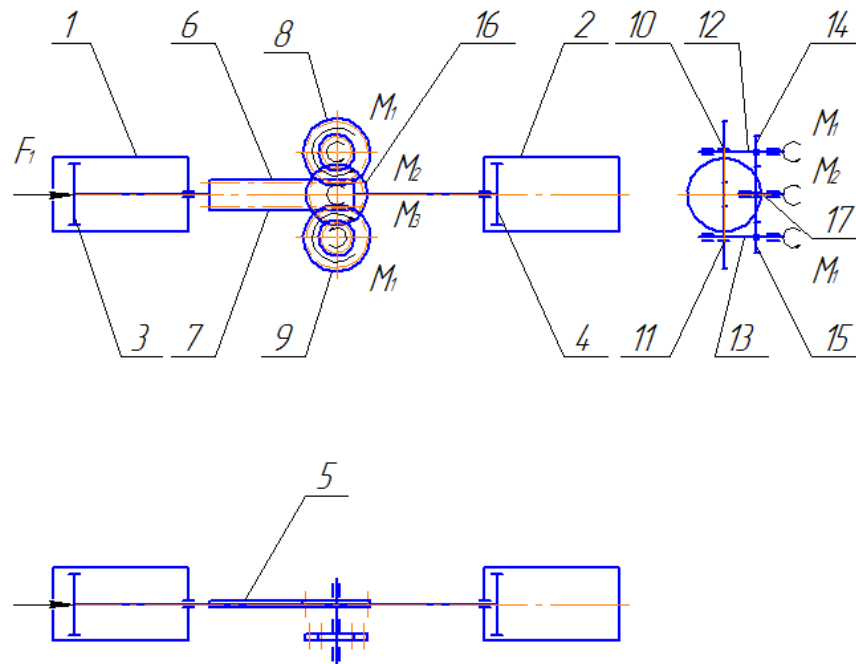


Рисунок 3 – Схема двотактного поршневого опозитного двигуна при робочому ході першого циліндра: 1, 2 – циліндри; 3,4 – поршні; 5 - зубчаста рейка; 6, 7 – зубці; 8, 9 – шестерні; 10, 11 - обгінній муфті; 12, 13 - вали; 14, 15 - додаткові шестерні; 16 - центральне зубчасте колесо; 17 - вал

На рис.4 показано запропонований двотактний опозитний поршневий двигун із зазначенням сил та моментів, що діють при робочому ході другого циліндра.

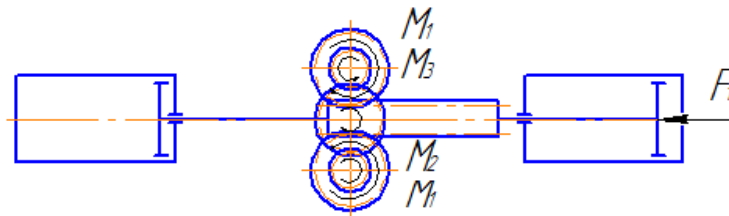


Рисунок 4 – Схема двотактного поршневого опозитного двигуна при робочому ході другого циліндра

Запропонований двотактний опозитний поршневий двигун складається з протилежно розташованих циліндрів 1 та 2 з поршнями 3 та 4, з'єднаними зубчастою рейкою 5 з двома рядами протилежно розташованих зубців 6 та 7, кожен з яких знаходиться у зачепленні з шестернею 8 або 9, закріпленою на окремій обгінній муфті відповідно 10 та 11, встановленій на валу відповідно 12 та 13 (рис.3).

Обгінні муфти 10 та 11 мають протилежний робочий та вільний хід.

На валах 12 та 13 жорстко закріплено додаткові шестерні відповідно 14 та 15, які заходяться у зачепленні з центральним зубчастим колесом 16, встановленим на окремому валу 17.

Двотактний опозитний поршневий двигун працює наступним чином.

При згорянні палива в циліндрі 1 виникає сила F_1 , що діє на поршень 3 та переміщує його разом із зубчастою рейкою 5 уздовж осі циліндра.

Ряди зубців 6 взаємодіють з шестернею 8 та створюють крутний момент M_1 , який обертає обгінну муфту 10, встановлену на робочий хід, разом з валом 12 та шестернею 14,

що взаємодіє з центральним зубчастим колесом 16 та обертає його разом з валом 17, створюючи крутний момент M_2 .

При цьому центральне зубчасте колесо 16 взаємодіє з шестернею 15 та передає на вал 13 крутний момент M_1 . Так як обгінна муфта 11 встановлена на вільний хід, крутний момент M_1 з валу 13 на неї не передається.

Одночасно ряди зубців 7 взаємодіють з шестернею 9 та створюють крутний момент M_3 , рівний за значенням, але протилежний за напрямком моменту M_1 , який обертає обгінну муфту 11. Так як обгінна муфта 11 працює на вільний хід, крутний момент M_3 валу 13 та шестернею 15 не передається.

При цьому поршень 3 через зубчасту рейку 5 переміщує поршень 4 у крайне положення, стискаючи чисте повітря.

Після подачі палива у циліндр 2 виникає сила F_1 , що діє на поршень 4 та переміщує його разом із зубчастою рейкою 5 уздовж осі циліндра у зворотному по відношенню до першого такту напрямку.

Ряди зубців 7 взаємодіють з шестернею 9 та створюють крутний момент M_1 , який обертає обгінну муфту 11, встановлену на робочий хід, разом з валом 13 та шестернею 15, що взаємодіє з центральним зубчастим колесом 16 та обертає його разом з валом 17, створюючи крутний момент M_2 .

При цьому центральне зубчасте колесо 16 взаємодіє з шестернею 14 та передає на вал 12 крутний момент M_1 . Так як обгінна муфта 10 встановлена на вільний хід, крутний момент M_1 з валу 12 на неї не передається.

Одночасно ряди зубців 6 взаємодіють з шестернею 8 та створюють крутний момент M_3 , рівний за значенням, але протилежний за напрямком моменту M_1 , який обертає обгінну муфту 10. Так як обгінна муфта 10 працює на вільний хід, крутний момент M_3 валу 12 та шестернею 14 не передається.

При цьому поршень 4 через зубчасту рейку 5 переміщує поршень 3 у крайне положення, стискаючи чисте повітря.

Основна кінематична залежність у реєчній передачі має вигляд [4].:

$$v_p = 0,5\omega_1 m_t z_1 = \frac{\pi}{60} m_t z_1 n_1 \quad (1)$$

де v_p - швидкість поступального руху рейки 5, мм/с;
 ω_1 - кутова швидкість шестерні 8, закріпленій на муфті 10, c^{-1} ;
 m_t - окружний дільний модуль зубців шестерні 8, мм;
 z_1 - кількість зубців шестерні 8, закріпленій на обгінній муфті;
 n_1 - частота обертання шестерні 8, m^{-1}
Середня швидкість руху поршня дорівнює:

$$v_{cp} = \frac{S}{t} \quad (2)$$

де S – хід поршня від верхньої до нижньої мертвої точки, мм;
 t – час ходу поршня, с.

З урахуванням того, швидкість зубчастої рейки v_p дорівнює середній швидкості руху поршня v_{cp} , прирівняємо вирази (1) і (2) та отримаємо частоту обертання шестерні 8, закріпленій на обгінній муфті 10:

$$n_1 = \frac{60S}{\pi m_t z_1} \quad (3)$$

Виходячи з кінематики механізму, частота обертання валу 17 буде дорівнювати:

$$n_2 = n_1 \frac{z_2}{z_3} \quad (4)$$

де z_2 – кількість зубців шестерні 14, закріпленій на валу 12;
 z_3 – кількість зубців центрального зубчастого колеса 16, закріпленого на валу 17.
Підставимо вираз (3) у формулу (4) та отримаємо кінцевий вираз:

$$n_2 = \frac{60S z_2}{\pi t m_t n_1 z_1 z_3} \quad (5)$$

Висновки та рекомендації Виконання зубців на зовнішніх гранях рейки і зачеплення кожного ряду зубців з шестернею, закріпленою на окремій обгінній муфті, встановленій на валу, дозволяє забезпечити постійне зачеплення зубчастої рейки з шестернею, а передачу крутного моменту на вал забезпечити через окрему обгінну муфту, що зменшить динамічне навантаження на зубці передачі.

Встановлення обгінних муфт з можливістю протилежного робочого та вільного ходу дозволяє передавати крутний момент на окремі вали з обгінними муфтами по черзі у відповідності з робочими ходами поршнів.

Жорстке закріплення на кожному валу з обгінною муфтою додаткової шестерні, яка заходиться у зачепленні з центральним зубчастим колесом, встановленим на окремому валу, дозволяє по черзі передавати крутний момент з кожної шестерні на центральне зубчасте колесо та забезпечити його обертання в одному напрямку.

Запропоноване технічне рішення дозволить підвищити надійність двотактного опозитного поршневого двигуна завдяки жорсткому виконанню зубців на зубчастій рейці та застосуванню спеціальної обгінної муфти.

Двигун має підвищену потужність і компактну конструкцію. Він може використовуватись у машинах, що мають з обмежений моторний відсік, але вимагають значного крутного моменту на вихідному валу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кане А.Б. Судовые двигатели внутреннего сгорания: Учебник. - Л.: Судостроение, 1982. -288 с.
2. Urkunde über die Eintragung des Gebrauchsmusters «Zweitakt-Boxermotor ohne Kurbeltrieb», Nr.20304487.8, IPC F02B 75/32.
3. Urkunde über die Eintragung des Gebrauchsmusters «Verbrennungsmotor», Nr.202005004680.9, IPC F02B 15/00.
4. Гинзбург Е.Г., Голованов Н.Ф., Фирун Н.Б., Халевский Н.Т. Зубчатые передачи: Справочник. – Л: Машиностроение, 1980. – 416 с.
5. Пат. 104286 Україна, МПК F01B 13/00. Двотактний опозитний поршневий двигун/ Самарін О.Є.; заявник і патентовласник Херсонська державна морська академія – № u2015 06143; заявл. 22.06.2015; опубл. 25.01.2016, Бюл. №2

ADVANTAGES OF SCRUBBERS' INSTALLATION ON SHIPS OF THE MERCHANT FLEET

Litusenko S., Shikolenko O.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisor – Grishko Y., teacher of English language

Introduction. In recent years we all have become eyewitnesses of catastrophes caused by global changing of climate. Typhoons, storms, global warming, appearing of smog, acid rains, destruction of ozone layer, increasing number of death from cancer – all of them are caused by harmful influence of humanity. Marine industry is one of the biggest contaminant of atmosphere and hydrosphere. During thousands of voyages, ships around the world produce hundreds of thousands of tons of noxious substances which have great impact on Earth ecological condition and health of people around the world. The most dangerous components of exhaust gases from vessels are sulfur dioxide and nitrogen oxides, because through chemical reactions in the air they may be converted into sulfuric acid, nitrate aerosols and other harmful substances. In this article we want to describe our scientific research, where we investigate advantages and constructive peculiarities of scrubbers. And as we found out it's one of the most perspective and rational way to reduce emission of harmful components in comparison with others like using low-sulfur fuel.

Main Body. It seems that usage of low-sulfur fuel is the best and the easiest way to solve that problem, but ship's fuel consumption is too big and that type of fuel is expensive one, so because of these profit from shipping may decrease several times. Another problem is that areas outside ECA/SECA must decrease sulfur level by 0.5% until 2020[1]. So if all ship owners started to use low-sulfur fuel, its price would increase according to law of economic. Based on these statements we may understand that in comparison with low-sulfur oils the most profitable way is scrubbers installation. It allows reducing the sulfur and nitrogen emission from air and efficiency of course depends on the type of ship.

Scrubbers are the group of control devices which remove some particles and gases from exhaust streams [2]. There are different varieties of scrubbers, depending of air pollutants which they reduce and cleaning body. It is NO_x and SO_x, NO_x include EGR(Exhaust Gas Recirculation) and SCR(Selective Catalytic Reduction). SO_x scrubbers are divided into Dry and Wet.

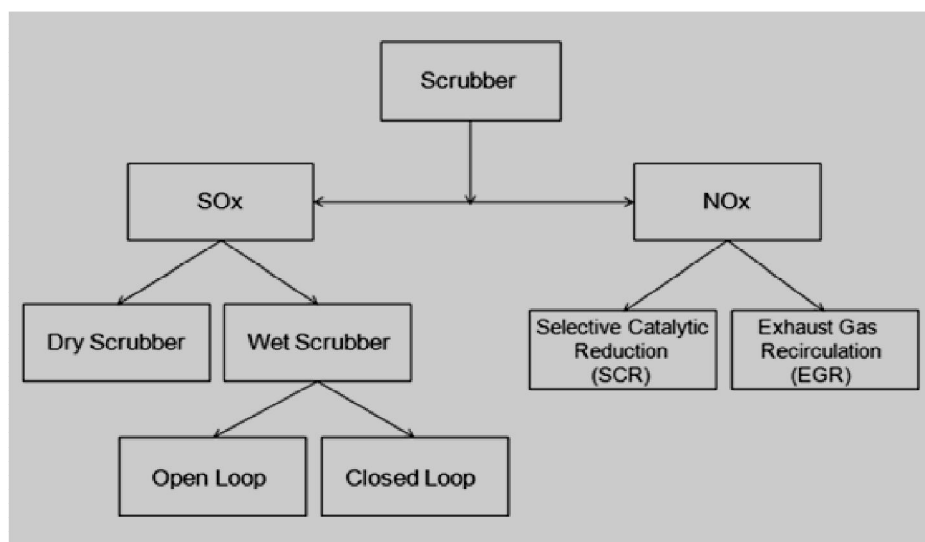


Figure 1

Dry scrubbers have specific and difficult construction and require complicated maintenance so it isn't widely implemented. Construction of wet scrubbers differs greatly, and it depends on the way of spraying water.

The simplest type is Spray Towers where gas streams are fed into a chamber and contacted with scrubbing liquid produced by spray nozzles and the droplet size is controlled to optimize particle contact and droplet separation from the gas stream [3].

Packed bed or packed tower scrubbers are chambers which contain one or more layers of packing material to increase gas-liquid contact [3], such as Raschig rings, spiral rings, or Berl saddles and gas streams enter the bottom of the chamber and flow upward or horizontally through the packing as scrubbing liquid is distributed uniformly to the packing material [4].

Centrifugal scrubbers (Cyclone spray chambers) are similar because they combine the capture techniques of cyclones and spray towers, gas streams typically enter the chamber tangentially at high speeds but the peculiarity is that the high speeds induce cyclonic action, and the centrifugal force promotes droplet separation, allowing the use of a smaller droplet size increase collection efficiency[3].

Venturi scrubbers have another shape which is called a venturi shaped chamber with liquid sprayed into the flow upstream of the tube throat. Active dust absorption by the liquid droplets occurs as the gas accelerates relative to the liquid in the convergent section of the venturi[5]. Orifice scrubbers are similar to venturi scrubbers but it has another shape in which the gas stream flows at high velocity through a narrow section to atomize the liquid into droplets[3].

Scrubbers have 3 type of circulating of water: open loop, closed loop and hybrid which combine previous types. The open loop scrubber system uses seawater and its natural alkalinity for cleaning the exhaust. The exhaust gas enters the scrubber and is sprayed with seawater. The sulfur oxide of the exhaust gas reacts with the water and forms sulfuric acid. The system does not need any caustic soda. This scrubber system can be used in most parts of the oceans where alkalinity levels are sufficient[6].

The closed loop scrubber system works continuously in a closed loop, circulating the wash water within the scrubber. The exhaust gas of the diesel engine enters the scrubber and is sprayed with wash water that has been saturated with an alkali, for example caustic soda or magnesium oxide. The sulfur oxide of the exhaust gas reacts with this solution and binds as a salt; the sulfur oxide is neutralized. The leaned exhaust gas exits the scrubber through a demister. The dirty water is filtered and sludge is collected in a tank. This system is used in harbors and in water with low alkalinity levels like the Greater Sea areas. The tanks with the sludge and collected water can be discharged at harbors offering waste management systems[6].

Hybrid systems can switch to either system (open or close) depending upon the area of operation. During staying in port and maneuvering of vessel closed loop system can be used and in open sea open loop system is more effective because there is a limited space to store effluents [7].

All wet scrubbers must be constructed according to these main constructive principles:

- Strategically configured exhaust gas inlet and scrubber drainage to eliminate any potential water backflow to the engine[8].;
- Eliminated circulation water storage from bottom of scrubber vessel to a separate tank at a lower elevation to reduce weight at the higher elevations, improving stability[8].;
- Folding body which allows maintaining sprayers and cleaning their nozzles from contamination[8].;
- Metallic construction (external /internal) extends the life of the system, prevents corrosion by usage stainless metals and allows the exhaust gas to travel through the scrubber system in dry conditions, without a bypass in areas of the world where scrubbing has not been needed yet. Metal is stainless to prevent corrosion[9].;
- Construction which allows easy replacing of wearing out parts such as inner body which is under influence of high pressure, temperature and corrosive substances[8].;
- System of emergency shutdown of water supply in cases of leakage[8].;
- Sludge removal device[10].;

In conclusion, using scrubber system on board of ship is the most efficient and profitable way to solve a variety of problems concerned to high content of SO_x and NO_x in marine oils. Moreover, they are able to remove other pollutants such as small solid particles and other substances in gases. In addition, scrubbers allow to operate fumes without risk of explosion and provide cooling of hot gases and gas absorption in a single unit. As a matter of fact, marine scrubbers may be used in different seas and ocean, where alkalinity of water is diverse and they can be installed on each type of vessel. The basic requirement for installation of scrubber on vessel is availability of enough space to place it, so on some ships of old construction it can't be set properly and can't allow crewmembers to maintain it and other machinery in engine room. Setting of scrubber gives ship-owner bigger benefits than usage of low-sulfur oil. According to them, speed of payback only depends on size of vessel and number of voyages, in any case installation of scrubber is a great solution which will save hundreds of lives and protect environment.

LIST OF USED LITERATURE

1. <http://mrc.org.ua/flue-gas-cleaning-systems/239-scrubber-for-cleaning-of-flue-gases-from-dust>
2. Cooper, C. D., & Alley, F. C. (2011). Air pollution control: A design approach. (4 ed.). Long Grove, IL: Waveland Press, Inc.
3. Air quality assessment and management: a practical guide/Owen Harrop p. cm. – (Clay's library of health and the environment) - TD890.H37 2002 628.5'3–dc21 2001042024
4. <http://www.thermopedia.com/content/1112/>
5. <https://www.vdm-metals.com/en/marinescrubbers/>
6. SCRUBBER TECHNOLOGIES (Open-Closed, hybrid, single or multi-stream) – Stavros Hatzigrigoris – Paraschos Liadis – November 14 2017
7. Marine Log August 2018 – Magazine
8. <https://www.croceanx.com/delivering-on-the-preferences-of-the-marine-industry/>
9. https://www.venti-oelde.com/uploads/tx_sbdownloader/nassentstaub-15-en.pdf

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВ НА СУДНАХ

Масько С. А., Палій С. А.

*Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова (м. Миколаїв)*

Науковий керівник – Мітенкова В. С., к.т.н., доцент

Сучасний морегосподарський комплекс України відчуває серйозні проблеми з нафтовими паливами, тому виникає необхідність пошуку, впровадження й ефективного використання альтернативних палив (АП) у судновій енергетиці. Перспективною альтернативою на сьогоднішній день є біодизельні палива (БД) для малотоннажних суден прибережного й внутрішнього районів плавання.

Це обумовлюється наступними чинниками:

- паливо виробляється в промислово значущих об'ємах;
- воно пристосовано для спалювання в судновому енергетичному устаткуванні;
- воно не токсично, внаслідок його використання знижується рівень шкідливих викидів з суден (підвищується екологічна ефективність), крім того є відновлюваним;
- його вартість корелюється з вартістю традиційних морських палив;
- існує позитивний досвід застосування даного палива на суднах.

При аналізі можливості застосування АП на судні необхідно оцінити їх вплив на такі елементи суднової енергетичної установки (СЕУ): на паливну систему (можливість здійснення бункерування, необхідність модернізації схем існуючих паливних систем, особливості зберігання і підготовки палив, раціональні параметри устаткування для підготовки палив); на двигун (ефективні показники роботи, екологічні параметри, особливості протікання робочого процесу); на енергетичну установку в цілому (визначити, які показники СЕУ і яким чином залежать від обраного палива, встановити характер та форми представлення комплексного показника ефективності).

БД за багатьма своїми фізико-хімічними характеристиками близькі до дизельних нафтових палив (ДП), тому при використанні їх на судні можливо застосовувати стандартне обладнання паливних систем та спалювати їх у звичайних дизельних двигунах. В той же час, для забезпечення ефективної роботи на чистих біодизельних паливах (В100) та їх сумішах, проектування та експлуатацію СЕУ потрібно здійснювати з урахуванням специфічних особливостей цього відновлюваного альтернативного палива.

В100 або його суміші в різних пропорціях з ДП використовують на невеликих та середніх суднах прибережного або внутрішнього району плавання (пороми, пасажирські, круїзні, риболовецькі, дослідницькі судна, поліцейські катери та судна берегової охорони, яхти) [1]. У Франції біодизельне паливо використовують як добавку, в кількості 30 %, до палива для суден військово-морського флоту, є проект використання сумішевих палив і для військових кораблів у Великій Британії [2]. У США та Канаді на водному транспорті широко застосовується паливо В20 [3]. У Новій Зеландії побудовано судно «Earthrace», що працює лише на біопаливі [4]. На біодизельному паливі та його сумішах працюють двигуни таких виробників як Cummins, Caterpillar, Wärtsilä, MAN B&W Diesel, John Deere. Ці компанії офіційно заявили про свої наміри поширювати подальше використання БД та представили рекомендації щодо особливостей експлуатації двигунів на цьому паливі [5].

Урядом Канади був успішно реалізований проект BioMer по використанню чистого біопалива та його сумішей з дизельними паливами на круїзних суднах у Квебеку [6]. На сьогоднішній день це найбільш масштабний проект, пов'язаний з дослідженням основних параметрів суднового обладнання при застосуванні БД.

Оскільки БД за своїми характеристиками досить близьке до ДП, основні задачі визначення раціональних параметрів обладнання паливних систем СЕУ при використанні цього палива наступні:

- виділити основні характеристики паливних систем, які будуть змінюватися;
- визначити змінення даних характеристик у разі використання в системах В100 з різної сировини, різних зразків В100 з однієї сировини, сумішей з низьким вмістом БД (до 20 %), сумішей з вмістом БД від 20 до 100 %.
- на основі аналізу отриманих даних надати рекомендації щодо визначення характеристик паливних систем.

В процесі дослідження визначалися наступні характеристики основного обладнання паливних систем: маса та об'єм запасів палива на рейс, потужність приводів насосів перекачування палива, швидкість фільтрації та сепарації. Проведено співставлення характеристик систем при використанні В100 з різної сировини, чистого біодизельного палива з однієї сировини різних зразків, сумішей з низьким вмістом БД (до 30 %) та вмістом від 20 до 100 %. Розрахунки проводилися згідно з матеріалами, представленими в [7-9].

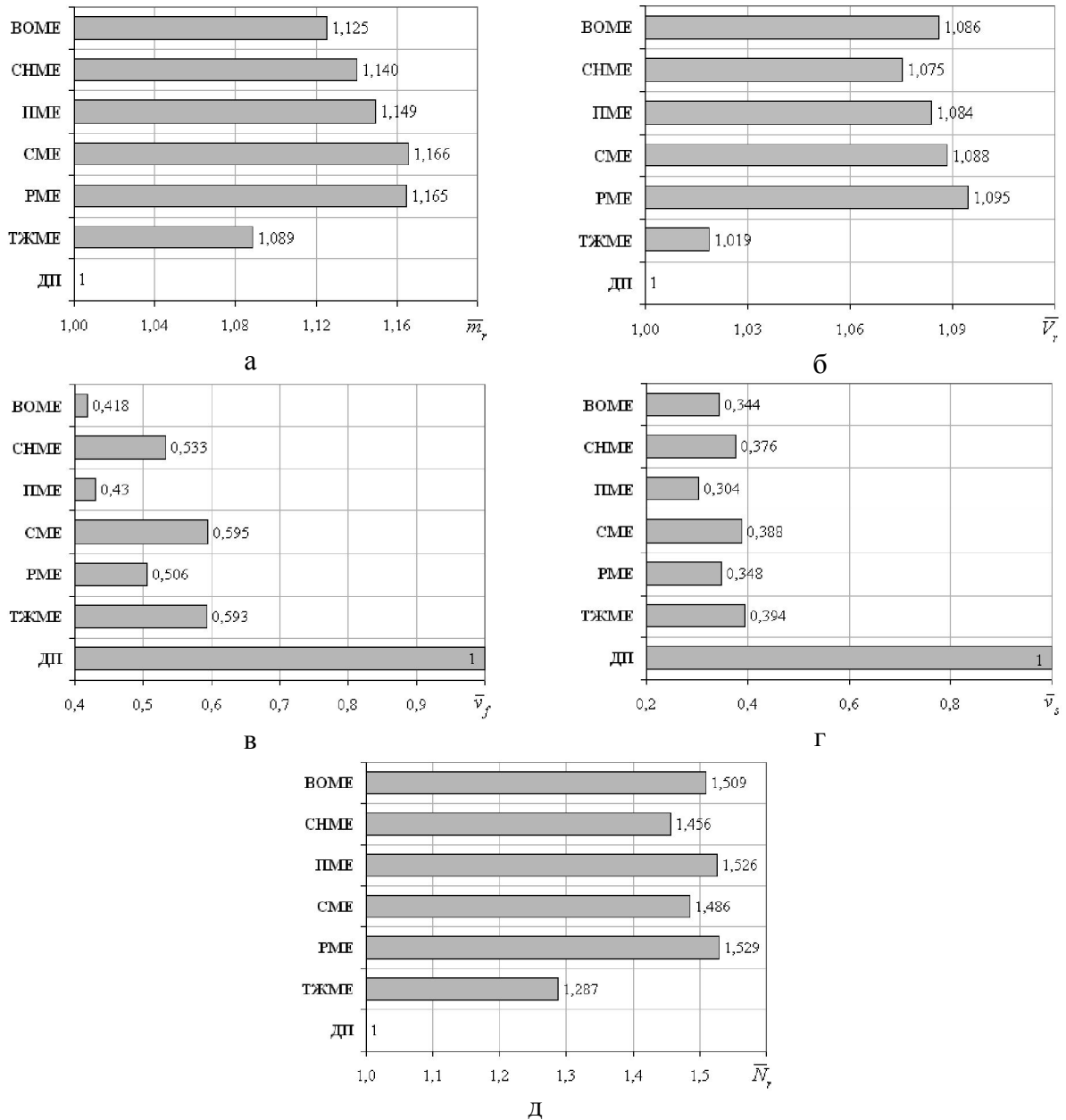


Рисунок 1 – Характеристики паливних систем СЕУ при використанні дизельного палива та біодизельного з різної сировини:

а – відносна маса запасів палива; б – відносна ємність паливних цистерн; в – відносна швидкість фільтрації; г – відносна швидкість сепарації; д – відносна потужність приводу насоса перекачування

На рис. 1 наведені отримані результати для таких палив: ДП, метиловий ефір з тваринного жиру (ТЖМЕ), ріпаково-метиловий ефір (РМЕ), соєво-метиловий ефір (СМЕ), пальмово-метиловий ефір (ПМЕ), соняшниково-метиловий ефір (СНМЕ), метиловий ефір використаної кухарської олії (ВОМЕ). Фізико-хімічні характеристики біодизельних палив, які являють собою метилові ефіри жирних кислот, приймалися відповідно до даних, представлених в [10]. для ТЖМЕ, СМЕ, ПМЕ та СНМЕ, в [11]. для ВОМЕ та РМЕ. Дані наведені у відносному вигляді, за одиницю прийняті відповідні значення для ДП. Аналіз наведених матеріалів свідчить про те, що в залежності від вихідної сировини потрібна маса палива може збільшуватися майже на 17 %. Потрібний відносний об'єм паливних цистерн – на 10 %, що пов'язано з меншою теплотою згоряння біодизельних палив. Для перекачування В100 потрібна потужність насосів може збільшуватися до 50 %. Швидкість фільтрації може зменшуватися до 2,5 разів, сепарації – майже втричі.

Визначалися зміни відносних характеристик паливних систем при використанні палив із вмістом БД від 0 (чисте ДП) до 100 % (В100). Показники визначалися при використанні ДП з низьким вмістом сірки та біодизельного палива з сої для двох зразків, Для першого зразка були взяті ДП з цетановим числом 47,1 та В100 із цетановим числом 55, для другого – з 43,5 та 51,1, відповідно. Для даного варіанту характеристики паливної системи пропорційно змінюються у залежності від концентрації біодизельного палива в суміші та мають практично лінійну залежність. Відносна маса запасів палива збільшується майже на 16 %, об'єм паливних цистерн – на 10 %, потужність приводів насосів – майже на 50 %, швидкість фільтрації та сепарації зменшуються на 35...40 % та 50...55 %, відповідно.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що характеристики паливних систем для біодизельного палива залежать від вихідної сировини, вмісту БД в суміші, фізико-хімічних показників.

Результати аналізу проведених розрахунків паливних систем СЕУ для біодизельних палив дозволили визначити рівень раціональних параметрів паливних систем СЕУ при проектуванні та підборі обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбов В. М. Аналіз досвіду використання альтернативних палив на судах / В. М. Горбов, В. С. Мітенкова // Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: матеріали Міжнародної науко-практичної конференції. – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту, 2009. – Т. 4. – С. 49–53.
2. Scott R. UK biodiesel study fuels debate on the practicalities for naval vessels [Electronic resource]. / R. Scott. – Jane's International Defence Review, 2008. – vol. 41. – June. – Режим доступу: http://www.bmtdsl.co.uk/BMT/bmt_media/bmt_media/33/ArticlefromJanesCJanesInfoGroup.pdf.
3. Hendrix M. L. Deep Fat in the Tank Marine Biodiesel makes headway in Maine [Electronic resource]. / M. L. Hendrix // The working Waterfront. – 2007. – July. – Режим доступу: <http://www.workingwaterfront.com/articles/Deep-Fat-in-the-TankMarine-Biodiesel-makes-headway-in-Maine/11740/>.
4. Кругосветка на биотопливе // Судостроение. – 2007. – № 5. – С. 66–67.
5. A biological CAT // MER. – 2007. – September. – P. 24.
6. BioMer: Biodiesel demonstration and Assessment for tour boats in the Old Port of Montreal and Lacine Canal National Historic Site. Final report. – Québec, 2005. – 67 p.
7. Системы судовых энергетических установок: учеб. пособие/ Артемов Г. А., Волошин В. П., Шквар А. Я., Шостак В. П. – Л.: Судостроение, 1990. – 376 с.

8. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. Ч. 1: Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. – М.: Химия, 1995. — 400 с.
9. Коротаяев Ю. П. Эксплуатация газовых месторождений / Ю. П. Коротаяев. – М.: Недра, 1975. – 415 с.
10. Clements D. L. Blending rules for formulating biodiesel fuel [Electronic resource]. / D.L. Clements. – University of Nebraska, 1996. – p. 44-53. – Режим доступа: http://www.biodiesel.org/resources/reportsdatabase/reports/gen/19960101_gen-277.pdf.
11. Lebedevas S. Research into the application of biodiesel in the transport sector of Lithuania / S. Lebedevas, A. Vaicekauskas // TRANSPORT – 2006. – V. XXI. – № 2. – P. 80–87.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНОГО ВІТРОГЕНЕРАТОРА ЯК АВАРІЙНОГО ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ

Нарожний І. О., Подоляк С. В.

Херсонська філія Національного університету кораблебудування
Науковий керівник – Шевченко В. В., к.т.н, професор

Вступ. Існує велика кількість вітроустановок різного конструктивного виконання, що відрізняються розташуванням осі обертання лопат (горизонтальна, вертикальна, нахилена), кількістю й формою лопат (одна, дві, три і більше), потужністю (від десятків до декількох МВт), конструкцією електрогенераторів і т.д. і т.п. [1]. Конструкції таких вітроустановок не відповідають вимогам Регістру.

На основі виконаних досліджень для морських суден, найбільш прийнятна конструкція вітрогенератора коливального типу.

Основна частина. На основі виконаних досліджень альтернативних джерел енергії для впровадження на морських суднах найбільш прийнятна конструкція вітрогенератора коливального типу [2]. Ефективність перетворення кінетичної енергії вітру в механічну енергію повинна бути якомога ближче до межі Беца [3]. У зв'язку з цим щогла вітрогенератора є жорсткою частиною структури, яка безпосередньо взаємодіє з вітром. Як показано нижче, ми можемо досягти синхронізованого вихроутворення уздовж всієї щогли, шляхом зміни діаметра в залежності від висоти. Таким чином, перпендикулярні сили до напрямку руху вітру працюють в фазі разом, досягаючи більшої продуктивності, ніж якби вони цього не робили.

Характеристична довжина циліндричних структур, бере значення з діаметру структури. Цей підхід добре працює для діаметра статичної структури, але зі структурами, коливаннями яких не можна знехтувати, більше підходить такий варіант

$$\Phi = D + a \cdot X, \quad (1)$$

де характеристична довжина Φ це сума діаметра щогли і амплітуди її коливань X , помноженої на коригувальний коефіцієнт, що залежить від числа Рейнольдса. Правильне корегування цього коефіцієнта дозволяє впорядкувати вихревий потік.

Припустимо що гнучкий стрижень довільної довжини L (рис. 1) з'єднує верхню частину щогли і палубу судна. Приймаючи щоглу як тверде тіло, здатне осцилювати малі кути, можемо припустити, що амплітуда коливань X на висоті $y=L/2$ дорівнює нулю [4]. В цьому положенні характеристична довжина відповідно до рівняння (2) відповідає діаметру щогли $\Phi=D(L/2)=d$ і частота вихроутворення f при швидкості вітру $v_{\infty}(L/2)$ дорівнює

$$f = \frac{S_t \cdot v_{\infty}(\frac{L}{2})}{d}. \quad (2)$$

У будь-якій іншій ділянці щогли, де значення коливань не є значним, частота вихорів дорівнює

$$f(y) = \frac{S_t \cdot v_{\infty}(y)}{D(y) + a \cdot X(y)} \quad (3)$$

де $v_{\infty}(y)$ і $X(y)$ – швидкість рідини і амплітуда коливань щогли на кожній висоті y , відповідно. Отже, H – відстань між наземним якорем гнучкого стрижня і найвищою частиною пристрою. Якщо зсув u в верхній частині пристрою в γ разів більше ніж в самій нижній частині, результатом буде

$$X(y) = \frac{y-L/2}{H-L/2} \cdot \gamma \cdot d. \quad (4)$$

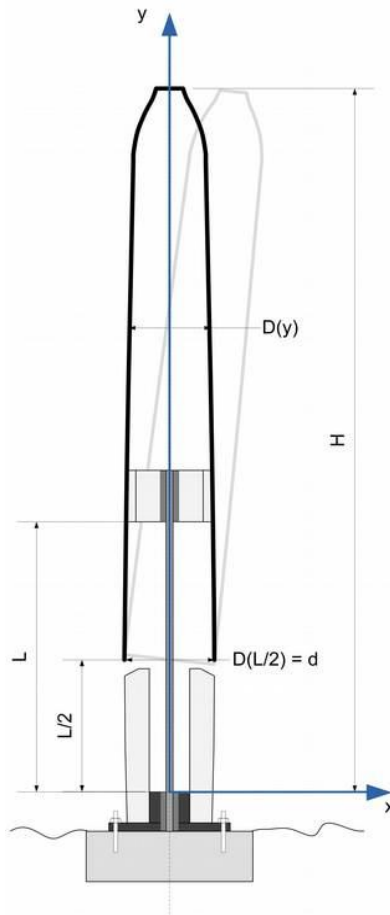


Рисунок 1 – Зміна діаметру щогли в залежності від довжини

Так як частота вихороутворення однакова по всій довжині щогли, ми в результаті отримуємо

$$D(y) = d \cdot \frac{v_{\infty}(y)}{v_{\infty}\left(\frac{L}{2}\right)} - a \cdot X(y). \quad (5)$$

Правильна оцінка градієнта швидкості, включаючи ефект розриву в найвищій частині щогли, повинна служити для того щоб знайти загальну частоту вихороутворення уздовж всієї довжини щогли. Для того щоб отримати бажаний резонанс, ця частота повинна збігатися з нормальною частотою коливань всієї структури.

Збільшення швидкості вітру призводить до збільшення амплітуди коливань. У міру збільшення амплітуди коливань, потенційна енергія накопичена на вигині, росте швидше, порівняно з тим як вона би росла в лінійній пружині, тому частота коливань всієї системи зростає.

Висновки

1. Оскільки коливання пристрою дуже близько до кантілеверу, рекомендується використовувати матеріали з сильним електромеханічним зв'язком.

2. Якщо стійкість до втоми та щільність потужності матеріалів поліпшаться, то коливальні генератори зможуть їх інтегрувати.

3. Коливальний вітрогенератор даного типу можна розглядати як аварійне джерело малої потужності на морських судах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Харитонов В.П. Автономные ветроэлектрические установки. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006 - 280с.
2. Городов Р.В., Губин В.Е., Матвеев В.Е. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. –Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009-294с.
3. A. Betz. «Das Maximum der theoretisch moglichen Ausnutzung des Windes durch Windmotoren» Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen, 1920, pags 307–309.
4. D. J. Yáñez «An electrical power generator and an electrical generator method», Patent WPCT/EP2015/072802, 2015.
5. R. Bourguet, G. E. Karniadakis, M. S. Triantafyllou. «Lock-in of the vortex-induced vibrations of a long tensioned beam in shear flow», Journal of Fluids and Structures, 2011, vol. 27, pags. 838-847.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СУДОВОЖДЕНИИ

Павлов К. Е.

Херсонская государственная морская академия

Научный руководитель – Золотаренко В. Ф., старший преподаватель

Вступление. Мировая торговля и социально-экономическая деятельность островных сообществ зависят в значительной степени от судоходства, транспортируя приблизительно 90 % тоннажа всех торгуемых грузов. Глобальный грузовой тоннаж, ежегодно перевозимый с 1970 по 2017 год – с 2,6 млрд. до 9,2 млрд. тонн, ожидается, что спрос на услуги морских грузоперевозок будет расти и дальше из-за меняющейся конфигурации глобального производства, растущего значения глобальных цепочек поставок и ожидаемого роста экономики во многих странах [1]. Поскольку спрос на услуги по доставке продолжает увеличиваться, исследования по использованию вариантов возобновляемых источников энергии для сектора, хотя они все еще относительно недостаточно развиты, быстро растут. Между 2002 и 2017, мировой морской флот потреблял от 250 до 325 тыс. тонн топлива ежегодно, что составляет около 3,1 % годовых выбросов CO₂, на фоне растущих цен на бункеровочное топливо на глобально изменчивом рынке ископаемого топлива и увеличивающихся требований к значительному сокращению выбросов в этом секторе [2]. Международной конвенцией для предотвращения загрязнения с судов (МАРПОЛ) предусматриваются, среди других мер, контроль зон с низким выбросом серы в морской среде, а также обязательные технические и эксплуатационные меры, требующие суда быть более эффективными в области использования энергии и сокращения выбросов. Требования МАРПОЛ делают Индекс проектирования энергоэффективности (EEDI) обязательным для новых судов и План управления энергоэффективностью (SEEMP) для всех судов [1]. Таким образом, эти экономические и экологические ограничения создают условия и необходимость для внедрения использования возобновляемых источников энергии в судоходстве.

Основная часть. Основными кандидатами на ближайшую перспективу использования возобновляемых источников энергии являются: энергия ветра, солнца, биотоплива / газа и волн. Использование возобновляемой энергии требует изменения оперативной парадигмы, такой как погода и сезонное построение маршрутов, для максимального воздействия первичных источников энергии (в данном случае солнца, ветра и волн). Это необходимо для эффективной работы и новых операционных процессов и систем, которые необходимо будет приобрести. Существуют различные мнения о том, насколько велика роль возобновляемой энергии. Появился ряд инновационных технологических разработок, многие из которых используют современные технологии, которые могут предложить значительную экономию топлива в зависимости от типа судна, маршрута и скорости.

Эти конструкции также направлены на снижение потребности в ископаемом топливе для вспомогательной энергии. Существует два основных способа внедрения возобновляемых источников энергии для судоходства: 1) в качестве модернизации существующего флота; или 2) путем включения их в новые строительные конструкции. Многие новые концепции дизайна для судов всех масштабов включают варианты возобновляемой энергии для вспомогательного использования энергии, в то время как меньшее число нацелено на возобновляемые источники энергии на 100% или на технологии нулевого выброса для первичных двигателей (например, B9, Ecoliner, Greenheart, Orcelle) [3]. Большинство приложений предусматривают использование возобновляемых источников энергии в рамках интегрированного пакета мер по повышению эффективности. Возобновляемая энергия также имеет потенциальное

применение в прибрежной инфраструктуре, в первую очередь для альтернативного производства электроэнергии.

В настоящее время рассматриваются варианты возобновляемых источников энергии для глобального судоходного флота на всех уровнях и в разных величинах, включая: международные и внутренние перевозки товаров, людей и услуг; ловлю рыбы; туризма и других морских целей. Возобновляемые варианты могут использоваться на судах всех размеров для обеспечения первичного, гибридного и / или вспомогательного движения, а также использования энергии на борту и на берегу. Эти экологически чистые энергетические решения интегрируются путем модернизации до существующего парка или внедряются в новое судостроение и проектирование, причем большинство приложений используют возобновляемые источники энергии в рамках интегрированного пакета мер по повышению эффективности. Текущая направленность применения возобновляемых источников энергии в судоходстве:

- энергия ветра: например, с использованием: мягких парусов, таких как грузовое судно Greenheart, бункер D9 с грузом от B9 и Dykstra / FairTransport с 7 000 дедвейтом Ecoiner; фиксированные паруса, например, в UT WindChallenger и проекте EffShip; Роторы Флеттнера, например, в Alcyone и Energon с 12 800 дедвейтом E-Ship 1; кайт-паруса, например, в MS Beluga Skysails; ветряные турбины (на сегодняшний день нет успешных прототипов) [3];

- солнечная фотогальваника (в основном в гибридных моделях с другими источниками энергии на малых судах, таких как AurigaLeader NYK и Solar Sailor от OCIUS Technology (панее Solar Sailor Holdings Ltd) [3];

- биотопливо, например, грузовое судно Meri, которое утверждает, что оно является первым в своем роде для использования 100% биомассы) [3].

Общий вклад технологий возобновляемых источников энергии в международные перевозки вряд ли достигнет доминирующей или даже важной роли в ближайшем будущем. Тем не менее, у него есть сильная и все более доказанная способность внести небольшой вклад во многих секторах в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Для выбранных приложений роль возобновляемых источников энергии может быть значительной, даже доминирующей [1]. Из различных вариантов использования возобновляемой энергии передовые виды биотоплива имеют очень большой потенциал для преобразования энергетических решений в секторе судоходства. Однако этот потенциал будет зависеть от ряда факторов, включая глобальную доступность устойчивого сырья для производства биотоплива. Водородные топливные элементы как источник питания для судоходства также обладают большим потенциалом, но устойчивость источника энергии, используемого для производства водорода, а также отсутствие экономичных и надежных вариантов хранения под низким давлением для топлива по-прежнему являются критическими проблемами. В целом, наибольший потенциал заключается в использовании комбинации решения для возобновляемых источников энергии, которые максимизируют доступность и взаимодополняемость энергетических ресурсов в гибридных режимах. В этом смысле для достижения максимального потенциала возобновляемых источников энергии в судоходном секторе потребуются комплексный подход к системному проектированию, который также устранил барьеры для их развития.

Барьеры, препятствующие принятию возобновляемых источников энергии в судоходном секторе, являются сложными. Они могут быть классифицированы по организационным / структурным, поведенческим, рыночным и нерыночным факторам. Эта сложность, в частности, отражает уникальный и международный характер судоходной отрасли с основными ограничениями и факторами, которые выходят за рамки возможностей отдельных государств создавать стимулы, а также политику и нормативную базу, необходимые для преодоления барьеров. Что касается организационных, структурных и поведенческих барьеров, то ограниченное финансирование НИОКР,

особенно для первоначальных технологий, основанных на доказательствах, является основным фактором, а также опасения судовладельцев по поводу риска скрытых и дополнительных затрат, а также издержки на альтернативные возобновляемые источники энергии. Это особенно верно, поскольку, исторически, отсутствовала достоверная информация о затратах и потенциальной экономии конкретных оперативных мер или решений в области возобновляемых источников энергии для этого сектора. Что касается рыночных барьеров, то основная проблема состоит в том, чтобы разделить стимулы между владельцами судов и нанимателями, ограничивая мотивацию собственников инвестировать в решения для чистой энергии для своего склада, поскольку выгоды не всегда начисляются инвестиционной стороне, и, следовательно, экономия не может быть полностью возмещена. Из нерыночных барьеров характерны различные классы и масштабы судов, рынки и торговые пути, а также отсутствие доступа к капиталу - вот некоторые из основных барьеров, которые необходимо решить.

Еще одним барьером является нестабильность риска инвесторов в секторе, особенно после краха судоходного бума в 2006 году. Кроме того, судоходный сектор редко виден широкой общественности, что приводит к меньшему социальному давлению на промышленность для перехода к более чистым энергетическим решениям.

Вывод: Потенциал для более широкого внедрения решений в области возобновляемых источников энергии в энергетические варианты судоходства значительно возрастет после того, как будет продемонстрирована их коммерческая жизнеспособность, и будут предприняты усилия для стимулирования инвестиций и устранения барьеров для развертывания. В частности, политика поддержки и стимулы для содействия исследованиям, инновациям и примерам доказательной концепции имеют решающее значение для того, чтобы решения по доставке возобновляемых источников энергии достигли коммерческой жизнеспособности. Хотя обычная перевозка по установленным и хорошо пройденным маршрутам, по-видимому, может переходить на СПГ в качестве шага к более долгосрочным видам топлива, таким как водород и метан, существует особый случай для увеличения использования возобновляемых источников энергии на маршрутах, где альтернативная топливная инфраструктура может быть экономически запретной. К таким маршрутам относятся те, которые соединяют многие развивающиеся государства малых островных государств и другие, менее развитые страны. Эти маршруты в основном обслуживаются меньшими (и обычно более старыми) активами, которые намного менее эффективны с точки зрения топлива, используемого для перемещения каждой тонны и наибольших пропорциональных выбросов загрязняющих веществ. При использовании ряда недорогих технологий, доступных для таких услуг, будь то модернизация или новое конструкторское строительство, в настоящее время необходимо прилагать значительные усилия и меры поддержки, чтобы продемонстрировать и увеличить роль возобновляемых источников энергии в судоходстве. Для быстрого внедрения таких решений поддержка должна быть сосредоточена на небольших судах (менее 10 000 тонн дедвейта), которые во всем мире распространены, транспортируя меньше всего груза, но выделяя больше парниковых газов на единицу груза и пройденное расстояние по сравнению с более крупными судами [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт Международной палаты судоходства [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.ics-shipping.org/docs/default-source/resources/environmental-protection/shipping-world-trade-and-the-reduction-of-co2-emissions.pdf?sfvrsn=14>
2. Сайт Международного энергетического агентства [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.iea-amf.org/app/webroot/files/file/Annex%20Reports/AMF_Annex_41.pdf
3. Сайт Регистра Ллойда [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.lr.org/en/insights/global-marine-trends-2030/global-marine-fuel-trends-2030/>

ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ В НАПРЯМКУ СТВОРЕННЯ АДІАБАТНОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Павлюченко Д. Г.

Державний вищий навчальний заклад

«Херсонське морехідне училище рибної промисловості»

Науковий керівник – Маханько О. В., викладач вищої категорії

Однією з проблем в Україні є забезпечення економії природних ресурсів при збільшенні виробництва енергії. Основну кількість механічної енергії виробляють двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), які у своїй більшості споживають, паливо нафтового походження.

Різке загострення світових проблем через вичерпання природних ресурсів та забруднення довкілля, потребує удосконалення конструкції двигунів у напрямках підвищення їх економічності, зменшення шкідливих викидів, підвищення питомої потужності та збільшення ресурсу.

У зв'язку з цим одним з напрямків поліпшення показників паливної економічності ДВЗ є створення двигунів з підвищеним тепловим захистом камери згоряння (КЗ), яких ще називають адіабатними двигунами.

Адіабатний двигун - двигун внутрішнього згоряння без системи охолодження і без відводу теплоти через його зовнішню поверхню. Відрізняється підвищеною середньою температурою газів у циліндрі, температурою деталей, що утворюють камеру згоряння, і температурою продуктів згоряння. Для утилізації енергії продуктів згоряння використовується силова газова турбіна, потужність якої передається на вал добору потужності (звичайно колінчастий вал). Для виготовлення деталей, що працюють при високій температурі, застосовуються жароміцні матеріали (наприклад, керамічні). Адіабатний двигун має високий ККД і низьку питому витрату палива - до 150 г/(кВт - год). Іноді адіабатний двигун неправильно називають керамічним двигуном.

Спроби створення адіабатних двигунів поки що зазнали невдачі. Часткова теплоізоляція КЗ із низькотеплопровідними накладками привела до ускладнення конструкції деталей КЗ і погіршенню ефективності роботи двигунів, а навпаки нанесення теплозахисних покриттів на робочу поверхню поршня в ряді випадків показало їхню високу ефективність. Знизилася питома витрата палива, покращилися умови запуску двигуна, знизилася: втрати теплоти в навколишнє середовище, вимоги до сорту палива, жорсткість роботи двигуна, температура поршня, підвищився індикаторний ККД. Однак теплоізолюючі покриття не знайшли практичного застосування у ДВЗ через малу адгезійну міцність і низьку термостійкість.

За минулий час світова наука і виробництво досягли значного рівня розвитку. Тому ідея створення адіабатного двигуна може виявитися технічно досяжною.

I. Застосування керамічних деталей і теплоізолюючих покриттів.

Найбільші успіхи в розвитку адіабатних двигунів досягнуті фірмою «Каммінс» (США).

Схема адіабатного двигуна, розробленої цією фірмою, зображена на рис. 1, де показані теплоізолювані циліндр, поршень і випускний канал голівки циліндра. Температура випускних газів у теплоізолюваній випускній трубі складає 816°C. Приєднана до випускної труби турбіна з'єднана з колінчастим валом через двоступінчастий редуктор, обладнаний гасником крутильних коливань.

Дослідний зразок адіабатного двигуна був створений на базі шестициліндрового дизеля типу NH. Його параметри приведені нижче.

В конструкції двигуна широко використані скло - керамічні матеріали, які мають високу жароміцність. Однак на той час забезпечити високу якість і тривалий термін служби деталей з цих матеріалів не вдалося.

Велику увагу було приділено створенню складеного поршня, показаного на рис. 3. Керамічна голівка поршня з'єднана з його підставою 2 спеціальним болтом 3 із шайбою 4. Максимальна температура в середині голівки досягає 930°C . Від підстави голівка теплоізолювана пакетом тонких сталевих прокладок 6 із сильно нерівною і шорсткуватою поверхнею. Кожен шар пакета через малу поверхню контакту володіє великим тепловим опором. Теплове розширення болта компенсується за допомогою тарілчастих пружин 5.

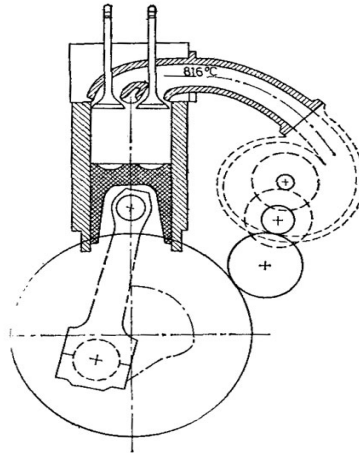


Рисунок 1 – Схема адіабатного двигуна

Параметри адіабатного двигуна «Каммінс»:

Число циліндрів	6
Діаметр циліндра, мм	139,7
Хід поршня, мм	152,4
Частота обертання, хв.^{-1}	1900
Максимальний тиск у циліндрі, МПа	13
Тип мастильного матеріалу	Масило рідке
Середній ефективний тиск	1,3 [2].
Масове відношення повітря/паливо	27:1
Температура вхідного повітря, $^{\circ}\text{K}$	60
Очікувані результати	
Потужність, кВт	373
Питома витрата палива, $\text{г}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$	170
Термін служби, ч	250

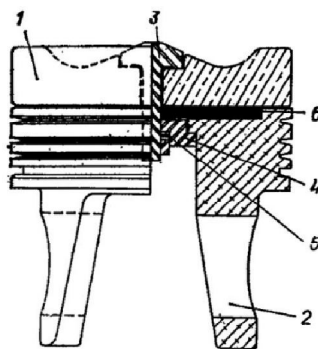


Рисунок 2 – Складений поршень адіабатного дизеля:

1 – керамічне днище; 2 – підстава поршня; 3 – болт; 4 – шайба; 5 – тарілчаста пружина; 6 – теплоізолюючий пакет прокладок

Як бачимо, характерною рисою адіабатних двигунів є виготовлення певної частки термо напружених деталей із керамічних матеріалів.

Дослідження кераміки, як можливого конструкційного матеріалу для двигунів внутрішнього згоряння, почалися в 50-і роки минулого століття, коли американська фірма «Chicago and Eastern Illinois» випробувала керамічні покриття товщиною 0,1 - 0,2 мм на тепловозному двигуні EMD-567. Дослідження зі створення так названого «адіабатного» двигуна можна розділити на чотири напрямки, кожне з яких має самостійне значення:

- нанесення термо бар'єрних покриттів з керамічних або керметних матеріалів на металеві деталі;
- створення окремих деталей двигуна з керамічних або керметних матеріалів;
- створення мінімально охолоджуваного двигуна;
- створення цілком керамічного двигуна, не потребуючого охолодження і змащення рідкими мастилами.

Дослідження по створенню керамічних деталей двигуна внутрішнього згоряння проводили науковці Московського державного університету ім. М. В. Ломоносова (Росія) в період 1970 – 1980 роки [1].

Результатом робіт стала поява технологій виготовлення ряду керамічних деталей ДВЗ. Наприклад, поршень ДВЗ із щільноспеченого нітриду кремнію (рис. 4). До числа таких виробів відноситься також голівка циліндра з титанату алюмінію (рис. 6). Був розроблений повний цикл виготовлення штовхальника клапана ДВЗ.



Рисунок 3 – Поршень ДВЗ із щільноспеченого нітриду кремнію

По сукупності властивостей, технології виготовлення, результатів іспитів як найбільш підходящий був визнаний щільноспечений нітрид кремнію.



Рисунок 4 - Голівка циліндра з титанату алюмінію

Деякі вчені (Valland H., Wyspianski G.K., Wallace F.J., Kao T.K., Alexander W.A., Cole A.C. and Tarabad M. (Великобританія)) у результаті досліджень теплоізоляції КЗ довели, що для одержання найвигідніших термодинамічних показників робочий цикл двигуна повинен бути чисто адіабатним. Був зроблений загальний висновок: чисто адіабатний режим роботи двигуна не може бути досягнутий ні при якій реальній конструкції стінок КЗ. Значне збільшення коефіцієнту корисної дії (ККД), до 10%, може бути отримане при частковій тепловій ізоляції КЗ [3].

II. Застосування компаундної схеми компоновки двигуна.

Висока температура відпрацьованих газів дає можливість використовувати їх енергію як гарячого джерела теплоти в циклах парового двигуна або двигуна Стірлінга, для приводу газової турбіни, з'єднаної з валом дизеля.

Це так звана турбокомпаундна схема комбінованого двигуна.

Науковці з НАМІ (Росія) у свій час також провели дослідження з визначення оптимальної компоновочної схеми компаундного адіабатного двигуна [4]. Були запропоновані два способи використання енергії випускних газів адіабатного двигуна з метою підвищення його ефективної потужності.

Один з них полягає в установці силової турбіни за турбіною нагнітача (рис. 1). Газ, що відробив, після виходу з циліндра 1 дизеля розширюється послідовно в турбіні 4 нагнітачі 3 і силовій турбіні 5. Момент, що крутить, із силової турбіни через гідромфту 6 і зубцюватий редуктор 2 передається на колінчатий вал дизеля. (Гідромффта захищає ротор силової турбіни від динамічних навантажень, обумовлених коливаннями моменту, що крутить, на колінчатому валові.)

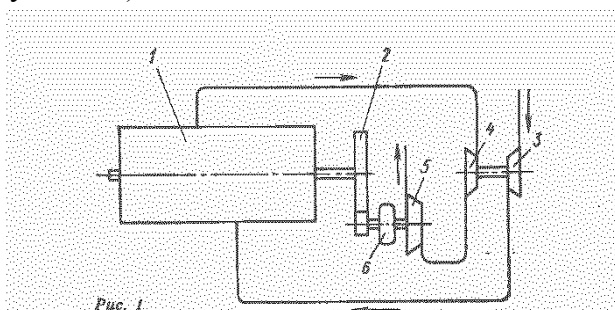


Рисунок 5 - компаундний адіабатний двигун з силової турбіни за турбіною нагнітача.

Додаткова потужність у цьому випадку може бути отримана за рахунок більш ефективного використання роботи розширення газу низького тиску. Доцільність

установки силової турбіни і можливі границі її конструктивних і режимних параметрів визначаються при порівнянні потужності, що знімається із силової турбіни, зі зменшенням потужності на колінчатому валові, обумовленим ростом насосних втрат і загальним погіршенням умов газообміну в двигуні.

III. Адіабатний двигун в складі установки безкаталітичної конверсії моторного палива.

Конверсія палив у схемах живлення ДВЗ передбачає попередню термохімічну переробку органічних палив перед подачею в камеру згоряння ДВЗ. У залежності від обраного типу вихідного палива (твердого, рідкого або газоподібного), типу окислювача (повітря, продукти згоряння або пари води) і їх стехіометричних співвідношень склад конвертованого палива може варіювати в широкому діапазоні як пальних компонентів палива (CO , H_2 , CH_4 , C_nH_m), так і інертних компонентів (CO_2 , H_2O , N_2). При цьому калорійність продуктів конверсії також може змінюватися в широких межах: від 0 (при повному окислюванні вихідних продуктів рециркуляції ВГ у ДВЗ) до 500 кДж/кмоль вихідного палива при паровій конверсії дизпалива і бензинів. При частковій, або повній заміні дизпалива продуктами конверсії вуглеводнів поліпшуються процеси вигорання суміші в циліндрах ДВЗ завдяки наявності в конвертованому паливі активних газоподібних пальних компонентів (CO , H_2 , CH_4 , C_nH_m) і вільних радикалів та перекисів. Тому використання конвертованих палив у ДВЗ поліпшує їхні техніко-економічні показники, знижує шкідливі викиди в атмосферу і дозволяє створити досить мобільні багатопаливні транспортні енергетичні установки.

Група науковців Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (Україна) проводить дослідження з метою створення енергетичної установки з безкаталітичною конверсією моторного палива. Однією з головних проблем створення конверсійної установки для дизеля є неможливість забезпечення термічних умов для протікання реакцій конверсії на весь робочий діапазон двигуна. Дослідженнями визначено, що робоча температура реакцій безкаталітичної конверсії моторного палива повинна бути не нижче 900 К [5, 6].

Результати розрахунків показали, що виходячи з теплових показників продуктів згоряння адіабатного двигуна, його застосування в складі конверсійної установки є доцільною.

З іншого боку, запропонована компаундна схема комбінованого двигуна у складі адіабатного дизеля і термохімічного конверсійного генератора палива. Така схема дозволить уникнути залежності показників потужності адіабатного двигуна від додаткового протитиску на випуску, обумовленого установкою силової турбіни. Підключення термохімічного конверсійного генератора до впускного тракту двигуна забезпечить додатковий ресурс регулювання робочого процесу в циліндрі та розширить робочий діапазон дизеля за рахунок часткових режимів.

Висновок

1. Аналіз останніх досягнень науки і виробництва дає можливість стверджувати, що створення адіабатного двигуна технічно можливе.
2. Розроблені технології плазмового напилювання термозахисних покриттів на поверхні термонапружених деталей є перспективним напрямом розвитку ДВЗ.
3. Не менш перспективними є запропоновані компаундні схеми комбінованого двигуна в складі адіабатного дизеля і термохімічного конверсійного генератора палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Е. Б. Бендовский. Керамические детали для двигателя внутреннего сгорания. // Новые огнеупоры. №8 2013. С. 51 – 54.
2. Шпаковський В. В. Науково-технічні основи поліпшення показників ДВЗ застосуванням поршнів з корундовим шаром. Дисертація. УДК 621.436.001-52. Друкарня НТУ «ХП». Харків.: 2010. С. 168.

3. Онищенко Д.О., Панкратов С.А., Смирнов А.Ю. Влияние частичной теплоизоляции камеры сгорания дизеля на теплоотдачу в систему охлаждения // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2016. № 3. С. 81–89. DOI: 10.18698/0236-3941-2016-3-81-89.

4. Шварцман Э. Е., Озимов П. Л. Повышение эффективных показателей комбинированных двигателей с дизелем адиабатного типа. // Автомобильная промышленность. 1985. №12. С. 11 – 13.

5. Носач В. Г. Энергия топлива [Текст]. / Отв.. ред.. Еринов А. Е.; АН УССР. Ин-т технической теплофизики.- Киев: Наук.. думка, 1989.

6. Підвищення економічних показників суднових ДВЗ за рахунок конверсії моторного палива [Текст]. / Уваров В. А., Маханько О. В., Капшин А. В. // Зб. матеріалів VIII міжнародної науково-технічної конференції «Сучасний стан та проблеми двигунобудування» (жовтень 2013 року) Миколаїв: вид-во НУК, 2013.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИЗОЛЯЦИИ

Питель А. С., Байденко М. Н

*Морской колледж Херсонской государственной морской академии
Научный руководитель – Карагодин Ю. Н., преподаватель МК ХГМА*

Введение. Любой электрический кабель состоит из металлических токоведущих жил, изолированных друг от друга и защищенных одной или несколькими оболочками от воздействия окружающей среды. Состояние диэлектрической оболочки кабеля или электропроводки непосредственно влияет на безопасность персонала, обслуживающего электроустановки.

Изложение основного материала. Диэлектриком или изолятором называется вещество, практически не проводящее электрический ток. Как и все материалы, изоляторы тоже содержат свободные заряды, которые перемещаясь в электрическом поле, обуславливают их электропроводность. Однако количество таких свободных зарядов в диэлектрике невелико, поэтому ток мал.

Важной особенностью диэлектриков, является способность запасать энергию под действием внешнего электрического поля. Почему это происходит? В твердом диэлектрике молекулы ориентированы случайным образом и имеют ограниченную подвижность, а электрические заряды прочно связаны с атомами и в электрическом поле могут лишь смещаться, при этом происходит разделение центров положительного и отрицательного зарядов, т.е. образуются диполи.

Однородный диэлектрик в идеальном случае (при отсутствии потерь) представляет собой плоский конденсатор. Емкость такого конденсатора рассчитывается по формуле:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{S}{d}$$

где C – емкость плоского конденсатора (Фарад),

S – площадь пластин конденсатора (м^2),

d – расстояние между пластинами (м),

ε_0 – электрическая постоянная (примерно $8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м),

ε – относительная диэлектрическая проницаемость.

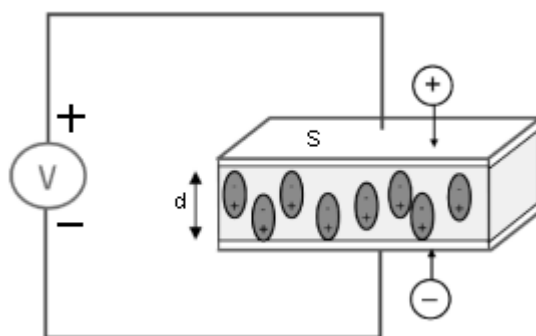


Рисунок 1 – Плоский конденсатор для постоянного тока

При приложении постоянного напряжения емкость этого конденсатора заряжается за очень короткое время. В результате этого на поверхности диэлектрика сосредоточатся положительные и отрицательные заряды, создающие внутри электрическое поле, а под его действием в толще изоляции возникнут поляризационные явления - электроны и ионы устремятся к полюсам противоположных знаков, а диполи медленно поворачиваются, ориентируясь вдоль линий электрического поля, чтобы скомпенсировать его (рис.1).

Под действием электрического поля в электроизоляционных материалах возникает проводимость, но вследствие движения ионов и дипольных молекул, а не электронов, как

у проводників. Поэтому изоляторы обладают очень слабой электропроводностью. Обусловленный этой электропроводностью ток именуется током утечки. Ток может протекать как через весь объем диэлектрика, так и через его поверхность. Поверхностная электропроводность объясняется присутствием влаги или загрязнений на поверхности диэлектрика. На практике изоляторы не всегда состоят из однородного диэлектрика. Например, в оболочке кабеля могут применяться композиции из различных материалов. Внутренние слои изоляции, являющиеся своеобразными последовательно включенными емкостями, станут заряжаться через очень большие сопротивления смежных слоев. Эти процессы сопровождаются накоплением в диэлектрике зарядов, вследствие чего от источника постоянного тока через емкости слоев потекут токи. Описанные физические процессы могут быть отражены схемой замещения диэлектрика с потерями (рис. 2).

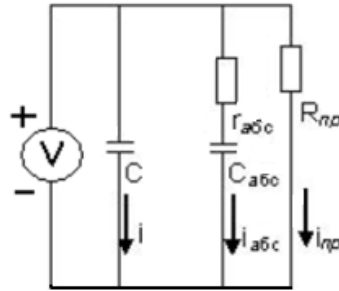


Рисунок 2 – Схема замещения диэлектрика с потерями

Схема содержит три параллельные цепи: ветвь с емкостью C изображает заряд геометрической емкости и электронную и ионную поляризацию; соответствующие этим явлениям токи протекают одинаково быстро, поэтому объединены в одну цепь. Вторая цепь – это последовательно включенные емкость поляризации C_{abc} и сопротивление абсорбции r_{abc} , эквивалентные емкостям и сопротивлениям последовательно включенных емкостей и сопротивлений по числу слоев. Третья цепь – сопротивление R_{np} соответствует сквозной проводимости.

Токи утечки являются причиной нагревания диэлектрика, а основной вклад в потери вносят процессы проводимости и установления поляризации. Проводимость определяет потери под действием постоянного напряжения и, в меньшей степени, при низких частотах. По мере повышения частоты возрастает роль поляризационных потерь. Дело в том, что поляризация устанавливается не мгновенно, а в течение некоторого времени, зависящего от типа поляризации.

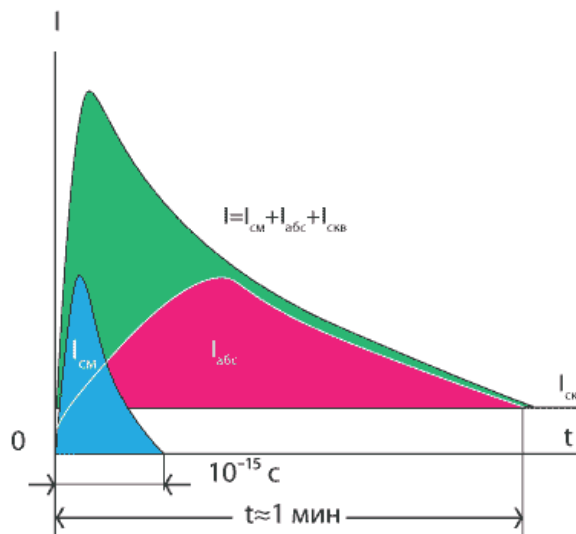


Рисунок 3 – Зависимость тока от времени действия постоянного напряжения

При подаче постоянного напряжения на конденсатор, между обкладками которого находится диэлектрик, через него протекает падающий со временем ток (рис. 3):

$$I = I_{\text{см}} + I_{\text{абс}} + I_{\text{скв}}$$

Ток смещения (емкостный ток) $I_{\text{см}}$ вызван смещением электронных оболочек атомов, ионов, молекул, т.е. процессом установления быстрых, упругих поляризации; он спадает в течение $10^{-16} - 10^{-15}$ с и практически не вызывает рассеяния энергии в диэлектрике. Спадающий со временем ток абсорбции $I_{\text{абс}}$ обусловлен смещением связанных зарядов в ходе медленных поляризации. Поэтому потери, вызванные током абсорбции, происходят только в процессе медленных поляризации и вызывают рассеяние энергии в диэлектрике, так называемые диэлектрические потери. Время затухания зависит от свойств изоляции (в частности, от содержания влаги – чем суше изоляция, тем медленнее затухает ток абсорбции).

1) Сквозной ток утечки $I_{\text{скв}}$ вызван перемещением в диэлектрике свободных зарядов различной природы, не изменяется со временем и вызывает потери, аналогичные потерям по закону Джоуля – Ленца в проводниках.

$$R_{\text{ISO}} = \frac{U_{\text{изм}}}{I_{\text{скв}}}$$

где: R_{ISO} – сопротивление изоляции (Ом),

$U_{\text{изм}}$ – постоянное напряжение измерения (В),

$I_{\text{скв}}$ – сквозной ток утечки (А)

Сопротивление изоляции – это утечка тока с токоведущей жилы (шины) на корпус судна через разрушенные участки изоляционных материалов и «грязевые» дорожки электрооборудования.

Сопротивление изоляции измеряется в Ком, Мом. Общее сопротивление изоляции шин ГРЩ и АРЩ согласно требованиям классификационных обществ должна быть не менее 1,0 Мом.

2) Приборы непрерывного автоматического контроля сопротивления изоляции устанавливаются на ГРЩ с двумя точками отбора измерения шин 400В и шин 200В, а так же АРЩ с двумя точками отбора измерения шин 400В и шин 200В с установкой регулируемой уставки срабатывания устройства и выводом сигнала в систему ОАПС. Коэффициент абсорбции DAR (Dielectric Absorption Ratio) – это коэффициент диэлектрического поглощения, отражающий степень увлажненности диэлектрика изоляции. Коэффициент используется для принятия решения о необходимости просушки гигроскопической изоляции электрических машин и трансформаторов. Метод измерения основан на сравнении величин сопротивления изоляции, измеренных через 15 и 60 секунд после начала испытаний: $\text{DAR} = R_{50}/R_{15}$. Появление влаги в изоляции (абсорбция влаги) приводит к резкому снижению сопротивления R_{ISO} и росту тока утечки, так как во влаге содержится растворенные примеси, т.е. свободные ионы.

3) Индекс поляризации PI (Polarization Index) показывает способность заряженных частиц перемещаться в диэлектрике под воздействием электрического поля, что определяет степень старения изоляции. Метод измерения основан на сравнении величин сопротивления изоляции через 60 и 600 секунд после начала испытаний: $\text{PI} = R_{600}/R_{60}$.

Таблица 1 – Индекс поляризации

Индекс поляризации	Коэффициент абсорбции	Качество изоляции
< 1	< 1,25	Опасное
1...2		Несоответствующее
2...4	1,25...1,6	Хорошее

Коэффициент диэлектрического разряда DD (Dielectric Discharge) используется при проверке неоднородной или многослойной изоляции, позволяя обнаружить дефектный слой среди исправных слоев с высоким сопротивлением.

Для нового электрооборудования, изготовленного надлежащим образом согласно соответствующим стандартам, риск возникновения повреждения крайне мал, но степень этого риска по мере увеличения срока службы электроустановки возрастает. В процессе монтажа и эксплуатации электрооборудование подвергается влиянию различных агрессивных факторов, уменьшающих срок службы и повышающих вероятность ее повреждения, которые возникают из-за воздействия:

а) при монтаже – повреждения механического характера;

б) при эксплуатации:

1) токопроводящей пыли;

2) термического старения изоляции вследствие повышенной температуры;

3) коммутационных и грозовых перенапряжений;

4) перенапряжений промышленной частоты, вызванных повреждениями изоляции в сети среднего напряжения.

Обычно к повреждению изоляции приводит сочетание указанных причин.

Заключение. Все нижеперечисленные виды опасности связаны с надежностью электрической сети.

1. Поражение людей электрическим током: Тело человека (или животного), находящееся под воздействием электрического напряжения, приобретает электрический заряд. В зависимости от тяжести поражения электрическим током у человека могут возникнуть: а) дискомфортные ощущения; б) сокращение мышц; в) ожоги; г) остановка сердца.

Поэтому защита людей от опасного воздействия электрического тока имеет приоритетное значение, а поражение электрическим током является главным из указанных ранее видов опасности.

2. Пожар может иметь драматические последствия как для людей, так и для имущества. Большое число пожаров вызывается существенным локализованным возрастанием температуры или электрической дугой, обусловливаемых наличием повреждения изоляции. Опасность возникновения пожара возрастает при больших величинах тока замыкания, а ее степень зависит от условий распространения открытого огня и вероятности взрыва.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.
2. ПОТР М-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00).
3. Practical marine electrical knowledge.

WAYS TO REDUCE THE USE OF POWER ON SHIPS

Popkov P.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisor – Krasnovska I., teacher of English language

Introduction. Today, the ecological situation in the world can be described as close to critical:

- thousands of plant and animal species have been destroyed and continue to be destroyed;
- forest cover was largely exterminated;
- the existing stock of minerals is rapidly decreasing;
- the world ocean is not only depleted as a result of the destruction of living organisms, but also ceases to be a regulator of natural processes;
- the atmosphere in many places is polluted to the maximum permissible size, clean air becomes a deficit;
- the surface is polluted, natural landscapes are disfigured (on Earth it is impossible to detect a single square meter of surface, wherever there are artificial elements created by man). For hundreds of years, people have used non-effective sources of energy increasingly polluting and devastating the planet. In our time, humanity has chosen a new course. Usage of new technologies can save the planet.

Main body. *New types of fuel.* From January 1, 2020 the sulfur content (SO_x) in the fuel should not contain more than 0.5 %, and greenhouse gas emissions should be reduced by 50 % by 2050, according to the latest decision of the International Maritime Organization (IMO). They can be reduced with the help of modernization of the propulsive system and the use of new, more ecological types of fuel. Among the alternative fuels currently being considered are liquefied natural gas (LNG), liquefied petroleum gas (LPG), methanol, biofuels and hydrogen. IMO is currently developing a safety code (IGF Code) for ships using gas or other environmentally friendly fuels. Work continues on the use of methanol and low flash point fuels. The DNV GL (Det Norske Veritas Germanischer Lloyd) classification society report discusses the use of fuel cells, gas and steam turbines with electric drive systems, which can only be effective when combined with a more environmentally friendly type of fuel. [4] The use of fuel cells on ships is currently under development, but it will take a long time until they can replace the main engines. Also, the use of batteries is considered as an innovative technology. Battery systems are already being used in shipping, but the use of technology for ships is limited due to low efficiency.

New anti-friction coating. To make ships and submarines slipperier, the US Navy's Office of Naval Research (ONR) is sponsoring the development of an 'omniphobic' coating that not only repels water, but many other substances, like oil, alcohol, and even peanut butter. Anish Tuteja, an associate professor of materials science and engineering at the University of Michigan, has created a clear, durable chemical coating for ONR that is designed to reduce hull friction, making ships more energy efficient and stealthier. 'A significant percentage of a ship's fuel consumption (up to 80 percent at lower speeds and 40 – 50 percent at higher speeds) goes toward maintaining its speed and overcoming friction drag,' says Ki-Han Kim, a program officer in ONR's Sea Warfare and Weapons Department. 'If we could find a way to drastically reduce friction drag, vessels would consume less fuel or battery power, and enjoy a greater range of operations'. 'Researchers may take a very durable polymer matrix and a very repellent filler and mix them', says Tuteja. 'But this doesn't necessarily yield a durable, repellent coating. Different polymers and fillers have different miscibilities (the ability of two substances to mix together). Simply combining the most durable individual constituents doesn't yield the most durable composite coating. 'According to Tuteja, the coating has applications beyond painting hulls, including as a protectant for sensors, radar units, and antenna from bad weather. The compound is still being tested, but the team is confident that it will be ready for small-scale military and civilian use in the next two years [2]

Polymeric materials for the manufacture of ship hulls and hull structures. The modern shipbuilding industry is one of the largest consumers of synthetic polymeric materials, and the areas of their application are very diverse, and the prospects for use are almost unlimited. Polymers are used for the manufacture of ship hulls and hull structures, in the manufacture of parts for ship machinery, instruments and equipment, for painting ships, for finishing rooms and for their heat, sound and vibration insulation, etc.

Thanks to the use of polymeric materials, technical and operational characteristics of vessels are significantly improved, their reliability and durability are increased, the duration is shortened and the construction labor intensity is reduced.

Table 1 – ‘Comparative characteristics of trawlers constructed from various materials’

Material	Cargo capacity, m ³	Empty weight, t
Wood	170	232
Steel	187	233
Fiberglass	195	170

For the manufacture of ship hulls and hull structures mainly cold-cured polyester plastics are used. In cases where materials with particularly high strength characteristics are required (for example, for deep-water vessel shells), epoxy fiberglass is used. [6].

Automation of ship processes. Extensive automation of the management processes of the ship’s power plant is the most important means of not only maintaining high technical and economic indicators of its operation, but also significantly reducing the number of staff, creating favorable conditions for performing production functions, and, consequently, increasing the efficiency of staff. Work in the field of automating the management of the SPP in general and steam-turbine installations in particular in domestic shipbuilding was practically started immediately after the end of the Second World War and is being carried out continuously in increasing amounts. An integrated approach to solving the problem of automation of control processes also lies in the fact that objects and automation tools are considered as integral parts of a single automatic system, regardless of the degree of their constructive unity. Proceeding from this, the static and dynamic characteristics of the means and objects of management must be coordinated. Only in this case the necessary conditions will be created for the normal functioning of the automatic system. Automating the processes of regulation and protection completely eliminates the need for human participation in the management of these processes and therefore really reduces the number of service personnel, allows you to more accurately maintain the specified values of controlled variables and increases the reliability of the boiler plant. Therefore, the cost of technical equipment used for this purpose quickly pays off with the achieved technical and economic effect [1].

Conclusion. Nowadays, there are a large number of ways to increase the efficiency of ships, and over time, more and more new ones appear, but they all require improvements because of the possibility of entering into commercial use of some difficulties of using on ships and the impossibility of refitting them altogether.

LIST OF USED LITERATURE

1. <https://xreferat.com/76/3154-1-avtomatizaciya-sudovyh-paroturbinnih-ustanovok.html>
2. <https://www.onr.navy.mil/en/Media-Center/Press-Releases/2018/Navy-Developing-Ship-Coatings>
3. <http://www.sealib.com.ua/automation/acy.html>
4. <http://pro-arctic.ru/18/06/2018/technology/32545>
5. <https://www.dnvgi.com/>
6. <https://mplast.by/encyklopedia/polimeryi-v-sudostroenii/>

ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ДВИГУНАХ MAN, КЛАСУ ME

Романенко Р. М., Таран Е. А.

Морський коледж Херсонської державної морської академії

Науковий керівник – Гроза Е. О., спеціаліст першої категорії

Вступ. У зв'язку з постійно зростаючим попитом на судна з дуже низькими сумарними експлуатаційними витратами, зокрема, низькою питомою витратою палива, в двигунобудівній індустрії з'являються все нові і нові моделі двигунів. Сьогодні ми розглянемо двигун компанії MAN B&W серії ME-B. У порівнянні з низькошвидкісними двотактними двигунами типу MC-C, де витрачається багато корисної енергії на ланцюговий привід розподільного вала, і які мають обмежену гнучкість в процесі впорскування палива; двигун типу ME-B має ряд переваг, про які докладніше далі.

Основна частина. Двигуни MAN B&W ME-B - це найсучасніша, двотактна розробка від MAN Energy Solutions, яка працює на оптимізованому паливі і відповідає законодавству про викиди IMO Tier-II. Як правило, двигуни ME-B являють собою надійні механізми з дуже низькими витратами в період роботи та обслуговування, які оснащені електронним управлінням уприскування палива, великими термінами між капітальними ремонтами і забезпечують кращу маневреність судна. Все це веде до поліпшення економічності і гнучкості у використанні. Конструкція ME-B заснована на базі MC-C від MAN Energy Solutions - найпопулярніших двотактних дизельних двигунах на ринку [1;2].

В середині 2006 року MAN Energy Solutions представила серії ME-B з S35ME-B9, S40ME-B9 і S50ME-B9, а потім двигуни S46ME-B8, S50ME-B8 і S60ME-B8. Згодом серія була розширена за рахунок запуску нових двигунів MAN B & W S30ME-B9 і наддовгих двигунів G40ME-B9, G45ME-B9 і G50ME-B9, в результаті чого вся програма ME-B тепер включає загальний обсяг виробництва від 3200 кВт до 19 040 кВт.

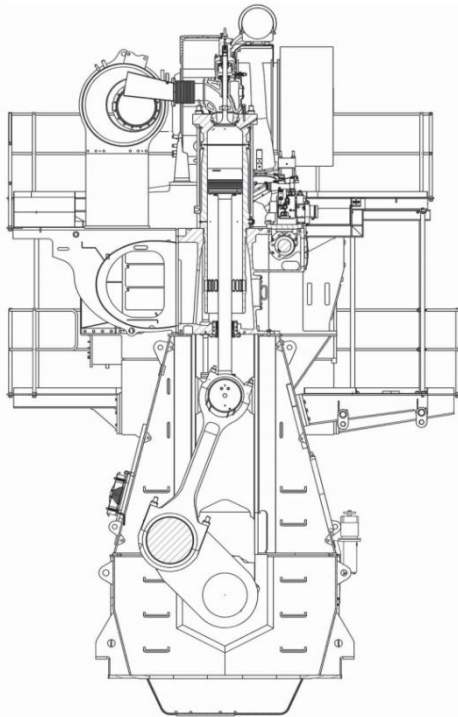


Рисунок 1 - S50ME-B

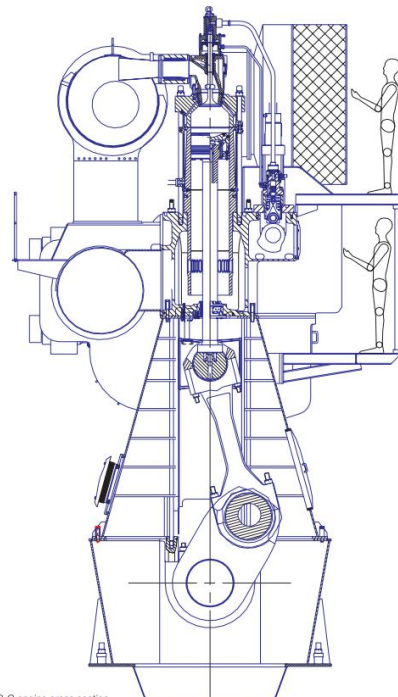


Fig. 1.09: S50MC-C engine cross section

Рисунок 2 - S50MC-C

Грунтуючись на добре зарекомендованій дизельній технології серія двигунів ME-B забезпечують такі на вимоги ринку:

- Електронний контроль вприскування палива

- Економія пального
- Висока надійність
- Більш тривалий час між капітальними ремонтами
- Низька швидкість пропелера
- Краща маневреність судна
- Дуже низькі витрати на весь життєвий цикл
- Відповідність вимогам ІМО Tier-II.

Двигуни ME-B також можуть бути модернізовані для роботи з подвійним паливом, щоб вони могли працювати на природному газі. Ці двигуни мають ті самі витрати палива, що і аналогічні дизельні двигуни, і можуть застосовуватися одні і ті ж методи настройки [1].

Основною відмінністю даних двигунів від попередніх версій є система гідравлічної активації уприскування палива. Ця система управляється електронікою за допомогою блоків управління, які утворюють Систему контролю двигуна. Система подачі палива складається з простого плунжера, який приводиться в дію гідравлічним поршнем і регулюється електронним пропорційним клапаном [3; 4].

Випускний же клапан працює за рахунок легкого розподільного вала, який має ланцюговий привід від колінчастого вала. Для зниження витрати палива при низьких навантаженнях, випускний клапан закривається за допомогою електронного управління. Сам же клапан конструкційно нічим не відрізняється від попередніх моделей. У якості гідравлічного масла використовується звичайне системне масло, воно попередньо фільтрується і стискається за допомогою Hydraulic Power Supply Unit. Пускові клапани, як і раніше, активуються пневматично від розподільника повітря. Особливістю цього двигуна є те, що процес згоряння повністю контролюється системою управління. За рахунок цього досягається необхідна гнучкість системи на різних режимах роботи двигуна. Ці режими вибираються автоматично, в залежності від умов експлуатації, або ж вручну оператором [4].

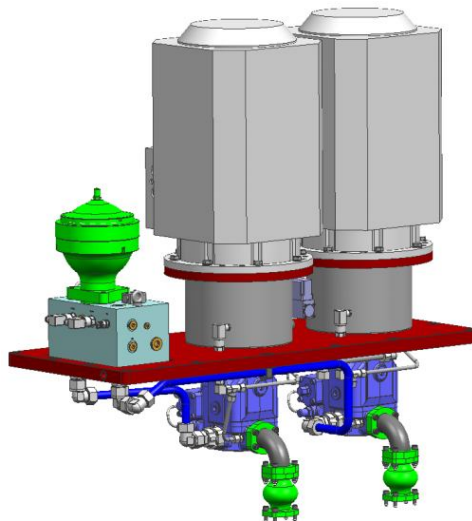


Рисунок 3 – Hydraulic Power Supply Unit

Висновок. Підводячи підсумок цього невеликого огляду, можна сказати, що ринок постійно в русі і вимоги до двигунів постійно посилюються. Наприклад, мінімально можлива швидкість гвинта, низьку витрату палива, більш низьку витрату мастила, велика гнучкість системи щодо викидів і легке регулювання параметрів двигуна. Все це змушує двигунобудівні компанії йти в ногу з часом, а значить відповідати загальній тенденції поліпшення енергозбереження та турботі про навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://marine.man-es.com>
2. MAN B&W Two-stroke MC/MC-C Engines. Germany: MAN B&W Diesel A/S, 2000. - 235 с.
3. MAN B&W S60ME-B8-TII Project Guide. Germany: MAN B&W Diesel A/S, 2010. - 355 с.
4. MAN B&W 6S50ME-B8 Project Guide. Germany: MAN B&W Diesel A/S, 2010. - 1416 с.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ПРІСНОЇ ВОДИ СУДОВОЮ СИСТЕМОЮ КОМФОРТНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ

Руденко Д. О.

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв)
Наукові керівники – Литовш О. В., к.т.н. доцент, Грич А. В., к.т.н., доцент*

Прісна вода на судах використовується для побутових потреб, поповнення витоків води із замкнених циркуляційних систем охолодження двигунів, конденсатоживильних систем, систем продування парових котлів, системи сажобудування через шпарини з'єднань парових труб та арматури, а також для постачання технологічних та спеціальних споживачів.

Потреби суден та судових енергетичних установок у прісній воді можуть бути задоволені за рахунок судових запасів та їх поповнення роботою водоопріснювальних установок (ВОУ). Для більшості транспортних суден добова потреба у прісній воді залежить від типу СЕУ і коливається від 5...10 т для суден з дизельною установкою до 20...50 т для суден з паротурбінною установкою. Щоб забезпечити потреби у прісній воді тільки із судових запасів, необхідно було б значно знизити корисну вантажопідйомність суден. До того, робота таких типів суден, як рибпромислові бази та пасажирські лайнери, де добові потреби в прісній воді становлять 100...200 т, була б практично неможливою [1].

Усі достатньо крупні судна обладнуються ВОУ, за допомогою яких із морської води виводиться більша частина солей. Існує багато способів опріснення морської води, зокрема дистиляція, виморожування, електродіалізний. На морському флоті широко застосовуються водоопріснювальні установки випарникового (термічного) типу. Але використання опріснювальних установок завжди супроводжується значною витратою енергії (теплової чи електричної). Отже скорочення витрати енергії на опріснення води в судових умовах є досить важливою задачею.

Одним із альтернативних способів накопичення прісної води в судових умовах є збір водяного конденсату, який утворюється під час роботи системи кондиціонування.

В літньому режимі припливне повітря охолоджується в контакт з поверхнею повітроохолоджувача (ПО) системи кондиціонування. В процесі охолодження повітря знижується не тільки його температура, але і вологовміст, оскільки частина парів води в повітрі висаджуються на поверхні ПО в вигляді крапельної вологи. Це явище пояснюється тим, що температура поверхні ПО нижча температури точки роси. Волога випадає на ребрах і трубках ПО, потім конденсат стікає з поверхні в піддон і відводиться дренажним трубопроводом. Різниця між повною холодопродуктивністю і прихованою тепловою фазового переходу називається явною холодопродуктивністю [2]. Відношення загальної холодопродуктивності до явної виражається коефіцієнтом волого випадіння:

$$\xi = (I_1 - I_2) / [c_p \cdot (t_1 - t_2)].$$

де I_1, I_2 – ентальпії повітря на вході і виході з ПО; c_p – теплоємність повітря; t_1, t_2 – температура повітря на вході і виході з ПО;

Оскільки процес випадіння конденсату завжди супроводжує процес охолодження повітря, буде раціональним збирати отриманий конденсат, як побічний продукт роботи системи кондиціонування. Оскільки в сконденсованих парах повітряної вологи не міститься солей, то таку воду можна використовувати для технічних потреб.

Інтенсивність вологовипадіння залежить, перш за все, від температури і вологості зовнішнього повітря, що в свою чергу залежить від району плавання, пори року і часу доби. Для загальної оцінки можливого накопичення прісної води системою кондиціонування було проведено розрахунок для повітроохолоджувача системи кондиціонування вантажного судна за добу липня для умов Середземного моря. В якості повітроохолоджувача було вибрано тубчато-пластинчатий повітроохолоджувач

безпосереднього кипіння, з площею поверхні – 29 м², кроком оребріння – 4 мм, температурою кипіння R134a – 5° С та витратою повітря 5600 м³/год.

На рис.1 представлені результати розрахунку вологовипадіння припливного повітря впродовж доби. Як видно із графіку за добу роботи системи кондиціонування в літньому режимі можливо зібрати до 450 кг конденсату водяних парів з припливного повітря [3,4].

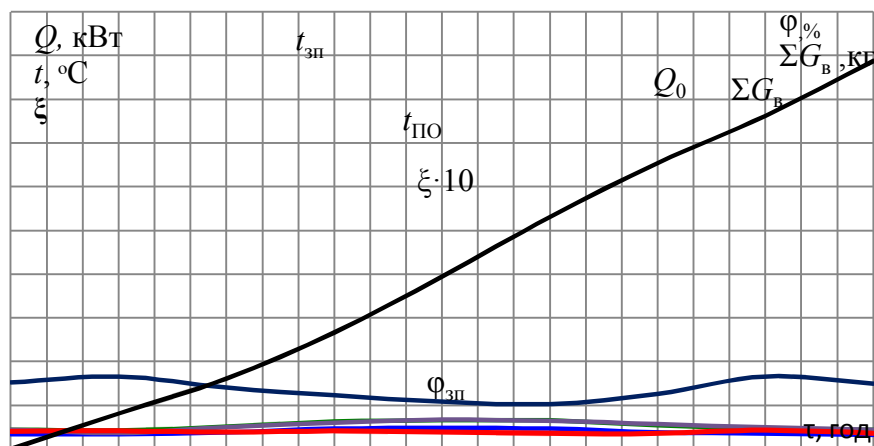


Рисунок –1 Графік накопичення конденсату системою кондиціонування впродовж доби. де: $t_{зп}$ – температура зовнішнього повітря; $t_{ПО}$ – температура повітря на виході з ПО; $\varphi_{зп}$ – відносна вологість зовнішнього повітря; $\xi \cdot 10$ – коефіцієнт вологовипадіння; Q_0 – теплове навантаження на ПО; $\Sigma G_{в}$ – накопичення конденсату впродовж доби

Висновки. При акумуляції прісної води, як побічного продукту роботи системи кондиціонування, можливо зібрати до 450 кг конденсату за добу. Що є досить важливо в умовах дефіциту прісної води для суднових технічних потреб. Це дозволить скоротити витрати енергії на роботу штатних опріснювальних установок і більш ефективно використовувати енергію затрачену на систему кондиціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артемов Г.А., Горбов В.М. //Суднові енергетичні установки: Навчальний посібник. –Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 356 с.
2. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины: Учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Судостроение, 1994. – 504 с. (1-е изд. – Л., 1972; 2-е изд. – Л., 1979).
3. Радченко Н.И., Грич А.В. Охлаждение приточного воздуха машинного отделения когенерационных модулей [Текст]. / Н.И. Радченко, А.В. Грич // Збірник наукових праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2015 – не опублікована
4. Радченко Н.И., Коновалов А.В., Грич А.В. Получение пресной воды в тригенерационной установке [Текст]. / Н.И. Радченко, А.В. Коновалов А.В. Грич // Холод в енергетиці і на транспорті: сучасні проблеми кондиціонування та рефрижерації: Матеріали II м.-н. н.-т. конф.

ГИДРОРЕАКТИВНЫЙ СУДОВОЙ ДВИГАТЕЛЬ

Самохвалов И. Е.

*Херсонский филиал Национального университета кораблестроения
имени адмирала Макарова)*

Научный руководитель – Политикин Б. М., к.т.н., доцент

Вступление. Фильтр Калмана – это, наверное, самый популярный алгоритм фильтрации, используемый во многих областях науки и техники. Благодаря своей простоте и эффективности его можно встретить в GPS-приемниках, обработчиках показаний датчиков, при реализации систем управления и т.д. Про фильтр Калмана в интернете есть очень много статей и книг (в основном на английском), но у этих статей довольно большой порог вхождения, остается много туманных мест, хотя на самом деле это очень ясный и прозрачный алгоритм. Я попробую рассказать о нем простым языком, с постепенным нарастанием сложности. Любой измерительный прибор обладает некоторой погрешностью, на него может оказывать влияние большое количество внешних и внутренних воздействий, что приводит к тому, что информация с него оказывается зашумленной. Чем сильнее зашумлены данные тем сложнее обрабатывать такую информацию. Фильтр – это алгоритм обработки данных, который убирает шумы и лишнюю информацию [1].

Основная часть. В фильтре Калмана есть возможность задать априорную информацию о характере системе, связи переменных и на основании этого строить более точную оценку, но даже в простейшем случае (без ввода априорной информации) он дает отличные результаты.

Рассмотрим простейший пример – предположим нам необходимо контролировать уровень топлива в баке. Для этого в бак устанавливается емкостный датчик, он очень прост в обслуживании, но обладает некоторыми недостатками – например, зависимость от заправляемого топлива (диэлектрическая проницаемость топлива зависит от многих факторов, например, от температуры), большое влияние «болтанки» в баке. В итоге, информация с него представляет типичную «пилу» с приличной амплитудой. Такого рода датчики часто устанавливаются на тяжелой карьерной технике (не смущайтесь объемам бака):

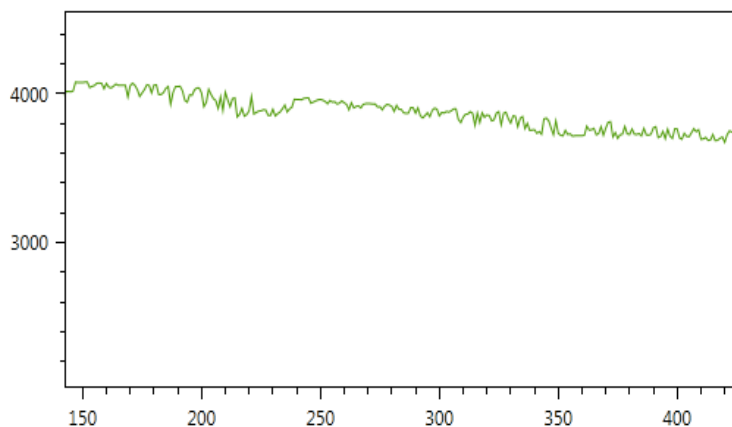


Рисунок 1 – Измерения с приличной амплитудой

Фильтр Калмана оперирует понятием вектора состояния системы (набором параметров, описывающих состояние системы на некоторый момент времени) и его статистическим описанием. В общем случае динамика некоторого вектора состояния плотностями вероятности распределения его компонент в каждый момент времени. При наличии определенной математической модели производимых наблюдений за системой, а также модели априорного изменения параметров вектора состояния (а именно – в

качестве марковского формирующего процесса) можно записать уравнение для апостериорной плотности вероятности вектора состояния в любой момент времени . Данное дифференциальное уравнение носит название уравнение Стратоновича . Существует несколько разновидностей фильтра Калмана , отличающихся приближениями и ухищрениями , которые приходится применять для сведения фильтра к описаному виду и уменьшения его размерности :

- расширенный фильтр Калмана (EKF. EXTENDED KALMAN FILTER);
- сигма- точений фильтр Калмана (UKF. UNSCENTED KALMAN FILTER)
- ENSEMBLE KALMAN FILTER(используется для уменьшения размерности задачи).

Фильтр Калмана использует динамическую модель системы (например, физический закон движения), известные управляющие воздействия и множество последовательных измерений для формирования оптимальной оценки состояния. Алгоритм состоит из двух повторяющихся фаз: предсказание и корректировка. На первом рассчитывается предсказание состояния в следующий момент времени (с учетом неточности их измерения). На втором, новая информация с датчика корректирует предсказанное значение (также с учетом неточности и зашумленности этой информации) [2].

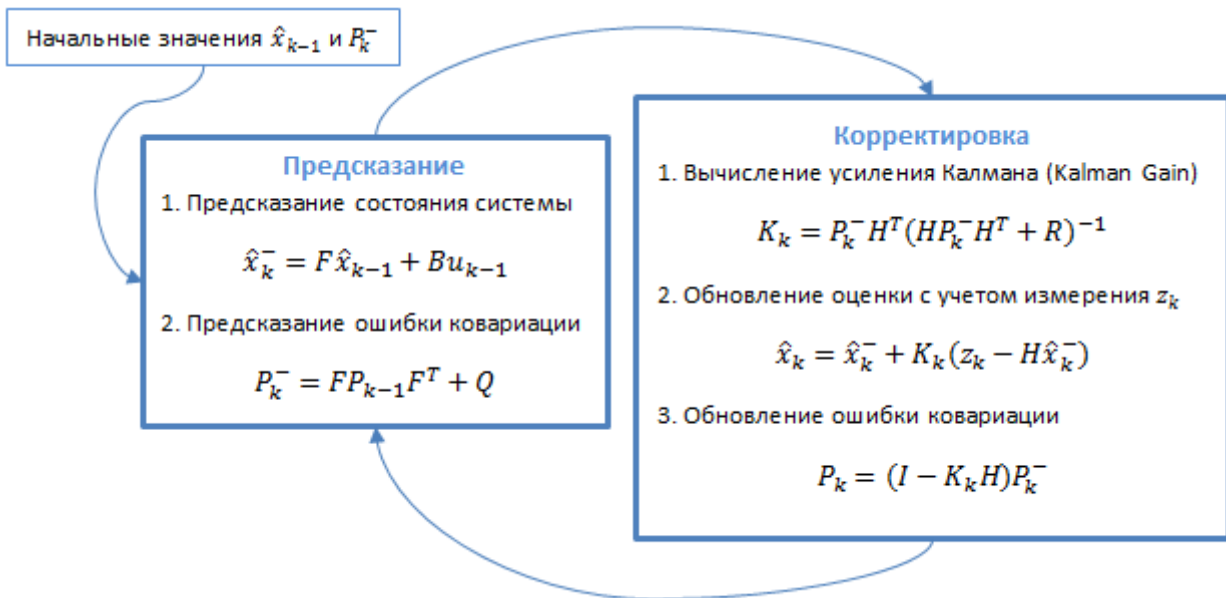


Рисунок 2 – Формула предсказание состояния в следующий момент времени

Уравнения представлены в матричной форме, если вы не знаете линейную алгебру – ничего страшного, дальше будет упрощенная версия без матриц для случая с одной переменной. В случае с одной переменной матрицы вырождаются в скалярные значения.

Разберемся сначала в обозначениях: подстрочный индекс обозначает момент времени: k – текущий, $(k-1)$ – предыдущий, знак «минус» в верхнем индексе обозначает, что это *предсказанное* промежуточное значение.

Описание переменных представлены на следующих изображениях:

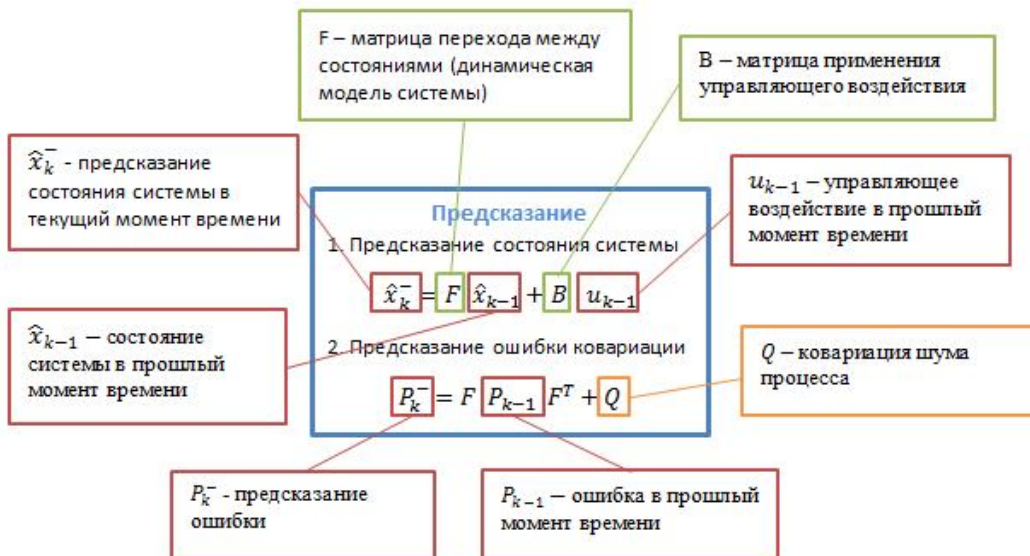


Рисунок 3 – Формула предсказание промежуточных значений



Рисунок 4 – Формула вычисления усиления

Можно долго и нудно описывать, что означают все эти таинственные матрицы переходов, но лучше, на мой взгляд, на реальном примере попробовать применить алгоритм – чтобы абстрактные значения обрели реальный смысл. Вернемся к примеру с датчиком уровня топлива, так как состояние системы представлено одной переменной (объем топлива в баке), то матрицы вырождаются в обычные уравнения:

Предсказание

$$\hat{x}_k^- = F \hat{x}_{k-1} + B u_{k-1}$$

$$P_k^- = F P_{k-1} F + Q$$

Корректировка

$$K_k = \frac{P_k^- H}{H P_k^- H + R}$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - H \hat{x}_k^-)$$

$$P_k = (1 - K_k H) P_k^-$$

Рисунок 5 – Формулы обычной матрицы

Определение модели процесса. Для того, чтобы применить фильтр, необходимо определить матрицы/значения переменных определяющих динамику системы и измерений F , V и H :

F – переменная описывающая динамику системы, в случае с топливом – это может быть коэффициент определяющий расход топлива на холостых оборотах за время дискретизации (время между шагами алгоритма). Однако помимо расхода топлива, существуют ещё и заправки... поэтому для простоты примем эту переменную равную 1 (то есть мы указываем, что предсказываемое значение будет равно предыдущему состоянию).

V – переменная определяющая применение управляющего воздействия. Если бы у нас были дополнительная информация об оборотах двигателя или степени нажатия на педаль акселератора, то этот параметр бы определял как изменится расход топлива за время дискретизации. Так как управляющих воздействий в нашей модели нет (нет информации о них), то принимаем $V = 0$.

H – матрица определяющая отношение между измерениями и состоянием системы, пока без объяснений примем эту переменную также равную 1.

Определение сглаживающих свойств:

R – ошибка измерения может быть определена испытанием измерительных приборов и определением погрешности их измерения.

Q – определение шума процесса является более сложной задачей, так как требуется определить дисперсию процесса, что не всегда возможно. В любом случае, можно подобрать этот параметр для обеспечения требуемого уровня.

Выводы. Классический фильтр Калмана является уравнениями для расчетов апостериорной плотности вероятности при данных ограничениях. Для нормальной плотности вероятности математического ожидания и дисперсионная матрица полностью задают плотность вероятности .можно сказать , что фильтр Калмана рассчитывает апостериорную плотность вероятности вектора состояния на каждый момент времени. Расчетные значения математических ожиданий при этом являются оптимальными оценками по критерию среднеквадратической ошибки ,что и обуславливает его широкое применение [3].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перов, А.И Статистическая теория радиотехнических систем – Радиотехника 2003- 400с.
2. Цыплаков А. 2011 Введение в моделирование в пространстве состояний .- Квантиль номер 9
3. CS373 – PROGRAMMING A ROBOTIC CAR Greg Welch, Gary Bishop, «An Introduction to the Kalman Filter», 2001 M.S.Grewal, A.P. Andrews, «Kalman Filtering – Theory and Practice Using MATLAB», Wiley, 2001.

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА

Селиванов А. Л.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Колебанов О.К., к.т.н., доцент Херсонської державної морської академії

Вступ. Аналіз публікацій присвячених аваріям на морському транспорті показує про великий відсоток впливу «людського чинника» на розвиток аварійних ситуацій. Одним з основних чинників запобігання аварійній ситуації є безперебійна робота системи електропостачання судна. Це стосується абсолютно всіх типів суден. Проте деякі особливості морських систем безперебійного живлення визначаються типом судна. Складніші рішення по забезпеченню надійного і безперебійного електроживлення використовуються на борту пасажирських круїзних лайнерів, оскільки тут необхідно думати не лише про безпеку, але і про розвагу пасажирів. У процесі розвитку аварії при виникненні загрози загибелі пасажирського судна постає необхідність вжити заходів для швидкої евакуації пасажирів. Найбільша небезпека виникає тоді, коли відмовляють пристрої, які підключені до електричної мережі. Втрата шансів на врятування може виникати внаслідок відключення від джерел електроенергії систем звукової сигналізації і сповіщення, аварійного освітлення і інших пристроїв.

Основна частина. В літературі практично не зустрічаються відомості про можливості аварійних дизель-генераторів пасажирських круїзних лайнерів забезпечити електроенергією найбільш відповідальні системі при знеструмленні головного розподільючого щита (ГРЩ), метою роботи [1] є розрахунок сумарної потужності необхідною для підтримки роботі пропульсивної системі, аварійного освітлення з системою автоматики судна, насосів рульових пристроїв, обладнання яке може бути увімкнена в разі аварійної ситуації або пожежі.

При увімкненні усього аварійного обладнання пасажирського судна «Empress». сумарне навантаження 502.5 кВА перевищує максимальну потужність аварійного генератора 450кВА [1]. Для забезпечення надійної роботи системи аварійного живлення необхідні наступні зміни.

1. Зробити спеціальний режим маневрування автоматичній системі моніторингу/керування Kongsberg в якому після знеструмлення усе обладнання необхідне для забезпечення пропульсивної системі буде вмикатися автоматично після появи напруги на шинах АРЩ у необхідній послідовності та з необхідними затримками часу. В аварійній ситуації через помилку або повільну дію оператора пропульсивна система може зупинитися що в свою чергу може призвести до зіткнення.

Щоб запобігти цьому необхідно змінити програму Kongsberg, додати спеціальний режим «маневрування» в якому в разі знеструмлення ГРЩ одразу після появи напруги на шинах АРЩ обладнання запускатиметься би автоматично у послідовності при якій пропульсивна та рульова система стає контрольованою.

2. Зробити список обладнання з меншим пріоритетом, яке буде автоматично вимикатися у разі перевантаження АГ. При переході на живлення аварійного освітлення на батарею та переході насоса заборотної води з другої швидкості, що відповідає максимальній потужності, на першу тим самим зменшиться навантаження на АГ на 52кВт. При зниженій потужності насоса заборотної води підвищення температури можна компенсувати частково або повністю (залежно від навантаження) якщо збільшити потік прісної води через холодильник. Для цього треба зробити зворотній зв'язок по температурі (електронний термостат). Краще якщо щит аварійного освітлення буде брати живлення від батарей доти працює аварійний генератор та перемкнеться на АРЩ тільки тоді, коли АРЩ буде живитися від ГРЩ. В нормальному режимі аварійне освітлення працює від трансформатора 440/220В, коли знеструмлюється АРЩ щит аварійного

освітлення запитується від інвертора. Тобто у режимі перевантаження можливо знизити струм випрямителя до нуля, а потім якщо з'явиться запас потужності АГ підзарядити батарею.

3. Зробити спеціальну сторінку в Kongsberg в якій оператор буде бачити обладнання яке живиться від АРЩ, навантаження яке він може увімкнути. З підтримкою пропульсивної системи необхідно зробити захист від перевантаження АГ при помилці оператора та щоб спростити роботу оператора в аварійній ситуації. Для цього треба змінити програму Kongsberg та зробити спеціальну сторінку, у якій оператор може бачити список обладнання підключеного до АГ та сумарне навантаження.

У колонці статус напроти кожної позиції обладнання три статуса обладнання: ручний, контроль на локальній панелі; автоматичний контроль; помилка, несправність обладнання.

У колонці можливість запуску кольоровий код: блакитний обладнання працює; білий обладнання зупинено та може бути запущене; жовтий обладнання зупинено та може бути запущене, але для його запуску потужність перевищить максимальну доступну та буде автоматично вимкнено зарядку аварійної батареї та можливо перехід насосу забортної води на першу швидкість; червоний недостатньо потужності АГ.

Комп'ютер має слідкувати за потужністю та струмом АГ та рахувати статус «можливість запуску» в реальному часі та змінювати кольір при зміні навантаження, режиму роботи випрямителя, потужності насоса охолодження забортної води та видавати на екран доступну потужність АГ. У колонці «можливість запуску» також має бути вказана потужність та струм обладнання. При появі доступної потужності АГ, випрямитель першим (через невеликий проміжок часу) має автоматично повертатися до нормального режиму роботи, насос охолодження має повертатися до нормального режиму роботи після переходу до економічного режиму тільки по команді оператора. Таким чином неможливо перевантажити АГ через помилку оператора.

Висновки. При знеструмленні навіть на короткий час зупиняться головні двигуни, що дуже небезпечно під час маневрування. Запропоновано комплекс заходів для підтримки роботи пропульсивної системи у випадку знеструмлення ГРЩ, що робить судно більш безпечним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колебанов О.К. Недоліки аварійної системи електропостачання пасажирського судна / О. К. Колебанов, Г. О. Чаусовский. // Матеріали 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування. –Херсон: ХДМА, 2017. – С. 100–104.

РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Синькевич В. А., Бухтияров В. П.

Херсонская государственная морская академия

Научный руководитель – Голощанов С. С., к.т.н., доцент кафедры эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики ХГМА

Вступление. Трехфазные асинхронные машины с короткозамкнутым ротором составляют основу современного промышленного и судового электропривода. Отсутствие скользящих контактов, удобство обслуживания, надежность в эксплуатации, высокие технико-экономические показатели делают их незаменимыми в электроприводах судовых грузоподъемных механизмов, якорно-швартовых, рулевых и подруливающих устройствах.

В то же время следует отметить и недостатки таких двигателей, из которых наиболее существенными являются малоудовлетворительные регулировочные и пусковые характеристики. Поэтому актуальным является совершенствование их конструкций с целью получения, в частности, улучшенных пусковых характеристик.

Основная часть. Значительный парк асинхронных двигателей (АД) составляют судовые грузоподъемные механизмы, производительность которых, помимо скорости подъема или опускания груза, определяется также временем пуска двигателя. По литературным данным [1], время пуска определяется как разница величин пускового момента $M_{пуск}$ двигателя и момента сопротивления M_c . При этом не принимается во внимание конфигурация кривой момента двигателя, что приводит к существенной ошибке. Ниже приводится методика определения времени разгона привода при произвольной форме кривой момента.

В общем случае уравнение движения привода

$$M - M_c = J \frac{d\omega}{dt},$$

где M – двигательный момент, M_c – момент сопротивления, J – приведенный к двигателю момент инерции механизма, включая и момент инерции ротора, ω – скорость ротора, t – время.

Решая его, определяем время разгона (пуска) двигателя

$$t_n = J \int_0^{\omega_{ном}} \frac{1}{M - M_c} d\omega.$$

учитывая, что угловая скорость ω и скольжение s связаны соотношением $\omega = \omega_0(1-s)$, $d\omega = -\omega_0 ds$; здесь ω_0 – скорость поля, постоянная величина.

Тогда время разгона определится как

$$t_n = J \int_1^{s_{ном}} \frac{\omega_0}{M - M_c} ds = J\omega_0 \cdot \frac{1}{S_{M-M_c}} \Big|_1^{s_{ном}},$$

где $S_{M-M_c} \Big|_1^{s_{ном}} = M_{дин}$ – динамический момент, или площадь, заключенная под разностью кривых M и M_c .

С учетом этого время разгона определится как

$$t_n = k_{mp} J\omega_0 \cdot \frac{1}{M_{дин}},$$

где $k_{mp} = 1,1 \div 1,3$ – коэффициент, учитывающий момент инерции трансмиссии.

Кривая $M = f(s)$ носит резко нелинейный характер, зачастую имея явно выраженный максимум. На этой кривой всегда можно определить четыре точки:

1. Режим идеального холостого хода: $M = 0, s = 0$;
2. Номинальный режим: $M = M_{ном}, s = s_{ном}$;
3. Режим максимального момента (критическая точка): $M = M_{макс}, s = s_{кр}$;
4. Пусковой режим: $M = M_{пуск}, s = 1$.

Все эти точки определяются по паспортным данным двигателя и по каталогу; величину $s_{кр}$ можно вычислить по формуле $s_{кр} = s_n \cdot (k_m + \sqrt{k_m^2 - 1})$, $k_m = M_{макс} / M_{ном}$.

С достаточной степенью точности кривую $M = f(s)$ можно заменить кусочно-ломаной прямой, проходящей через четыре указанные точки, как показано на рис. 1.

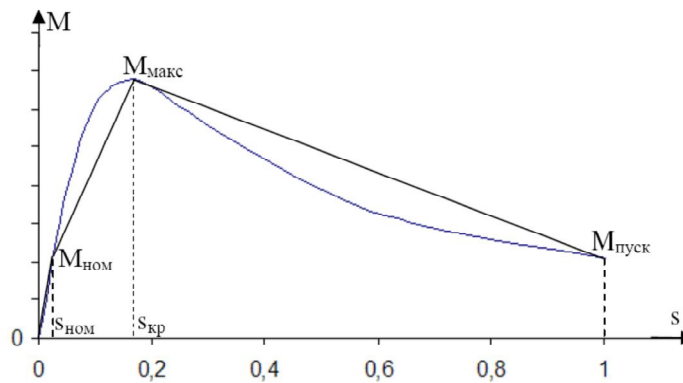


Рисунок 1 – Кусочно-линейная аппроксимация кривой момента $M = f(s)$

Площадь, заключенная под кривой $M = f(s)$ на участке $s = 1$ до $s = s_{ном}$ определится как

$$M \approx \frac{M_{пуск} + M_{макс}}{2} \cdot (1 - s_{кр}) + \frac{M_{макс} + M_{ном}}{2} \cdot (s_{кр} - s_{ном}).$$

Если же кривая $M = f(s)$ имеет монотонный вид, что имеет место в двигателях с массивными ферромагнитными роторами (рис. 2), то площадь под кривой будет равна

$$M \approx \frac{M_{пуск} + M_1}{2} \cdot (1 - s_1) + \frac{M_1 + M_{ном}}{2} \cdot (s_1 - s_{ном}).$$

При этом выбор координат точки (M_1, s_1) не критичен: $s_1 = 0,15 \div 0,3$.

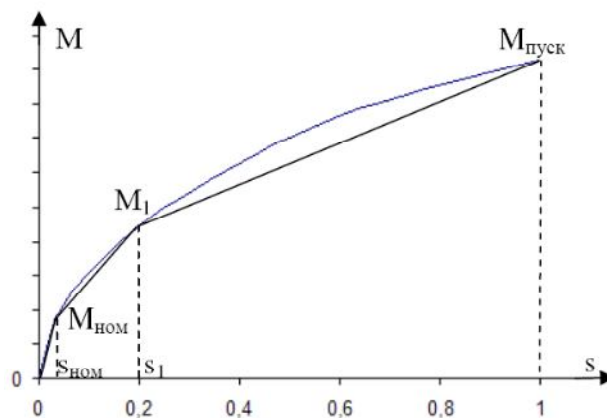


Рисунок 2 – Кусочно-линейная аппроксимация кривой $M = f(s)$, имеющей монотонный характер

Расчетный анализ показывает, что традиционные двигатели, имеющие характеристику вида рис.1, имеют относительно небольшой динамический момент, что обуславливает недопустимо большое время разгона привода. При этом двигатель при разгоне до скорости 70-80% от номинальной потребляет ток на уровне пускового, обуславливая относительно длительные провалы бортового напряжения.

Поэтому, как правило, в подъемных механизмах применяют глубокопазные или двухклеточные двигатели, обладающие повышенным пусковым моментом и относительно небольшим пусковым током.

Альтернативой таким двигателям может служить двигатель с омедненным массивным ферромагнитным ротором, который имеет механическую характеристику, представленную на рис. 2. Омеднение ротора способствует повышению его рабочего и пускового моментов [2].

Анализ электромагнитных процессов, происходящих в массивном ферромагнитном роторе [3], позволяет определить глубину проникновения электромагнитного поля в тело ротора и прийти к заключению, что поле вглубь ротора при пуске проникает всего лишь на несколько миллиметров, а при скольжении 2,5% – на 2÷3 см. В связи с этим внутреннее тело ротора в электромагнитном процессе участия не принимает, что позволяет его исключить, облегчив сам ротор и снизив, таким образом, момент инерции ротора, что уменьшает время его разгона. А, поскольку, поле внутри ротора отсутствует, нет необходимости во внутреннем ферромагнитном статоре, который обычно присутствует в двигателях с полым ротором. При этом сам ротор представляет собой полый толстостенный ферромагнитный стакан.

Выводы. Представленная методика расчета динамического момента позволяет уточнить определение времени разгона электропривода с произвольной формой кривой момента, что дает возможность оптимизировать вид механической характеристики. Применение асинхронного двигателя с массивным полым омедненным ротором в судовых подъемных механизмах позволит снизить время разгона привода, уменьшить провалы напряжения и их длительность при пуске, снизить материалоемкость и вес двигателя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекунов К.А. Судовые электроприводы и электродвижение судов / К.А. Чекунов – Л.: Судостроение, 1989. – 464 с.

2. Ищенко И.М. Расчет асинхронного двигателя с омедненным массивным ферромагнитным ротором. / Ищенко И.М., Голощанов С.С. // Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. – Херсон : Херсонська державна морська академія, 2017. - №1(16). С. 121 - 125.

3. Куцевалов В.М. Вопросы теории и расчета асинхронных машин с массивными роторами / В.М. Куцевалов – М. – Л. : Энергия. 1966. 304 с.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА БАЛКЕРАХ І ТАНКЕРАХ

Скрипченко О. С., Шупієв Маіс Х Ананга огли, Балабан І. В.
Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова
Науковий керівник – Єсін І. П., к.т.н. доцент

Вступ. Початковими даними для вибору доцільного способу вироблення теплової енергії на транспортному судні є тип і призначення судна, райони і режими його плавання, швидкість руху, потужність енергетичної установки та її комплектація, тип головного двигуна. Теплова енергія у вигляді пари або гарячої води потрібна на судні для: обігріву приміщень; для підігрівання і зволоження повітря в кондиціонерах; для побутових потреб; для підігрівання важкого палива перед поданням в двигуни і в цистернах запасу; для обігріву баласту; для підігрівання в'язких нафтопродуктів, що перевозяться, на танкерах.

Основна частина. Пар на судні виробляється в утилізаційних, допоміжних котлах, а також в котлах з комбінованим опаленням. У сучасних малооборотових двигунах (МОД) знизився рівень температури випускних газів (до 260...290 °С), що зменшило теплову енергію цих газів і це сказалося на продуктивності утилізаційних котлів. Потреби в тепловій енергії різних типів суден суттєво відрізняються. Найбільша продуктивність котлів на танкерах, а значно менше на транспортних суднах других типів. Для приклада розглянемо способи вироблення теплової енергії на танкерах і балкерах. На рисунку наведена структурно-функціональна схема енергетичної установки танкера. Замість утилізаційного може бути встановлено котел з комбінованим опаленням. Кількість допоміжних котлів може бути від одного до трьох. В енергетичній установці балкера, як правило, один котел – допоміжний, або з комбінованим опаленням [1].

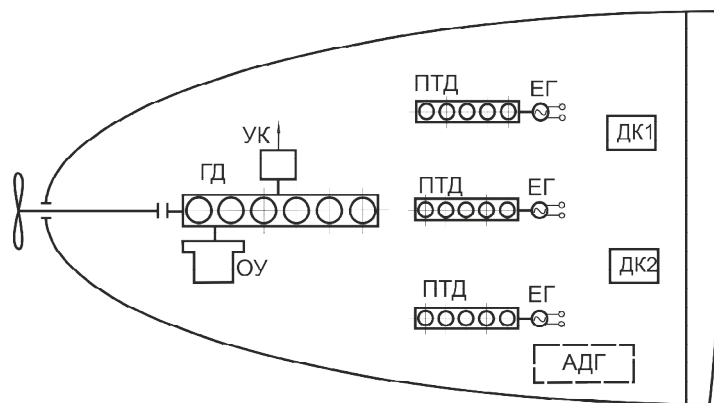


Рисунок 1 – Структурно-функціональна схема енергетичної установки танкера:

ГД – головний двигун; ПТД – первинний тепловий двигун; ЕГ – електрогенератор; АДГ – аварійний дизель-генератор; ОУ – опріснювальна установка; УК – утилізаційний котел; ДК – допоміжний котел

В таблиці наведені основні характеристики деяких сучасних балкарів та танкерів, які надають наглядне уявлення про судно, головний двигун, а також о котлах, їх кількості і паропроductивності.

Таблиця 1 – Характеристики суден [2]

Найменування Характеристика	«VALE BRASIL»	«SHOYON»	«SONGA FORTUNE»	«MAERSK SARA»
1. Тип судна	балкер	балкер	Танкер - хімовоз	танкер
2.Рік та місце побудови	2011, Корея	2013, Японія	2015, Хорватія	2011, Корея
3.Довжина, ширина, м	362x65	240x43	184x32	332x60
4.Дедвейт, т	400000	97114	49706	323190
5.Швидкість руху, вузли	14,8	14,2	14,5	16,3
6.Кількість ГД, тип і потужність, кВт/частота обертання, хв. ⁻¹	1x7S80ME 1x29260 MAN	1x6RTflex58T 1x9680/84 Wartsila	1x6S50ME, 1x8680/103 MAN	1x6S90ME 1x29340/74 MAN
7.ДКУ, кількість, марка, продуктивність т/год	1ДК, 1x2,5 Aalborg	1x1,25 Osaka boiler	2x14, 1x1,36 SAACKE	2x45 Mitsubishs
8.УК, кількість, марка, продуктивність т/год	-	-	-	1x6,44

Висновки. При виборі котельної установки треба враховувати, що для танкерів обов'язковий допоміжний котел (один або два) великої продуктивності. Бажано мати котел з комбінованим опалюванням або ще один допоміжний котел, який працює, коли танкер у баласті.

Для балкерів не потрібні котли великої продуктивності, тому можна вибрати котел утилізаційний і допоміжний або один котел з комбінованим опалюванням.

Ознайомитися з конструкціями і характеристиками котлів і обрати необхідний котел можна, використовуючи [3,4].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбов В.М. Енциклопедія суднової енергетики [Текст].: підручник / В.М. Горбов. – Миколаїв: НУК, 2010. – 624 с.
2. Significant Ships of 2011, 2013, 2015 [Text].: / editor Tim Knaggs/ - London: RINA< 2011, 2013, 2015.
3. Єпіфанов О.А. Конструкції суднових котлів [Текст].: навч. посіб. / О.А. Єпіфанов. – Миколаїв: НУК, 2016. – 198 с.
4. Корнілов Е.В. Допоміжні, утилізаційні, термоолійні котли морських суден. Конструкція й експлуатація [Текст].: навч. посіб. / Е.В. Корнілов, П.В. Бойко, Е.І. Голофастов. – Одеса: ЕкспрессРеклама. 2008. – 240с. Рос. мовою.

ДИНАМІЧНІ ВТРАТИ IGBT ТРАНЗИСТОРІВ У ВИХІДНИХ МОДУЛЯХ СУДНОВИХ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Терлецький В. О., Недбай К. В., Лісовець В. Е.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Тимофеев К. В., к.т.н., доцент

Вступ. В системах автоматизації сучасних суден широко застосовується частотні перетворювачі для управління асинхронними двигунами невеликої потужності у складі сервоприводів. Електроенергія на вході перетворювача випрямляється трифазним випрямлячем і фільтрується за допомогою конденсаторів постійного струму. Надалі випрямлений струм перетворюється інвертором в змінний струм з можливістю регулювання частоти і напруги шляхом широтно-імпульсної модуляції. Регулюванням ширини імпульсів і їх тимчасової складової з'являється можливість плавно регулювати напругу і частоту електроенергії, що живить електродвигун.

Інвертор складається з модулів IGBT транзисторів, частотні властивості і динамічні характеристики яких визначають конкретні умови роботи модуля.

Основна частина. У документації виробників наводяться часові параметри IGBT транзисторів: час затримки включення і виключення $t_{d(on)}$, $t_{d(off)}$, час наростання t_r і спаду t_f , а також енергія включення / вимикання E_{on} і E_{off} . Для антипаралельних діодів (FWD) вказується пікове значення зворотного струму I_{RRM} , заряд і енергія зворотного відновлення Q_{rr} і E_{rr} [1, 2].

Вимірювання часів перемикавання та енергії втрат IGBT-модулів здійснюються за допомогою стандартного «2-пульсного тесту» напівмостового каскаду, що працює на індуктивне навантаження (рисунок 1) [3, 4].

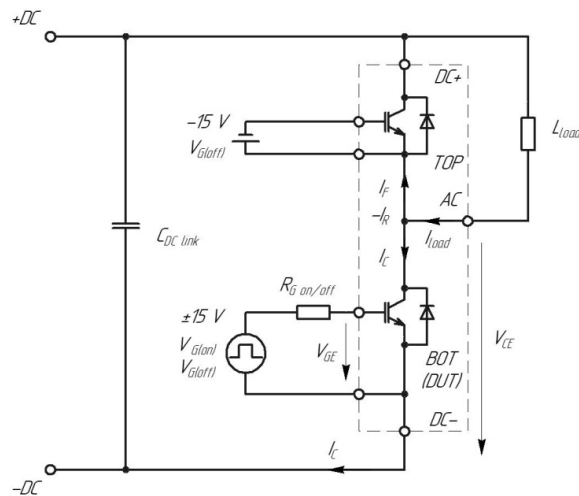


Рисунок 1 – Схема вимірювань

Типова методика вимірювання динамічних втрат наведена у стандарті ІЕС 60747-9 (розділи 6.3.11 і 6.3.17 Measuring methods for switching energy dissipations) [3]. Відповідно цьому документу, енергія включення E_{on} та вимкнення E_{off} :

$$E_{on} = \int_{t_1}^{t_2} p_V(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} v_{CE}(t) \cdot i_C(t) dt; \quad (1)$$

$$E_{off} = \int_{t_3}^{t_4} p_V(t) dt = \int_{t_3}^{t_4} v_{CE}(t) \cdot i_C(t) dt. \quad (2)$$

Енергія відновлення діода E_{rr} [5]:

$$E_{rr} = \int_{t_5}^{t_6} p_V(t) dt = \int_{t_5}^{t_6} v_r(t) \cdot i_r(t) dt. \quad (3)$$

Довідкові значення динамічних втрат силових ключів наводяться в документації з урахуванням роботи на індуктивне навантаження, що відповідає вимогам стандартів IEC і узгоджується з умовами експлуатації в більшості практичних застосувань.

У приводах малої і середньої потужності для з'єднання з двигуном часто використовується довгий кабель (наприклад, в сервоприводах), при цьому навантаження отримує значну ємкісну складову, що необхідно враховувати при розрахунку втрат перемикачів. Інформація про це відсутня в технічних специфікаціях, її досить важко знайти і в спеціальних публікаціях.

Вплив розподіленої ємкості кабелю досліджується на прикладі стандартного привода, до складу якого входить трифазний інвертор напруги і асинхронний двигун (ASM), підключений за допомогою екранованого кабелю різної довжини. На рисунку 2 показана функціональна схема привода, що містить принципово важливі ЕМІ-компоненти, такі як мережевий фільтр і Y-ємкості. IGBT транзистори переключуються з високими швидкостями зміни напруги dv/dt між фазами, а також між фазами і шиною заземлення, що призводить до протікання струму через паразитні ємкості, що знаходяться між проводами і екраном.

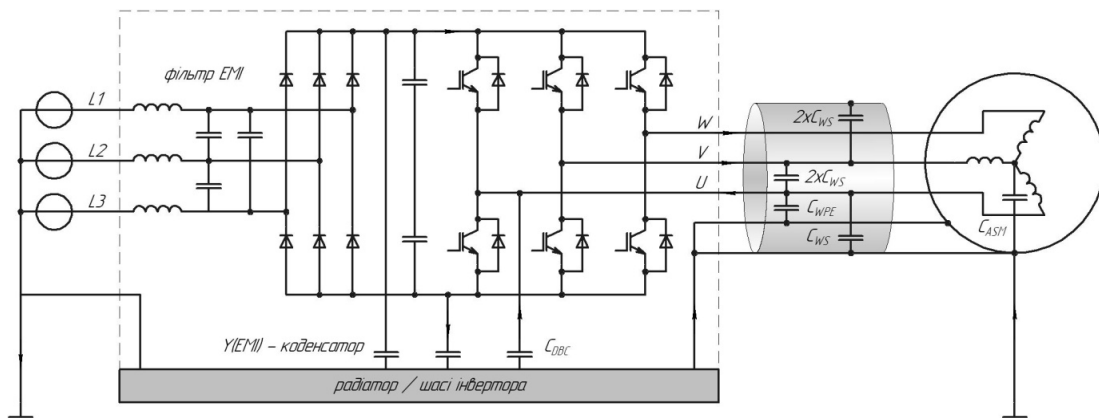


Рисунок 2 – Спрощена принципова схема привода

Ємкісний струм проходить від транзистора через Y-ємкості на шасі, кабелі та екрани, потім назад в DC-шину і IGBT. Так як корпус двигуна зазвичай закріплюється на заземленій платформі, частина струму протікає безпосередньо на землю і назад в мережу і інвертор.

Найбільш поширеним методом захисту від КЗ є моніторинг напруги насичення IGBT $V_{CE(saf)}$ і його порівняння з деяким порогом (зазвичай 5-7 В). Коли пряма напруга перевищує опорне значення, драйвер визначає аварійний режим, і транзистор блокується. Режим моніторингу $V_{CE(saf)}$ активується через кілька мікросекунд після включення IGBT, щоб пряма напруга досягла свого стійкого стану.

На відміну від типових умов випробувань, екранований кабель підключається між силовим модулем і індуктивним навантаженням. Крім того, навантаження є не звичайний дросель, застосовуваний в лабораторних умовах, а двигун ASM з додатковим ємкісним зв'язком між обмотками і заземленим корпусом. Амплітуда струму задається тривалістю першого імпульсу в стандартній тестовій послідовності. Після виключення IGBT його струм перенаправляється в опозитний діод і протікає через нього до тих пір, поки транзистор не буде включено вдруге [5].

Завдяки високій індуктивності навантаження струм в ньому майже не змінюється. Перше виключення і друге включення IGBT використовуються для вимірювання енергії динамічних втрат.

Підключення силового модуля до ASM можливе трьома варіантами: екранований кабель; кабель без екрану, але з крученими одиночними дротами; одиночні, не кручені дроти по трьом фазам.

Втрати холостого ходу не враховуються в загальній формулі комутаційних втрат інвертора, що працює в режимі ШІМ [6]. Вони покладаються рівними нулю при нульовому навантаженні, хоча це не зовсім коректно, якщо воно чисто індуктивне. Невеликий ємкісний струм, обумовлений наявністю паразитних ємкостей у напівпровідникових елементах і модулях щодо землі, буде протікати в будь-якому випадку. Референсні значення (ref), що використовуються у формулі, вказуються в специфікаціях при номінальних умовах вимірювання. Як правило, це $T_{j(op,max)}$, $I_{C(nom)}$ і, наприклад, $V_{CC} = 600$ В для IGBT з робочою напругою 1200 В:

$$P_{SW} = f_{SW} \cdot E_{SW(ref)} \cdot \frac{\sqrt{2}I_{OUT}}{\pi} \cdot \frac{1}{I_{ref}} \cdot (1 + TC(T_j - T_{ref})) \cdot \left(\frac{V_{CC}}{V_{ref}}\right)^{Exp} \quad (4)$$

Доцільно доповнити цю формулу виразом, що враховує ємкісний струм кабелю. Він дає зміщення динамічної енергії яке прямо пропорційно частоті перемикання і також залежить від довжини кабелю і прикладеної напруги. Збільшення довжини кабелю призводить до зростання комутаційних втрат і задається показником ступеня (тут 0,37):

$$P_{SW} = f_{SW} \cdot E_{SW(ref)} \cdot \left(0,2 \left(\frac{L_{cable}}{10 \text{ м}}\right)^{0,37} + \frac{\sqrt{2}I_{OUT}}{\pi} \cdot \frac{1}{I_{ref}} \cdot (1 + TC(T_j - T_{ref}))\right) \cdot \left(\frac{V_{CC}}{V_{ref}}\right)^{1,4} \quad (5)$$

Висновки. Екрановані кабелі часто застосовуються для поліпшення електромагнітної сумісності (ЕМС). Наявність паразитних ємкостей кабелю збільшує енергію включення E_{on} IGBT більшою мірою, ніж знижує втрати виключення E_{off} . Тому в підсумку може спостерігатися досить високий зріст енергії динамічних втрат, що залежить від довжини кабелю. Це збільшення можна визначити в режимі холостого ходу при нульовому струмі, отримане значення буде додаватися до сумарної величини E_{SW} у всьому діапазоні струмів.

З ростом навантаження описаний ефект стає менш важливим, оскільки «власні» комутаційні втрати напівпровідникових приладів практично лінійно залежать від струму кристала. Наприклад, при зміні струму IGBT з 10 до 100 А динамічні втрати зростають також приблизно в 10 разів, а вплив ємкості в тих же умовах збільшується менш ніж в три рази.

Дуже складно визначити, до якого саме рівня навантаження слід враховувати ємкісний ефект, оскільки він залежить від максимальної довжини кабелю, співвідношення між статичними і динамічними втратами, а також режиму роботи двигуна (S1, S2... S8). У загальному випадку можна сказати, що збільшення E_{SW} потрібно розглядати, якщо воно становить кілька ват на IGBT. Крім того, ємкість кабелю впливає на втрати в колі постійного струму, часові параметри IGBT (t_r , t_f , t_{df}), а також час блокування t_{bl} схеми захисту від КЗ по напрузі насичення $V_{CE(saf)}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. U. Nicolai, A. Wintrich. Determining switching losses of SEMIKRON IGBT modules. Application Note AN-1403. SEMIKRON, 2014.
2. A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann. Application Manual Power Semiconductors. ISLE Verlag, 2011.
3. IEC 60747-9: Semiconductor devices – discrete devices. Part 9: Insulated-gate bipolar transistors (IGBT).
4. J. Lamp. IGBT Peak Voltage Measurement and Snubber Capacitor Specification. Application Note AN-7006. SEMIKRON, 2008.
5. IEC 60747-2: Semiconductor devices – discrete devices. Part 2: Rectifier diodes.
6. A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann. Application Manual Power Semiconductors. 2nd edition. ISLE Verlag 2015.

АНАЛІЗ СИСТЕМ ВІДТАЮВАННЯ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧІВ СУДНОВИХ ТРЮМІВ

Тонконог О. М., Марченко К. М.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Науковий керівник – Литош О. В., к.т.н. доцент

В суднових холодильних установках рефрижераторних трюмів і провізійних камер широко використовуються трубчато-пластинчаті повітроохолоджувачі з примусовим обдувом поверхні та безпосереднім випаровуванням холодильного агенту. Вони мають ряд переваг, зокрема, більшу ефективність та якість охолодження повітря в рефрижераторному приміщенні. Але особливістю всіх типів повітроохолоджувачів є те, що їх температура поверхні, зазвичай, нижча від температури точки роси. Тому процес охолодження повітря при контакті з поверхнею повітроохолоджувача неодмінно супроводжується конденсацією насичених парів води, що міститься в повітрі.

Явище вологовипадіння на поверхні повітроохолоджувача несе негативний характер, оскільки частина холодопродуктивності повітроохолоджувача витрачається для поглинання прихованої теплоти фазового переходу при конденсації водяних парів. Конденсат, що випав на трубках та ребрах повітроохолоджувача створює додатковий термічний і аеродинамічний опір, знижує ефективність охолодження, особливо в повітроохолоджувачах з примусовим обдувом.

При режимах роботи повітроохолоджувачів з температурами кипіння нижче 0°C , водяний пар з повітря висаджується на поверхні повітроохолоджувача в вигляді інею. Таким чином, при тривалій роботі повітроохолоджувача шар льоду на теплообмінній поверхні буде зростати, що призводить до різкого зниження ефективності охолодження. Для зниження впливу інею на аеродинамічний опір низькотемпературних повітроохолоджувачів використовують більший крок оребріння 7...11 мм в порівнянні з 2...4 мм в системах кондиціонування. Збільшення кроку оребріння збільшує габарити повітроохолоджувача, але не вирішують проблему збільшення термічного опору поверхні, тому виникає необхідність видалити іній шляхом періодичного відтаювання поверхні. Для видалення інею використовують системи відтаювання.

Найбільш простим і дешевим способом є система відтаювання повітрям, але цей спосіб відтаювання застосовується тільки для камер з температурою повітря вище 0°C і має найбільшу тривалість за часом, що може привести до простою обладнання і розморожування продукції.

Другий і найпоширеніший вид – це відтаювання електричними нагрівачами. Основні переваги даного способу в простоті використання та автоматизації, легкості монтажу, оскільки не потрібно вносити зміни в конструкцію самої холодильної машини. Але при цьому використання електричних нагрівачів потребує значних затрат електроенергії, близько для ребристих повітроохолоджувачів від 120 до 180 Вт на 1 м^2 поверхні випарника. Даний спосіб відтаювання несе значні енергетичні експлуатаційні витрати, що є небажаним, особливо для суднових систем.

Третім і економічно більш вигідним рішенням є відтаювання повітроохолоджувачів гарячим газом (парами холодильного агента на виході з компресора), при якій частина гарячого газу з лінії нагнітання холодильної установки замість конденсатора направляється в повітроохолоджувач. В цьому випадку не потрібна додаткова електроенергія для електрообігрівачів і інші зовнішні джерела тепла. Так як нагрів повітроохолоджувача відбувається рівномірно всередині у всіх його трубках, то час відтаювання значно зменшується в порівнянні з відтаюванням електрообігрівачами, де нагрів відбувається тільки в місцях закладення нагрівальних елементів і значна частина споживаної енергії витрачається на нагрів навколишнього повітря, а не трубок і ребер теплообмінного апарату [2]. Скорочення часу відтаювання призводить до збільшення

тривалості роботи холодильної установки в режимі охолодження і підвищення безпеки продукції. Крім цього, при відтаюванні гарячим газом зменшується вартість повітроохолоджувача (тому що немає електронагрівачів) та вартість підключення системи холодопостачання до електромереж.

На рис. 1 представлена принципова схема системи відтаювання гарячим газом з двома випарниками-повітроохолоджувачами. Ця схема є найбільш актуальною для рефрижераторних трюмів, де є значні витрати холоду і потрібні значні площі теплообмінної поверхні [1].

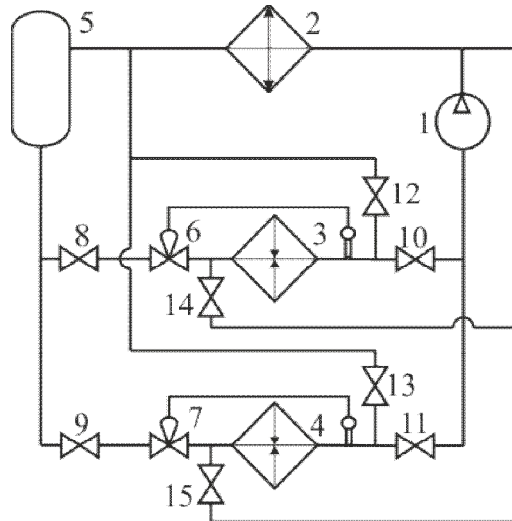


Рисунок – 1 Принципова схема системи відтаювання гарячим газом з двома випарниками-повітроохолоджувачами. Де: 1– компресор; 2 – конденсатор; 3-4 – випарники; 5 – ресивер рідкого холодильного агента; 6-7 – терморегулюючі вентиля; 8-15 – клапани

Принцип схеми з двома повітроохолоджувачами в тому, що для відтаювання одного повітроохолоджувача використовуються пари холодильного агента від другого. Таким чином, при відтаюванні одного з повітроохолоджувачів, робота холодильної машини не припиняється. Відтаювання можна проводити по чергові через проміжки часу, запрограмовані у контролері холодильної машини.

Висновки. Використання системи відтаювання випарників-повітроохолоджувачів гарячим газом дає перевагу в економії електроенергії до 80% в порівнянні з відтаюванням електричними нагрівачами, що особливо важливо для суднових умов експлуатації. Це пояснюється нижчим рівнем енерговитрат за рахунок холодильного коефіцієнту ПКХМ, та втричі меншого часу відтаювання за рахунок біль ефективного теплообміну при відтаюванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Доссат Рой Дж. Основы холодильной техники: Підручник / Рой Дж. Доссат – М: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 520с.
2. Оттайка воздухоохлаждителей горячим газом //Danfoss. – 2014. – С.8. – Режим доступу:<http://refrigerationandairconditioning.danfoss.ru/workarea/downloadasset.aspx?id=17179960551>

ГІДРОРЕАКТИВНИЙ СУДНОВИЙ ДВИГУН

Труба С. М.

*Херсонська філія Національного університету кораблебудування
ім. адмірала Макарова*

Науковий керівник – Самохвалов В. С., к.т.н., доцент

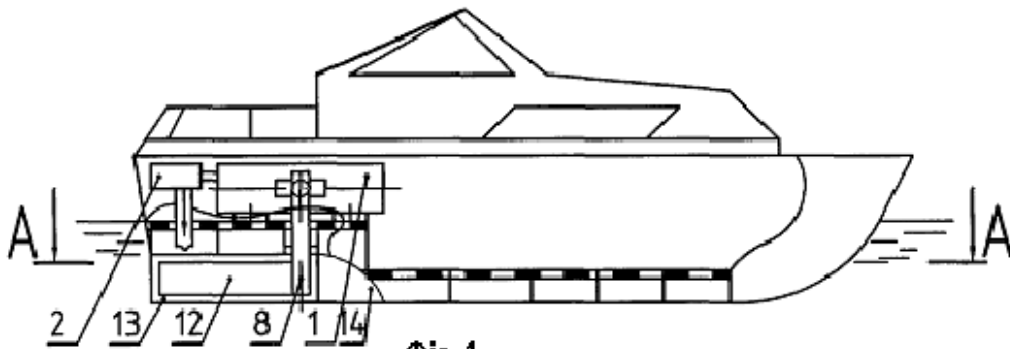
Вступ. В останні десятиліття все більше визнання отримує співдружність біологів з інженерами, біологи збирають вихідні, які відбирають, узагальнюють, перевіряють і інтерпретують фахівці у інженерній галузі. На цій основі виникла наука – біоніка. Гребний гвинт – винахід людського розуму – природа не вважала досить ефективним, через це не наділившись ним жодного з морських мешканців. І не помилилась. Адже по своїй ефективності рушійні комплекси риб і морських тварин значно перевищують самі, зроблені людиною, гребні гвинти. Академік В.В. Шулейкін, досліджуючи рух риб, обчислив, що ККД їх рушійного комплексу досягає 65...83%. Кораблебудівники виявляють особливу цікавість до науки, яка займається розкриттям гідробіологічних закономірностей і використанням їх у практиці – гідробіоніка. Одним з основних напрямків гідробіоніки є розробка раціональних форм і методів зниження опору тіл, що рухаються у водному середовищі, і нових рушійних комплексів. Аналізуючи роботу гребного гвинта (його відносна недосконалість), народилась ідея використання рушія, що махає – типу «риб'ячого хвоста», який при випробуваннях моделей створював упор, учетверо більший, ніж гвинт [1].

Основна частина. Сутність запропонованої моделі пояснюється ескізами, на яких показано загальну схему компоновки гідрореактивного двигуна на судні (рис. 1) і двома положеннями відбору потужності за допомогою кулісного механізму для приводу пластинчатих рушіїв, розташованих в секторальних каналах водогону (рис. 2, рис. 3), його коротким описом і принципом роботи.

Пропонований гідрореактивний судновий двигун, що забезпечує зменшення енерговитрат, вирішує керованість на малих швидкостях і поліпшує розгінні характеристики для маломірних суден, містить: вільно-поршневий генератор-двигун стиснутого газу 1, підключений через керований імпульсний клапан 2 до водогону 3, який містить водозабірник 4 з впускним відсікаючим клапаном 5 та дифузор 6. Впускний керований імпульсний клапан 2 виконано швидкодіючим, наприклад у вигляді соленоїдного вентиля з електромагнітним приводом – електромагнітний сальниковий вентиль, а впускний відсікаючий клапан 5 – типу зворотнього клапану. Поршні у генератора-двигуна стиснутого газу 1, з'єднанні штоком 7. Від гідрореактивного суднового двигуна передбачено можливість відбору потужності для приводу балерів пластинчатих рушіїв 8 в режимі розгону судна за допомогою кулісних механізмів, які складаються з куліс 9, плечей відбору потужності від двигуна 10 та плечей підводу потужності 11 до пластинчатих рушіїв 12. При чому пластинчасті рушії 12 розташовані в секторальних каналах 13 симетрично діаметральній площині судна. Секторальний канал утворено чотирма потোকспрямовуючими площинами у водозабірнику 14. Бокові стінки секторального каналу містять впускні відсічні клапани 15 для заповнення сектора водою. Секторальні канали 13 мають можливість повертатися відносно осей пластинчатих рушіїв 16 за допомогою черв'ячної передачі 17, дозволяючи змінювати напрямок руху судна.

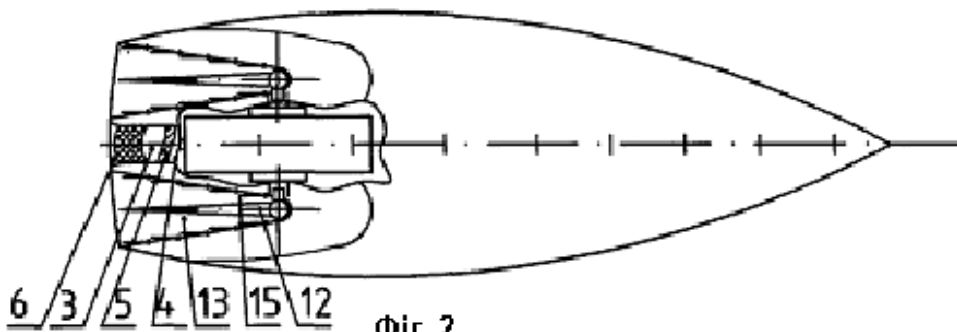
Робота гідрореактивного суднового двигуна при режимі розгону судна відбувається так. Генератор-двигун стиснутого газу 1, працює як двигун, вся потужність, котра відбирається, повністю йде на привод балерів пластинчатих рушіїв 8 за допомогою кулісних механізмів 9. На схемі (рис.2) показано нейтральне положення пластинчатого рушія в секторальному каналі 13 та положення куліси 9 і поршнів генератора-двигуна стиснутого газу 1. Коли поршень генератора-двигуна стиснутого газу 1 доходить до мертвої точки (рис.3), то пластинчатий рушій переміщується до крайнього положення

секторального каналу, при цьому впускні відсічні клапани 15 на боковій стінці закриваються і вода, яка була в цьому секторі, виштовхується назовні, утворюючи упор, який передається судну. З іншої сторони пластинчатого рушія в цей час йде процес наповнення сектора водою, відсічні клапани 15 відкриті. Секторальні канали 13 виконані з можливістю повертатися відносно осей пластинчатих рушіїв 16 і змінюють напрямок руху судна за допомогою черв'ячної передачі 17. За допомогою секторального каналу ми отримуємо більш високий коефіцієнт корисної дії рушія, приблизно $\eta = 0,5 \dots 0,6$ і високу керованість. При виході двигуна на номінальний режим роз'єднуються кулісні механізми 9, припиняється відбір потужності для приводу балерів пластинчатих рушіїв. Сторони секторального каналу сходяться за допомогою гідروциліндрів 18 і приймають форму пера руля. Далі на номінальному режимі двигун 1 працює як генератор стиснутого газу у такий спосіб. У вихідному положенні водогін 3 через водозабірник 4 заповнюється водою. При відкриванні впускного керованого імпульсного клапана 2 порція продуктів згоряння палива за певний термін часу надходить у водогін. При цьому у водогоні 3 різко підвищується тиск, що призводить до закриття клапана відсічного 5 та викидання маси води gp_2 (на схемі заштрихована) через вихідний дифузор 6. Цей процес здійснюється протягом часу T_2 . В міру пересування водяного «снаряду» по водогону 3 в зоні клапана 5 тиск буде падати, оскільки об'єм, зайнятий порцією газу, буде збільшуватися. Нарешті наступить момент, коли тиск води відкриє відсікаючий клапан 5 і до водогону 3 через водозабірник 4 надійде нова порція води, після чого цикл повториться. Керування клапаном 2 здійснюють з пульта керування судном. [2]



Фіг. 1

A-A



Фіг. 2

Рисунок 1 – Загальна схема компоновки гідрореактивного двигуна на судні

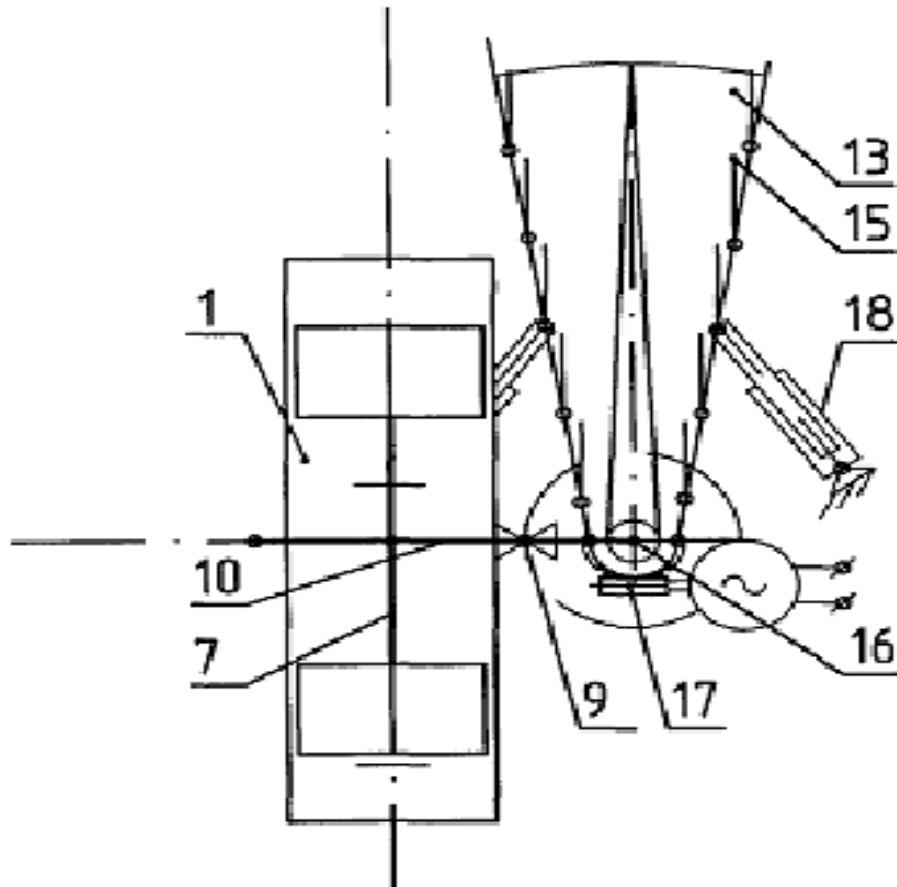


Рисунок 2 – Перше положення відбору потужності за допомогою кулісного механізму для приводу пластинчатих рушіїв, розташованих в секторальних каналах водогону

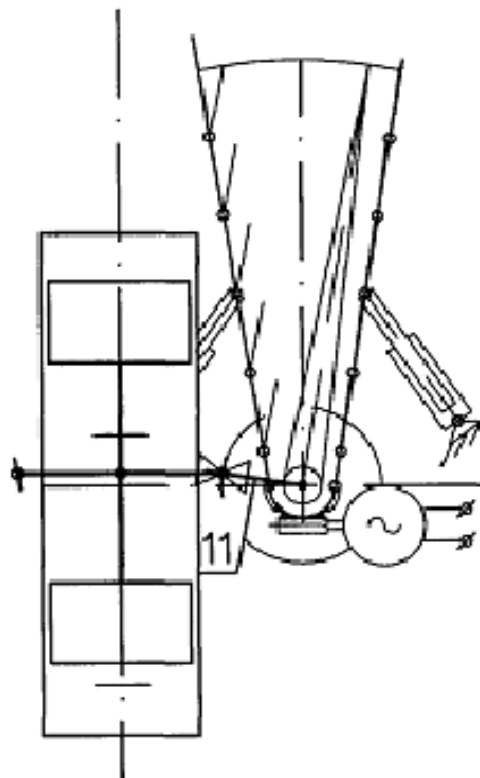


Рисунок 3 – Друге положення відбору потужності за допомогою кулісного механізму для приводу пластинчатих рушіїв, розташованих в секторальних каналах водогону

Висновок. Конструкція запропонованого двигуна підвищує його тягу в результаті указаної компоновки. Вирішується керованість на малих швидкостях і поліпшуються розгінні характеристики для маломірних суден. Двигун 1, в якому передбачено можливість відбору потужності для привода балера пластинчатих рушіїв 8 під час режиму розгону судна, також працює на номінальному режимі як генератор стиснутого газу, з'єднаний з водогоном 4 через керований імпульсний клапан 5, встановленим у водогоні на водозабірнику. Відзначений ефект досягається за рахунок виключення із схеми ланцюгу проміжних ланок прототипу направляючий апарат, комутаційна камера з гідроінвертором, сепараторами, змонтованими між робочими камерами і камерами згоряння, датчик синхронізуючої системи у вигляді осьової турбіни. При цьому за механізмом процесу ефект реалізується в значній мірі за рахунок пульсування реактивних водяних струменів – потужного викидання водяних снарядів, в результаті того, що робочий процес починається у двигуні і закінчується у рушії. При роботі не створюється обертовий рух потоку струменів, що також знижує енергетичні витрати у порівнянні з відомими рушійми.

Промислове застосування передбачає зниження витрат палива, в середньому до 15 % при достатній екологічності процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Першин С.В. Основы гидробионики. [Текст]: Учебник. / С.В. Першин – Л.: Судостроение, 1988. – 371 с.
2. Самохвалов В.С., Ткаченко С.Г., Цвікліс В.С., Багненко М.Ю., Маханько О.В. – Патент України «Гідрореактивний судновий двигун» №18438 Бюл. № 11. 2006 р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРИФАЗНОГО АКТИВНОГО ВИПРЯМЛЯЧА НАПРУГИ НА ЯКІСТЬ НАПРУГИ СЕЕС

Філіпчук О. М.

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Науковий керівник – Ставинський Р. А., к.т.н., доцент кафедри судових
електроенергетичних систем*

Вступ. Забезпечення якості електроенергії в живильних мережах на сьогоднішній день є актуальним напрямком, про це говорять підвищені вимоги до якості електроенергії. Особливо це стосується автономних електроенергетичних систем, до яких ставляться судові електроенергетичні системи (СЕЕС). Досвід їх експлуатації показує, що завдання підтримки належного рівня напруги й частоти на шинах головних розподільних щитів (ГРЩ) у різних режимах роботи, а також величин коефіцієнтів несиметрії навантажень, вирішується в сучасних СЕЕС без особливих проблем. Але це не можна сказати про такий показник якості, як коефіцієнт нелінійних викривлень напруги, який показує, наскільки фактична форма напруги відрізняється від синусоїдальної. Викривлення форми напруги живленні пов'язане з наявністю в складі СЕЕС нелінійних споживачів, до яких відносяться керовані й некеровані випрямлячі, перетворювачі частоти, світлотехнічне встаткування й ін. Перетворювачі частоти на судах використовуються для живлення й керування електродвигунами гребних електричних установок (ГЕУ), судових електроприводів, технологічних механізмів і встаткування й ін. Споживання нелінійними приймачами несинусоїдального струму приводить до генерації в мережу вищих гармонік струму, які спотворюють форму напруги мережі. Величина викривлення напруги СЕЕС визначається потужністю статичних перетворювачів, їх схемою, індуктивним опором генератора й мережі вищим гармонікам, глибиною регулювання напруги та ін [1, 2, 6].

Основна частина. Наявність вищих гармонік у напрузі судової мережі негативно позначається на роботі як джерел, так і споживачів електроенергії. В електричних машинах вищі гармоніки викликають додаткові втрати, що приводить до підвищення загальної температури й місцевим нагріванням, а також до підвищеної вібрації. У кабельних лініях вищі гармоніки приводять до прискорення процесу старіння ізоляції й додатковим втратам у лініях. Під дією вищих гармонік може бути порушена нормальна робота систем захисту й автоматики, виникають неправильні спрацьовування, порушення алгоритму роботи в роботі систем синхронізації й автоматичного розподілу навантажень при паралельній роботі генераторів і т.д. Негативно впливають вищі гармоніки й на самі перетворювачі, погіршуються умови комутації, виникають негаразди в системі керування, що може збільшувати пульсації на стороні спрямованого струму [3,4].

Метою дослідження являється виявлення проблем з якістю електричної енергії в електроенергетичній системі судна з електрорухом і способи їх усунення.

Існуючі способи зниження нелінійних викривлень припускають застосування як схемних або структурних розв'язків, так і різних пристроїв придушення вищих гармонік.

Традиційними засобами забезпечення якості електроенергії в судовій мережі є перетворювачі з підвищеною фазністю, мережні дроселі й фільтри, дроселі постійного струму, резонансні й синусні фільтри. Основним недоліками перерахованих вище пристроїв є їхні значні вагогабаритні показники, що особливо відчувається в автономних електроенергетичних системах, до яких і ставляться СЕЕС. Удосконалювання обчислювальної техніки визначило розвиток керування якістю електроенергії по двом основним напрямкам. Перше з них пов'язане з удосконалюванням силових виконавчих вузлів і елементів системи керування, друге визначається пошуком оптимальних структур і алгоритмів роботи елементів і систем у цілому. [5-7].

СЕЕС суден з електрорухом є найскладнішими машинно-вентильними комплексами, що включають у себе головні синхронні турбо- і дизель-генератори, гребні

електродвигуни (ГЕД) з потужними силовими ПЧ, ГКК і системи приймання й розподілу електроенергії. Функціональні зв'язки між її елементами, описуються системами нелінійних алгебраїчних і диференціальних рівнянь високого порядку. Це характеризує СЕЕС як складну динамічну систему. Тому при проектуванні суднових СЕЕС необхідно однаково ретельно розглядати процеси як в електричних машинах, так і в ПЧ. Застосування програмного продукту Matlab з додатком Simulink для математичного моделювання дозволяє суттєво спростити завдання створення моделей електроенергетичної системи і її елементів [8]. Для аналізу використана типова структурна схема електроенергетичної системи вантажного судна (рис. 1) [7]. До складу головної дизель-електричної енергетичної установки судна входять: шість головних дизель-генераторних агрегатів (Д1,...,6 та СГ1,...,6), два гребні електродвигуни асинхронного типу (ГЕД1,2), два напівпровідникові перетворювачі частоти живильної мережі частотою 50 Гц (ПЧ1, 2), два триобмоточні підвищувальні трансформатори (ТВ1,2), носовий та кормовий головний розподільний щит (ГРЩ1,2), дві гвинторкермові колонки (ГКК1, 2). Судно забезпечене основним і резервним пристроями, що підрулюють (ПП1,...,4). На судні передбачений аварійний дизель-генератор (АДГ) з аварійним розподільним щитом (АРЩ) для подачі електроживлення на найбільш відповідальні споживачі в аварійних ситуаціях.

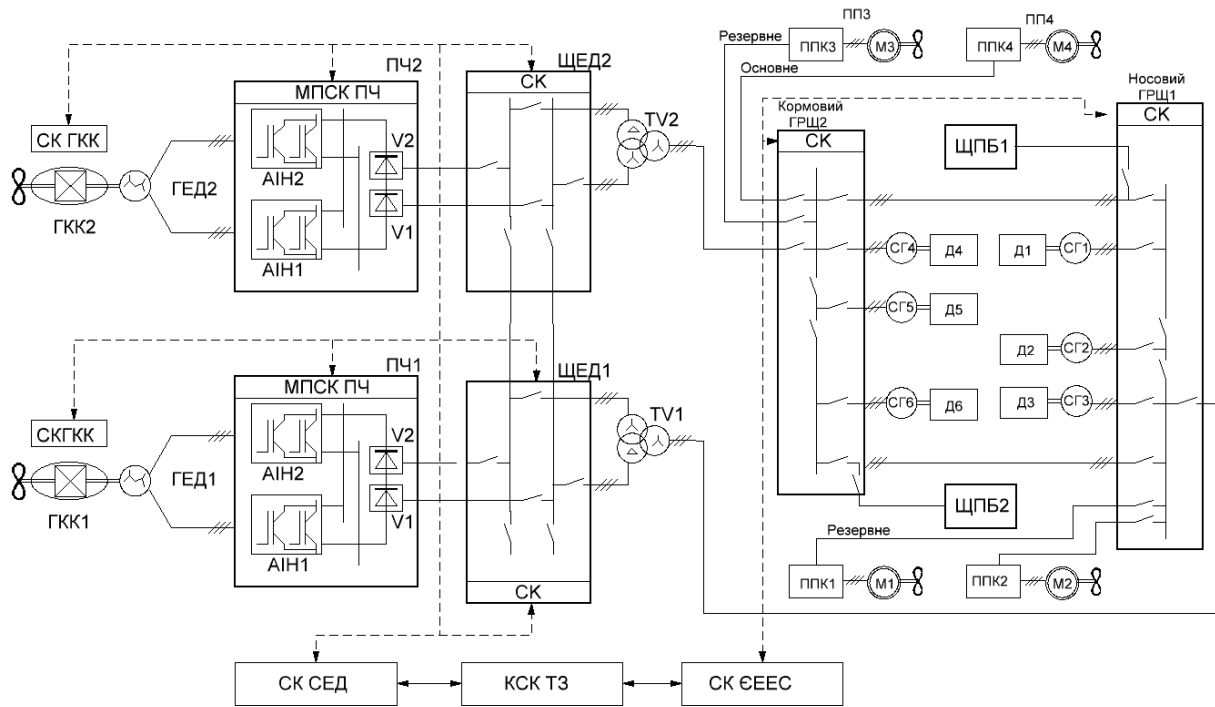


Рисунок 1 – Структурна схема електроенергетичної системи вантажного судна

Побудована комп'ютерна модель виявила проблему з наявністю вищих гармонік вище припустимого рівня. Отримана синусоїда відрізняється від еталонної синусоїди. Головною причиною зміни форми синусоїди є гармоніки вищого порядку, що генерується частотним керуванням привода. На сьогоднішній день більшість перетворювачів частоти мають у своєму складі некеровані діодні випрямлячі напруги або керовані тиристорні випрямлячі напруги. Дані випрямлячі споживають із мережі струми, що мають у своєму складі велику кількість вищих гармонійних складових. Форма цих струмів має кусочно-розривний характер, а наявність фазового зрушення між напругою мережі й споживаним перетворювачем струмом суттєво знижує коефіцієнт потужності даного перетворювача

Успішним вирішенням даних проблем може служити випрямляч, що складається з повністю керованих силових ключів, так званий активний випрямляч напруги.

Активний випрямляч напруги (АВН) дозволяє здійснювати комутацію ключів сотні разів за період. Це можливо через використання в побудові випрямляча біполярних транзисторів з ізольованим затвором (англ. IGBT). АВН є автономний інвертор напруги, виконаний на силових ключах зі зворотними діодами і звернений на бік мережі змінного струму, який забезпечує двонаправлений обмін енергії між живильною мережею і споживачем. В принцип роботи АВН закладений імпульсний підвищує напругу регулятор, тому він обов'язково містить в своєму складі струмообмежувальним дросель, встановлюваний на стороні змінного струму. Для обміну реактивною потужністю, що включає потужність вищих гармонік, між первинною мережею і АВН використовується конденсатор силового фільтра ланки постійного струму. Трифазні активні випрямлячі напруги (АВН) ставляться до порівняно нового класу перетворювачів, які можуть працювати у випрямному й інверторном режимі, передаючи енергію з мережі змінного струму в ланцюг постійного й назад, тобто міняючи напрямок потоку потужності. При цьому змінюється напрямок струму при незмінній полярності напруги [9, 10]. Принципова схема для дослідження АВН показана на рис. 2.

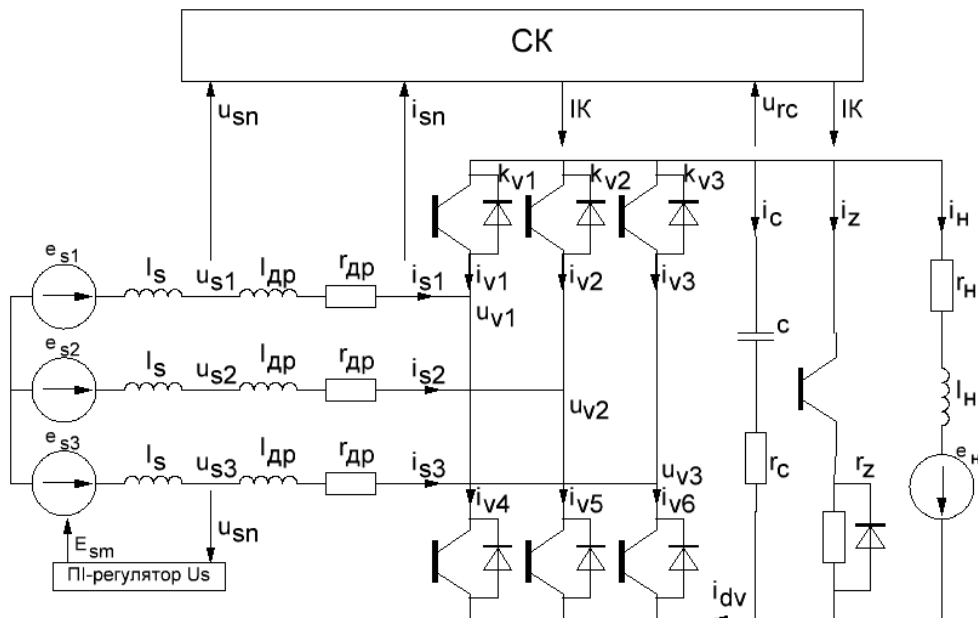


Рисунок 2 – Принципова схема трифазного АВН

У цих перетворювачах поліпшений гармонійний состав струму, споживаного з мережі, а також є можливість одержання бажаного значення коефіцієнта потужності, у тому числі близького до одиниці.

АВН можуть застосовуватися, принаймні, у трьох випадках [9]:

- 1) для одержання стабільної постійної напруги від мережі змінного з можливістю рекуперації енергії;
- 2) у якості першої ланки у дволанкових перетворювачах для живлення двигунів постійного струму з можливістю регулювання швидкості й рекуперативного гальмування;
- 3) у якості першої ланки у дволанкових перетворювачах для живлення асинхронних двигунів з можливістю регулювання швидкості й рекуперативного гальмування.

На сьогоднішній день існує кілька підходів до керування активними випрямлячами напруги, найбільш перспективними з яких є:

1) алгоритми, засновані на контролі напруги: керування споживаними з мережі струмами по положенню узагальненого вектора напруги мережеві і пряме керування потужністю (алгоритм заснований на принципі прямого керування активної й реактивної потужностями за допомогою вибору станів ключової схеми, залежно від положення узагальненого вектора напруги;

2) алгоритми, засновані на понятті віртуального потокозчеплення: керування споживаними з мережі струмами по віртуальному потокозчепленню і пряме керування потужністю по віртуальному потокозчепленню

Висновки. 1. За результатами здобутого спектрального аналізу і зовнішньому вигляду осцилограм можна наочно судити про високу синусоїдальності струму, споживаного з мережі, й малих викривленнях синусоїдальності напруги суднової мережі, частка гармонік у струмі й напрузі мережі становить частки відсотка.

2. Малі динамічні втрати в IGBT транзисторах нового покоління дозволяють суттєво підвищити ККД АВН (до 97-98%) і зменшити габарити індуктивного накопичувача, мережного фільтра й вихідного конденсатора за рахунок підвищення частоти імпульсної модуляції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романовский В.В., Лебедев А.И., Гостев А.Г. Качество электроэнергии гребных электрических установок судов ледового плавания и ледоколов. / Вестник государственного университета морского и речного флота С.О. Макарова - СПб.: ГУМРФ, 2014. №6 (28). С. 56 – 60.

2. Губанов Ю. Электротехнические системы кораблей и судов: этапы развития, автоматизация. Концепция электрического корабля – М.:CONTROL ENGINEERING РОССИЯ №3 (51), 2014. С.24-27.

3. Анисимов Я.Ф. Особенности применения полупроводниковых преобразователей в судовых электроустановках. Л.: Судостроение, 1983. 232 с.

4. Козярук А.Е. Вентильные преобразователи в судовых электромеханических системах / А.Е.Козярук, Е.Г.Плахтына. Л.: Судостроение, 1987. 192 с.

5. Розанов Ю.К. Современные методы регулирования качества электроэнергии средствами силовой электроники / Ю.К.Розанов, М.В.Рябчинский, А.А.Кваснюк // Электротехника. 1999. № 4. С. 28-32.

6. И.А. Паньков, В.Я. Фролов Моделирование судовой электроэнергетической системы малого гидрографического судна «Вайгач» / Записки горного института. 2016. Т. 222. С. 852-857.

7. Васин И.М. Расчет и моделирование режимов работы единых электроэнергетических систем судов с электродвижением. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13535> (дата обращения: 30.10.2018).

8. Герман-Галкин С.Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. СПб.: КОРОНА-Век, 2008. 368 с.

9. Брылина О.Г., Гельман М.В. Исследование трехфазного активного выпрямителя напряжения / Электротехнические системы и комплексы. - Магнитогорск: МгГТУ №1 (22) 2014. С. 47-50.

10. Казачковский Н. Н. Управление активным выпрямителем с релейно-векторным контуром тока для систем частотно-регулируемого электропривода / Н.Н. Казачковский., Д.В. Якупов // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. пр. – Вип. 18. – Ч. 2. – Маріуполь, 2008. – С. 40 – 43.

СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Цвигуненко С. Н.,

Морской колледж Херсонской государственной морской академии

Научный руководитель – Растегина Г. И., преподаватель Морского колледжа ХГМА

Введение. Распределение и передачу электроэнергии на судах осуществляют с помощью электрических сетей [1]. Электрические сети являются составляющей судовой электроэнергетической системы и включают в себя электрораспределительные щиты и линии электропередачи.

Режимы работы электрических сетей и приемников электроэнергии взаимосвязаны. Это объясняется тем, что электрические сети и приемники связаны гальванически, а ток нагрузки приемника протекает по цепи: источник электроэнергии, кабель, приемник. Нарушение нормального режима работы приемника сопровождается нарушением работы электрической сети, связанной с этим приемником [2].

Надежность работы приемников электроэнергии и электрических сетей в нормальном и аварийном режимах работы обеспечивается комплексом мероприятий, в том числе применением защитных устройств, обеспечивающих защиту от токов короткого замыкания (КЗ), токов перегрузки и т.д. Защита от токов КЗ приемников электроэнергии и линий электропередачи в основном выполняется при помощи автоматических выключателей.

Актуальность исследований. Согласно модельного курса Model Course 7.08 Electro-Technical Officer [3]. курсы должны демонстрировать знания и понимания устройства автоматических выключателей, их время-токовых характеристик, пояснять избирательность защитных устройств, уметь выбирать защитные устройства по типовым методикам выбора. Правильно выбранные защитные устройства призваны обеспечить надежность работы системы электроснабжения судна и безотказность работы приемников электроэнергии.

Постановка задачи. Рассмотрим классификацию современных автоматических выключателей в зависимости от места установки, их основные функции защиты, а также настройку этих защит.

Результаты исследований. Автоматический выключатель (АВ) – это электрический коммутационно-защитный аппарат, предназначенный для автоматического размыкания электрической цепи при аварийных ситуациях, а также для нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей при нормальных условиях работы [2].

Независимо от типа АВ состоят из следующих основных элементов:

- 1) контактной системы;
- 2) дугогасящего устройства;
- 3) механизма свободного расцепления;
- 4) автоматического отключающего устройства.

Основные характеристики автоматических выключателей

1) защитная время-токовая характеристика – зависимость времени срабатывания от величины тока (кратности). Обычно выполняется в логарифмическом масштабе;

2) предельная коммутационная способность (ПКС) – это наибольшее значение тока, который электрический аппарат способен отключить без повреждений и включить без сваривания;

3) электродинамическая устойчивость – наибольшее значение тока, который электрический аппарат способен выдержать в течение короткого промежутка времени без механических повреждений;

4) термическая устойчивость – наибольшее значение тока, который электрический аппарат способен пропустить в течение короткого промежутка времени без порчи изоляции и токоведущих частей;

5) механическая и электрическая износостойкость – количество коммутационных циклов «включение-отключение», которые аппарат способен выдержать без повреждений.

Современные автоматические выключатели на мировом рынке представлены продукцией разных фирм. В зависимости от места установки их можно классифицировать на три типа:

- силовые АВ на большие токи 1000...6300 А;
- АВ в литом корпусе на токи 100...1000 А;
- модульные АВ на токи 1...100 А.

Силовые автоматические выключатели на большие токи называют генераторными автоматами (автоматические воздушные выключатели). Они расположены на верхнем уровне и обеспечивают защиту генератора и отходящего кабеля от аварийных режимов. Эти автоматы кроме основных элементов (контактной системы; дугогасящего устройства; механизма свободного расцепления; автоматического отключающего устройства) дополнительно должны иметь привод взвода пружин, минимальный расцепитель, селективную пристройку, обеспечивающую принудительную выдержку времени при срабатывании. Наличие привода является необходимым, так как включение и отключение автомата должно производиться дистанционно по сигналу оператора или автоматического устройства за счет энергии ранее взведенных пружин. При разработке приоритетными были задачи обеспечить термическую и динамическую устойчивость.

Автоматические выключатели в литом корпусе обычно устанавливаются в промежуточных распределительных щитах, а для судов небольшого водоизмещения они могут применяться в качестве генераторных. При разработке приоритетным требованием было обеспечение бесперебойности электроснабжения и быстрого действия.

Модульные автоматические выключатели обеспечивают защиту конечного приемника электроэнергии, поэтому на первом месте при разработке было требование по обеспечению быстрого действия.

Так как к автоматам предъявляются разные требования, то их конструктивные исполнения существенно отличаются друг от друга.

Автоматические выключатели на большие токи и в литом корпусе могут иметь электронный расцепитель. Рассмотрим настройку такого электронного расцепителя типа STR для автоматических выключателей типа Compact NS компании Шнайдер Электрик. Выключатель служит для защиты генератора и генераторного кабеля, рабочий ток которого принимаем равным $I_{раб} = 207 \text{ А}$.

В соответствии с каталогом [4]. выбираем автомат типа Compact NS 400 с номинальным током автомата 400 А, с электронным расцепителем типа STR23, который можно настроить на ток (200...400) А. Электронный расцепитель обеспечивает защиту от токов КЗ и перегрузки, его время-токовая характеристика и внешний вид представлены на рисунках 1 и 2.

Время-токовая характеристика (см. рис. 1) автоматического выключателя имеет следующие участки:

- 1 – уставка защиты от перегрузки I_T (точная уставка I_T регулируется от 0,8 до 1,0);
- 2 – выдержка времени защиты от перегрузки (фиксированная величина);
- 3 – уставка защиты от КЗ I_{sd} (настраивается от двух до десяти, 8 уставок);
- 4 – выдержка времени защиты от КЗ (настраивается);
- 5 – уставка токовой отсечки (защита без выдержки времени, имеет фиксированное значение $7 \times I_n$).

Для электронного расцепителя есть базовая уставка I_0 , которая регулируется от 0,5 до 1 и имеет шесть уставок (0,5; 0,63; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0)

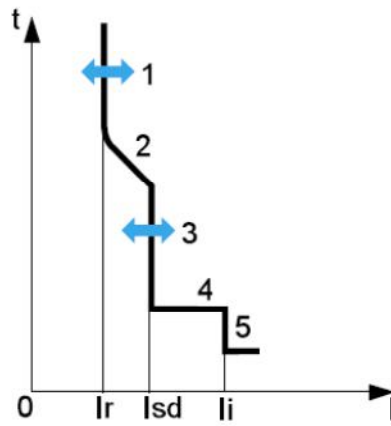


Рисунок 1 – Время-токовая характеристика электронного расцепителя типа STR23 [4].

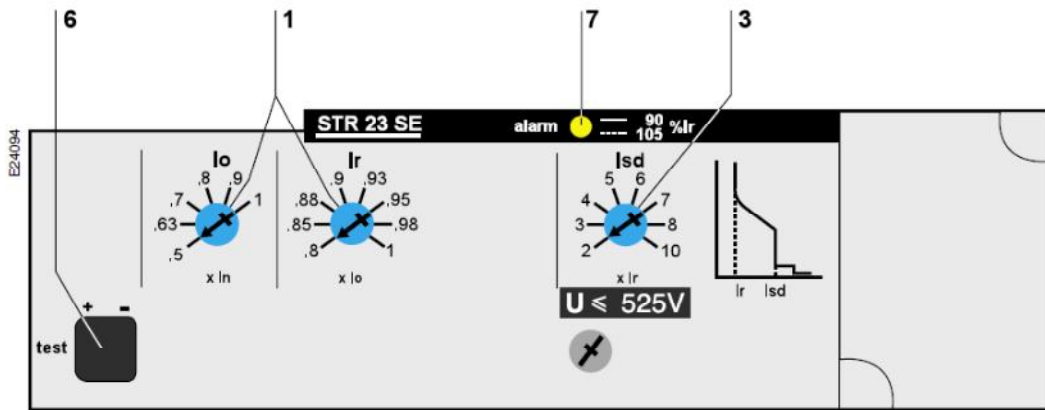


Рисунок 2 – Внешний вид электронного расцепителя типа STR23 [4].

Сначала выбираем базовую уставку I_0 таким образом, чтобы выполнялось условие

$$I_n \cdot I_0 \geq I_{\text{раб}}, \quad (1)$$

где I_n номинальный ток автомата, в нашем примере $I_n = 400$ А.

Принимаем кратность базовой уставки $I_0 = 0,63$. Затем выбираем точную уставку защиты от перегрузки, чтобы выполнялось условие

$$I_n \cdot I_0 \cdot I_r \geq I_{\text{раб}}. \quad (2)$$

Принимаем кратность $I_r = 0,85$.

Затем выбираем кратность уставки по току срабатывания в зоне КЗ I_{sd} . Для генераторных автоматов эта кратность должна составлять 2,5...3,5.

Выбираем время срабатывания в зоне КЗ до 0,4 с.

Выбираем токовую отсечку I_i (ток мгновенного отключения автомата). В автоматах Comраct NS эта отсечка имеет фиксированное значение, ее кратность составляет 7.

Таким образом, при соответствующей настройке электронного расцепителя автоматический выключатель обеспечит защиту от перегрузок, если ток превысит 214 А. Защита от токов КЗ с выдержкой времени будет обеспечена, если ток превысит

трехкратное значение или 642 А. Токовая отсечка обеспечит мгновенное отключение автомата, если ток превысит 2800 А.

Выводы. Функции и конструкция автоматических выключателей низкого напряжения зависят от защищаемого участка, поэтому автоматические выключатели на разные токи имеют разное конструктивное исполнение. Для надежного отключения аварийных участков судовой электрической сети настройка защит должна быть выполнена квалифицированно с учетом возможных регулировок время-токовой характеристики автомата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов - СПб: Судостроение, 2005. – 528 с.
2. Сергиенко Л.И. Электроэнергетические системы морских судов / Л.И. Сергиенко, В.В. Миронов – М: Транспорт, 1991. – 264 с.
3. Model Course 7.08 Electro-Technical Officer. – London: IMO, 2014. – 175p.
4. Автоматические выключатели и выключатели нагрузки-разъединители низкого напряжения от 80 до 3200 А Compact NS. Каталог компании Schneider Electric 2006.– 286 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДА ЦИЛИНДРОВОГО МАСЛА ДИЗЕЛЯ MAN 6S70MC

Чебаненко И. И.

Херсонская государственная морская академия

Научный руководитель – Врублевский Р. Е., к.т.н., доцент кафедры общетехнических дисциплин

Вступление. Судовые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) являются самым распространенным типом тепловых двигателей и применяются как на морских, так и на речных судах. В последнее время, «MAN Бурмейстер и Вайн» (MAN B&W) сконцентрировались на дальнейшем усилении топливной экономичности. Чтобы улучшить потребление мазута, в новых дизелях давление в камере сгорания было увеличено. Это увеличение давления, вместе с увеличением времени работы на низкой нагрузке, привело к увеличенной водной и кислотной конденсации на стенах цилиндров, которая в свою очередь приводит к низкотемпературной коррозии в камере сгорания. Правильный выбор дозировки масла подаваемого системой смазки в цилиндр главного двигателя позволяет не только обеспечить корректный режим смазки движущихся деталей, но и защитить от коррозии поверхности цилиндрических втулок.

Цель статьи. Провести исследования экономической эффективности применения системы адаптивного управления для оптимизации расхода цилиндрического масла дизеля MAN 6S70MC.

Основная часть. Система Alpha Lubricator System, показанная на рис. 1, доступна для всех двухтактных двигателей MAN B&W, имеет алгоритм, регулирующий дозировку масла в цилиндре, пропорциональную содержанию серы в топливе. Этот алгоритм называется Alpha Adaptive Cylinder-Oil Control (Alpha ACC). Нашей целью является определение уровня экономии потребления масла в цилиндре при использовании электронной системы Alpha Lubricator System с электронным управлением на дизеле MAN 6S70MC. Дополнительным преимуществом является то, что такая экономия в потреблении масла снизит воздействие на окружающую среду и снизит время износа цилиндров.

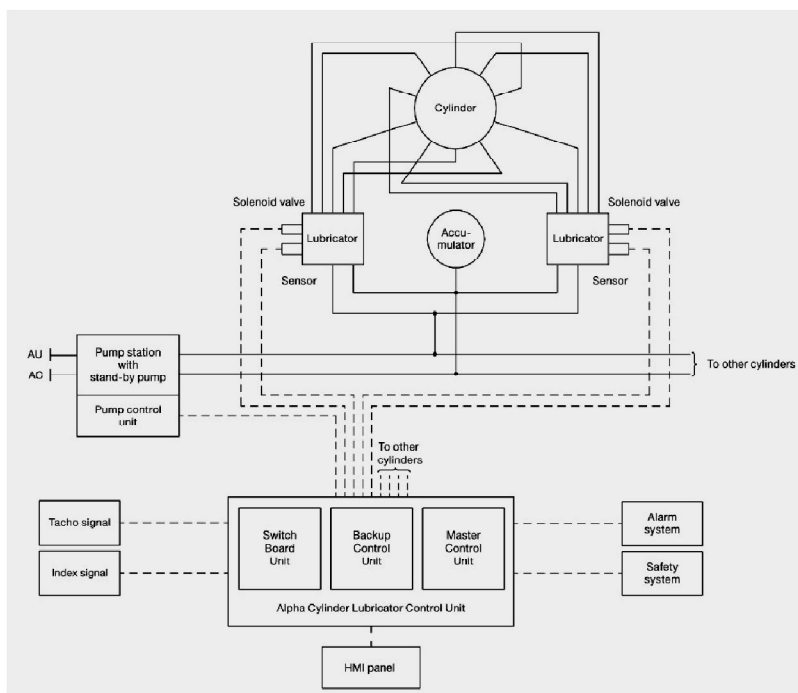


Рисунок 1 – Система Alpha Lubricator System

В Alpha ACC количество масла в цилиндре контролируется таким образом, что оно пропорционально количеству серы, поступающей в цилиндр с топливом. Следующие два критерия определяют контроль:

- дозировка масла в цилиндре должна быть пропорциональна проценту серы в топливе;
- дозировка масла в цилиндре должна быть пропорциональна нагрузке на двигатель (количеству топлива, поступающего в цилиндры).

Реализация вышеуказанных двух критериев в системе привела к оптимальной дозировке масла в цилиндре, пропорциональной количеству серы, поступающей в цилиндры. Вышеприведенный принцип основан на том, что основная часть износа гильзы цилиндра имеет коррозионный характер, и поэтому количество нейтрализующих щелочных компонентов, необходимых в цилиндре, должно быть пропорционально количеству серы (образующей сернистые кислоты), входящей в цилиндры. Минимальная дозировка масла задается для обеспечения достаточной масляной пленки, моющих свойств и т. д.

Иллюстрацию преимущества Alpha ACC можно увидеть на рисунке 2. В эксперименте принимало участие судно танкер с дедвейтом 159342 тонн, оснащенный двигателем MAN 6S70MC. Alpha ACC был реализован на этом судне в начале декабря 2001 года. С тех пор судно работало с контролем дозировки масла в цилиндре. Результаты первых пяти месяцев работы показаны на рисунке 2. На диаграмме (рис. 2) показано для сравнения две кривые:

1. Типичная подача (механическая смазка);
2. Подача с помощью Alpha ACC.

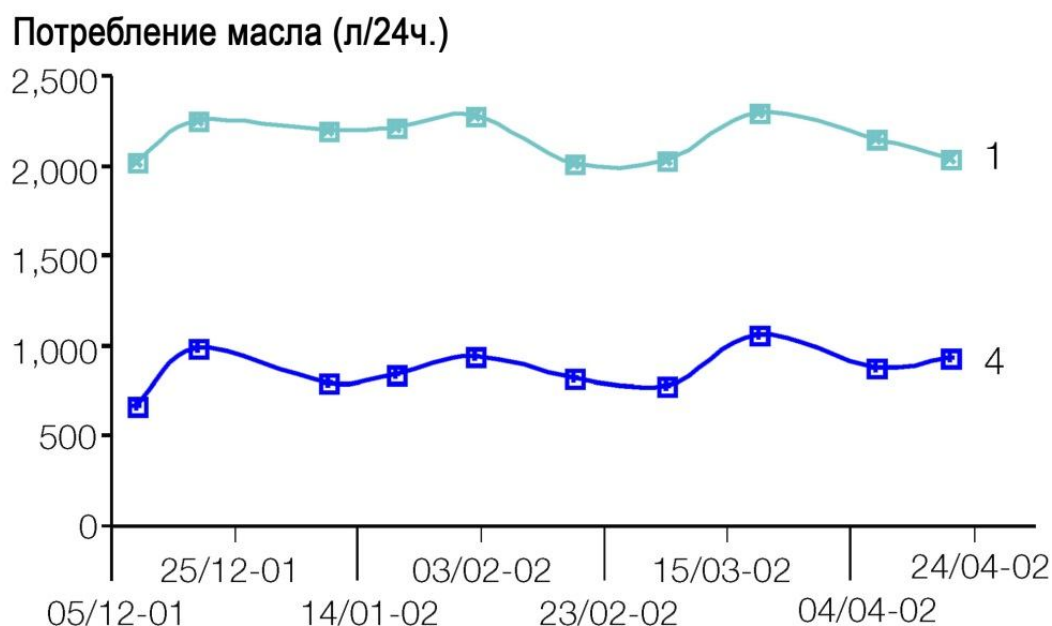


Рисунок 2 – Диаграмма потребления цилиндрического масла

Выводы. Результаты испытаний очень перспективны в отношении экономии на цилиндрическом масле, в частности, на выбросы частиц и показатели износа камеры сгорания. Снижение потребления цилиндрического масла на 58% по сравнению с механической смазкой. Экономия 84 333\$ в год. В качестве модификации на обслуживаемых судах Alpha Lubricator System с Alpha ACC будет иметь период окупаемости менее двух лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богач В.М., Задорожный А.А., Богач А.В. Исследование масло-подачи в цилиндры двигателей V&W // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2004. – Вып. 10. – Одесса: ОНМА. – С. 14 – 23.
2. Гинзбург Л.Г. Исследование влияния качества цилиндрического масла и его дозировки на износы ЦПГ СДВС при их эксплуатации на высокосернистых топливах. – Дисс. канд. техн. наук. – Л., 1967. – 162 с.
3. Задорожный А.А. Повышение эффективности систем смазывания цилиндров судовых дизелей // Судовые энергетические установки: науч.-техн. сб. – 2005. – Вып. 14. – Одесса: ОНМА. – С. 79 – 91.
4. MAN Diesel & Turbo [Electronic resource] // MAN Diesel & Turbo 2014. Режим доступа: <http://www.tribocare.com/pdf/MAN%20Diesel%20and%20Turbo%20SL2014-571.pdf>.
5. MAN Diesel & Turbo [Electronic resource] // Alpha Adaptive Cylinder-oil Control Alpha ACC. Режим доступа: <http://www.morehod.ru/forum/download/file.php?id=19604>

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Челарский Е. Б.

Херсонская государственная морская академия

Научный руководитель – Хлопенко Н. Я., д. т. н., профессор

Введение. Хорошо известно, что при рациональном сжигании жидкого топлива в топке судового парового котла существенно снижается расход горючего. Поэтому для оптимального расходования топлива необходимо управлять процессами подачи топлива, воздуха, а также давлением разрежения уходящих продуктов сгорания и наличием в них процентного содержания кислорода. Для согласованного управления такими процессами в котельных агрегатах на твердом топливе в работе [1]. предложена АСУ. Однако такая АСУ не обеспечивает оптимальный расход твердого топлива, так как при эксплуатации параметры ее частотно-регулируемых электроприводов дутьевого вентилятора и дымососа существенно отклоняются от номинальных значений. Поэтому после доработки АСУ ее можно будет использовать в судовых паровых котлах.

Таким образом, частотно-регулируемые электроприводы дутьевого вентилятора и дымососа АСУ судового парового котла требует модернизации, направленной на обеспечение оптимального процесса сжигания топлива в топке котла.

Использование адаптивного управления с эталонной моделью для частотного управления асинхронными электроприводами дутьевого вентилятора и дымососа позволяет решить эту задачу, так как такое управление обеспечивает компенсацию возмущений при эксплуатации.

Вопросы адаптивного управления частотно-регулируемым асинхронным электроприводом дутьевого вентилятора хорошо освещены в литературе. Поэтому в данной работе они не рассматриваются.

Вопросы исследования адаптивного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода дымососа весьма далеки от завершения, хотя имеются близкие по данной тематике работы [1, 2]., в которых исследуются процессы управления тягодутьевым трактом котла.

Целью работы является исследование устойчивости, быстродействия и достижимой точности робастной системы управления частотно-регулируемым асинхронным электроприводом дымососа судового парового котла.

Для проведения исследований использовалась математическая модель адаптивного управления объекта с эталонной моделью [3]. Эталонная модель служила для производства желаемого эталонного сигнала, а адаптор системы – для обработки разностного сигнала (разность между эталонным и фактическим сигналами) и автоматической подстройки регулятора в процессе эксплуатации. Решение проводилось в пакете MATLAB. Устойчивость, быстродействие и достижимая точности адаптивной системы с неопределенностью определялась по графикам переходных процессов и сходимости ошибки слежения – разностного сигнала.

Основная часть. В соответствии с работой [3]. и структурной схемой частотного управления [4]., состоящей из преобразователя частоты и асинхронного электропривода, построена математическая модель и алгоритм адаптивного управления с эталонной моделью электроприводом дымососа. При построении этой модели эталонная модель описывалась векторным уравнением состояния третьего порядка.

Процедура расчета адаптивного управления частотно-регулируемым асинхронным электроприводом дымососа сводится к следующей последовательности действий:

1. Объект управления, состоящий из преобразователя частоты и асинхронного электропривода, описывается векторным уравнением состояния третьего порядка [4, 5].

2. Затем векторное уравнение состояния объекта приводится к управляемой канонической форме Луенбергера [5].

3. Далее проводится построение эталонной модели в управляемой канонической форме Луенбергера с использованием стандартных характеристических полиномов [5].

4. Наконец, рассчитывается алгоритм адаптивного управления, как и в работе [3].

Устойчивость и точность процесса адаптивного управления частотно регулируемым электроприводом с неопределенностью оценивается по сходимости переходных процессов выходного сигнала эталонной модели и объекта управления. На конкретном примере установлены высокая точность ошибки слежения – разностного сигнала, а также малая чувствительность системы адаптивного управления к случайным возмущениям.

Выводы. В процессе исследований получены следующие результаты:

1. Предложена методика и построен алгоритм адаптивного управления частотно-регулируемым асинхронным электроприводом дымососа судового парового котла, учитывающий неопределенность объекта управления.

2. На базе построенного алгоритма разработана методика расчета устойчивости и точности адаптивной системы управления.

3. Результаты моделирования переходных процессов показывают высокую точность сходимости ошибки слежения и малую чувствительность адаптивной системы к случайным возмущениям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев А.Е., Волыков К.П. Автоматическое управление тягодутьевым трактом водогрейного угольного котла // Вестник КузГТУ. – 2009. - №6. – С.49-52.

2. Лютов А.Г. Система автоматического регулирования напора дымососа водогрейного котла с уравновешенной тягой / А.Г. Лютов, М.Ю. Озеров, Г.Н. Коуров, А.И. Ямаев, А.А. Гайнцев // Вестник УГТУ. - 2011. – Т.15. № 2(42). – С.132-139.

3. Бронников А.М. Способы реализации адаптивной системы управления с идентификатором и эталонной моделью // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-14. – Москва, 16-19 июня. 2014 г. С.264-275.

4. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов: учебник для студентов высших учебных заведений. – М.: Академия, 2006. – 304 с.

5. Хлопенко М.Я. Оптимальне керування об'єктами: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М.Я. Хлопенко, І.С. Білюк, В.В. Шевченко. – Миколаїв: НУК, 2013. – 172 с.

ВПРОВАДЖЕННЯ 3D ТЕХНОЛОГІЙ У МАШИНОБУДУВАННІ

Червоняк О. О.

Морський коледж Херсонської державної морської академії

Наукові керівники – Курилко І. О., викладач МК ХДМА; Самохін Б. В., виклада, МК ХДМА

Машинобудування Херсонської області – це та область промисловості, яка завжди повинна йти в ногу з часом. Сьогодні відповідати сучасним вимогам ринку можливо тільки шляхом застосування сучасних інноваційних технологій. Інноваційні технології – уже не перевага, а необхідність. Підвищити ефективність і продуктивність, знизити собівартість у справжніх умовах на сьогоднішній день можливо за рахунок впровадження 3D технологій.

3D принтери в машинобудуванні. 3D принтери дозволяють розв'язати ряд непростих завдань. Насамперед, це виробництво складнопрофільних і унікальних виробів без необхідності використання механічних верстатів і виготовлення нового оснащення для кожної деталі. Підвищується якість виробів, за рахунок відсутності в них ливарних дефектів. Крім того, за один цикл можна виготовляти інтегровані моделі.

Застосування сучасних 3D технологій дозволяє робити готові вироби з різних матеріалів для швидкого ремонту устаткування, не очікуючи поставки запчастин і інструментів. Це можливість виготовлення високоточного оснащення для лиття, різних кріплень, пристосувань і інших виробів.

Застосування 3D принтерів у машинобудуванні робить виробництво гнучким, здатним адаптуватися під будь-якого замовника. Одночасно із цим вирішується завдання й підвищення економічної ефективності за рахунок істотного зниження витрат на переналагодження устаткування, витратні матеріали, персонал, електроенергію і логістику[1].

Переваги використання 3D принтера в машинобудівній галузі:

- Можливість виготовлення унікальних по геометрії деталей, які неможливо створити традиційними способами. Те, що ще вчора видалося фантастикою, сьогодні ви можете виготовити всього за пару годин на 3D принтері.
- Скорочення строків виробництва. 3D принтер дозволяє надрукувати готовий виріб за кілька годин, тоді як традиційним технологіям потрібні тижні, а іноді – місяці.
- Усунення «людського фактору», зниження ризиків і помилок. Виріб, який створений за допомогою 3D принтера, на 99% повторює 3D модель.
- Поліпшення параметрів готових виробів: зниження ваги, підвищення точності й міцності.
- Можливість керувати фізико-механічними властивостями деталей шляхом змішування різних матеріалів [2].



Рисунок 1 – 3D принтер

Використання 3D сканерів у машинобудуванні. 3D сканування – це збір інформації. Дані, отримані за допомогою 3D сканера, повинні бути оброблені на

спеціалізованому програмному забезпеченні для виконання двох основних завдань – контролю якості й зворотного проектування (реверс-інжинірингу).

За допомогою 3D сканера можна швидко і якісно відтворити максимально точну модель об'єкта. Результат сканування допрацьовується у професійному графічному редакторі для отримання тривимірної моделі. Надалі, при необхідності, можна провести 3D друкування об'єкта, на основі побудованої 3D моделі.

Існують два методи тривимірного сканування: контактний та безконтактний.

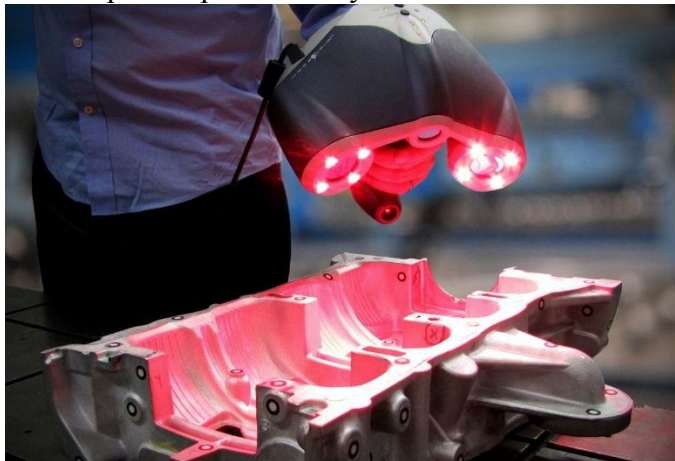


Рисунок 2 – 3D сканер

Методи тривимірного сканування.

Контактний 3D сканер. Для сканування обладнанню необхідно перебувати у безпосередньому контакті з об'єктом сканування.

Переваги контактних 3D сканерів:

- прості у використанні;
- не залежать від рівня висвітлення;
- створюють моделі високої точності;
- файл 3D моделі невеликий за обсягом.



Рисунок 3 – Контактний 3D сканер

Безконтактний 3D сканер. Одержання 3D моделі з його допомогою вважається найбільш перспективним методом 3D сканування. Безконтактному 3D сканеру

необов'язково контактувати з об'єктом, це дозволяє проводити 3D сканування важкодоступних, складних за формою об'єктів.

Переваги безконтактних 3D сканерів:

- енергозберігаючі;
- не вимагають безпосереднього контакту з об'єктом;
- застосовують технологію структурованого світла;
- не наносить шкоди фізичному об'єкту.



Рисунок 4 – Безконтактний 3D сканер

Переваги 3D сканерів:

1. Максимально висока точність моделі. 3D сканер відтворює навіть самі незначні, дрібні, деталі фізичного об'єкта.
2. Висока швидкість роботи - об'ємне сканування займає всього кілька хвилин, а то й секунд, після чого необхідна доробка побудованої сканером 3D моделі в професійних програмах для роботи з 3D графікою.
3. Копіювання різних механізмів і машин без фактичної розробки. Дозволяє з мінімальними витратами відтворити вдалу конструкцію.
4. 3D сканер забезпечує можливість сканування різнорідних об'єктів – від сірникової коробки до автомобілів. Рекомендується використовувати сканер підходящого розміру, щоб забезпечити швидке одержання якісної тривимірної моделі об'єкта.

Застосування 3D сканера:

- Інженерний аналіз. 3D сканер може швидко і якісно створити тривимірну модель об'єкта й прорахувати його фізичні пропорції в необхідних розмірах. При наявності фізичної моделі в єдиному екземплярі об'ємне сканування допоможе створити різнорозмірні копії й швидко налагодити дрібносерійне виробництво.
- Цифровий аналіз. 3D сканер допомагає візуалізувати усі технічні невідповідності виробів і деталей, внести в них усі необхідні коректування ще до етапу виготовлення прототипу виробу.
- Цифрова архівація. Тепер можна відмовитися від двомірних малюнків, креслень і навіть від 3D моделювання застарілих деталей. 3D сканер зчитує з об'єкта всю необхідну інформацію, будує 3D модель і архівує її в потрібному для виготовлення форматі. Це суттєво заощаджує час і не потребує виділення місця під зберігання фізичних креслень [3].

Висновок. Впровадження 3D обладнання на машинобудівних підприємствах м. Херсона та області дозволяє не тільки швидко аналізувати дані про об'єкт, але й завантажити відскановану модель у систему автоматизованого проектування, а також прискорити процес виробництва товарів, одержуючи максимально точні моделі. 3D сканер дозволяє сканувати зразки ручної роботи й створювати точні копії деталей при одиничному замовленні.

Використання 3D сканерів для контролю якості дозволяє суттєво поліпшити відповідність фізичних деталей заданим технічним вимогам. Обладнання дозволяють виявляти брак в інструментальному оснащенні й діагностувати експлуатаційні проблеми ще на ранніх стадіях виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://shkval-antikor.ru/mess1077.htm>
2. <http://3d.globatek.ru/3d-printers/machinery/>
3. <https://koloro.ua/3d-skaner-3d-skanirovanie-obektov-i-trehmernoemodelirovanie.html>

РОЗРОБКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСУ З ГЕНЕРАТОРНОЮ УСТАНОВКОЮ НА ТАНКЕРІ «BERING SEA»

Чердиченко М. С.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Ісаєв Є. О., д.т.н., професор

Вступ. Так як танкерні судна являються розповсюджуваним типом транспортних суден, то питання підвищення економічності систем генерування електроенергії, зниження її собівартості являються актуальними.

Більшість танкерних суден оснащено дизель-генераторними установками, що включають дизель і синхронний генератор. До стабільності напруги на виході синхронного генератора пред'являються досить жорсткі вимоги. Нижче представлено рішення поставленого завдання.

Основна частина. Принципова схема представлена на рис. 1.

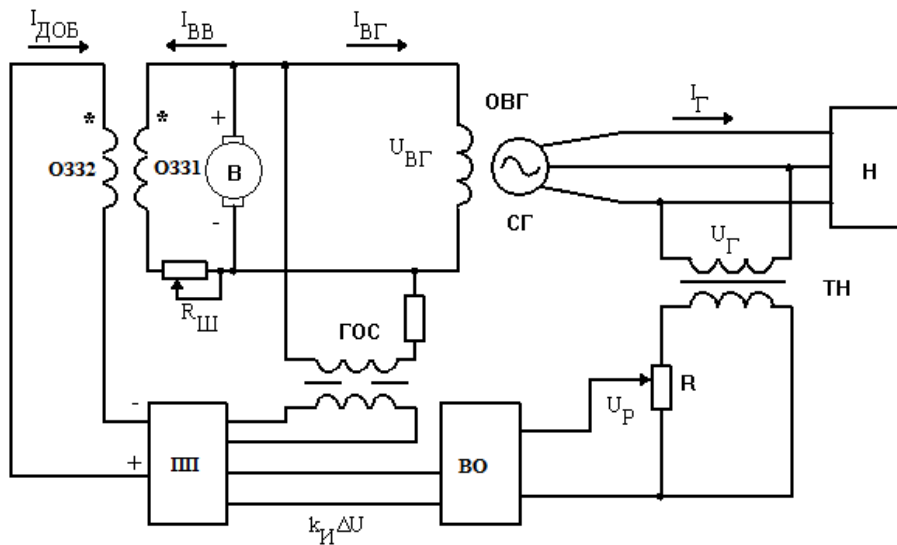


Рисунок 1 – Принципова схема системи автоматичного регулювання напруги синхронного генератора

ЕРС обмотки статора генератора СГ визначається силою струму в його обмотці збудження ОЗГ. Напруга на виводах обмотки статора $U_{Г}$ менше ЕРС через падіння напруги на опорі генератора від струму навантаження $I_{Г}$, що впливає на його збудження. Струм збудження генератора залежить від напруги збудника $U_{з}$, яка визначається магнітним потоком, створюваним струмами $I_{зз}$ і $I_{дод}$ в обмотках збудження збудника ОЗ31 і ОЗ32.

Струм збудника є регулюючим впливом на обмотку збудження генератора, що компенсує зміни напруги на його висновках, викликаного зміною струму навантаження [3].

Автоматичний регулятор складається з потенціометра R, до якого підводиться вторинна напруга трансформатора ТН, вимірювального органу ВО і підсилювача потужності ПП з виходом на постійному струмі. Вимірювальний орган виявляє величину і знак відхилення напруги на його вході від заданого значення і налаштований таким чином, що при відсутності навантаження генератор $\Delta U = 0$ а, а значить $I_{дод} = 0$. Поява навантаження і її зростання викликає зниження напруги на виводах генератора, а отже і на вході ВО регулятора. В результаті чого на виході ВО з'являється напруга $\Delta U > 0$,

з'являється струм $I_{\text{дод}}$, що сприяє збільшенню U_B і $I_{3Г}$, компенсуючи, з деякою погрішністю, напруга на виході генератора [1].

Шунтовим реостатом встановлено необхідну напругу на виводах генератора. Для побудови структурної схеми системи визначені передаточні функції окремих її ланок.

Передаточна функція розімкнутої системи:

$$W_p(p) = WB_B(p)W_r(p) \frac{W_B(p)W_3(p)}{1 + W_{II}(p)W_3(p)W_K(p)} \quad (1)$$

Оцінка стійкості виконана за критерієм Михайлова (система не стійка) і система скоригована за ЛАЧХ розімкнутої системи [2,4].

Передаточна функція реальної коригуючої ланки, у вигляді

$$W_K(p) = \frac{T_r p}{(T_K p + 1)} = \frac{K_K T_K p}{(T_K p + 1)} \quad (2)$$

На рис. 2 представлена структурна схема скорегованої САР

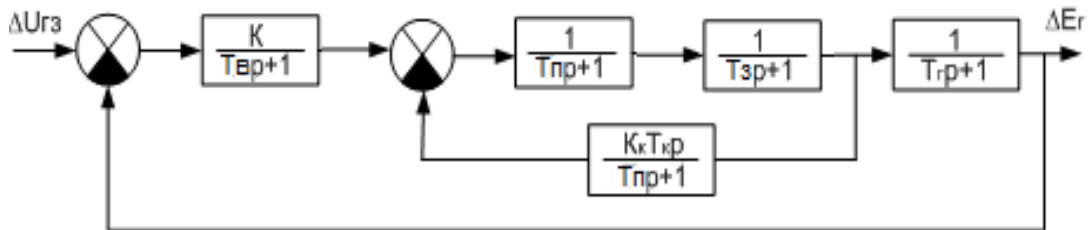


Рисунок 2 – Структурна схема скорегованої САР

Графік перехідних процесів приведений на рис. 3.

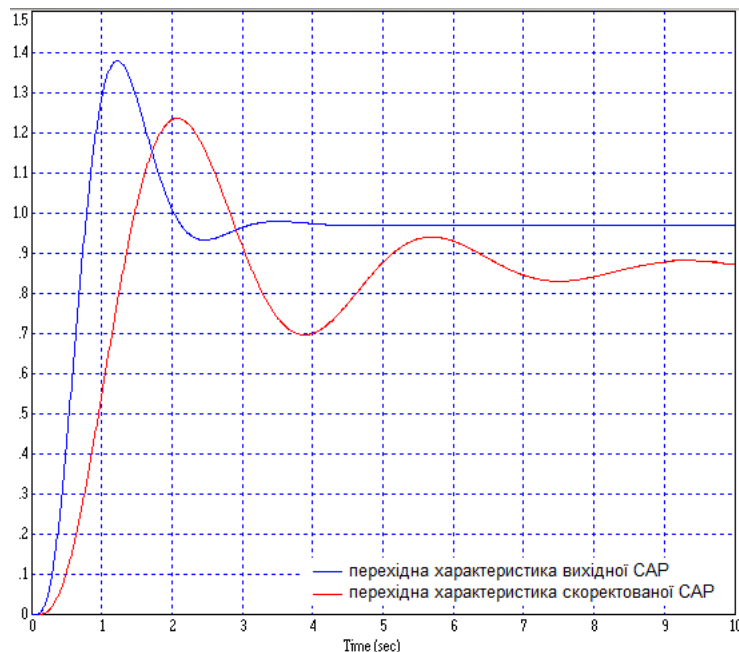


Рисунок 3 – Графік перехідного процесу

Висновки. В результаті аналізу структури системи регулювання напруги, характеристик її складових і фізичних процесів в енергосистемі, була складена

математична модель системи автоматичного регулювання напруги синхронного генератора, визначені передаточні функції складових. Проаналізовано стійкість системи. За допомогою логарифмічних частотних характеристик була отримана передаточна функція коригувального пристрою, що забезпечує задані показники якості регулювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Г.С. Якимчук, Теория автоматического управления электромеханическими системами. Херсон, 2009, 572 с ил.
2. В.А. Михайлов. Автоматизированные электроэнергетические системы судов. «Судостроение», Л. 1977. 510с.
3. 3. М.М. Красношарпа и др. Плавнорегулируемые трансформаторы, асинхронные и бесконтактные синхронные машины. «Радио и связь», М. 1992. 184с.
4. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах.- М.: Высшая школа, 1978.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Яцимирський Д. О., Абрамов Д. О.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Бабій М.В., к.т.н., доцент кафедри експлуатації суднових енергетичних установок

Вступ. З кожним роком проблемі енергетичної ефективності суднових енергетичних установок приділяється все більша увага. Це викликано, по-перше, тим, що морський транспорт є одним з найбільших енергоспоживачів, по-друге, високою вартістю енергетичних ресурсів, по-третє, шкідливим впливом продуктів згорання на навколишнє середовище.

Згідно з Резолюцією МЕРС.213(63), морські судна повинні мати план управління енергетичною ефективністю. Серед значного переліку вимог, щодо підвищення енергетичної ефективності судна варто звернути увагу на наступні [1, 2]:

- оптимізація роботи суднової енергетичної установки, шляхом зменшення механічних втрат і втрат теплоти;
- обслуговування пристроїв суднової енергетичної установки шляхом використання прогресивних систем діагностики, що може бути необхідним засобом для контролю високої ефективності суднової енергетичної установки;
- корисне використання різних видів теплової енергії шляхом застосування сучасних систем утилізації;
- використання альтернативних видів палива.

Відомими є наступні види утилізації теплоти: вихідних газів теплових двигунів, охолоджуючої рідини, мастила.

Утилізація теплоти вихідних газів сприяє відчутній економії палива, враховуючи значні втрати теплоти суднових ДВЗ або котлів саме з вихідними газами, що можуть сягати до 25 %.

Не менш актуальним способом підвищення енергетичної ефективності СЕУ є утилізація теплоти охолоджуючих рідин. У сучасних суднових дизельних установках знаходять використання системи утилізації теплоти, охолоджуючої головний (допоміжний) двигун, рідини в опріснювальних установках.

Основна частина. На прикладі багатоцільового судна «HNL FREMANTLE» розглянута можливість використання системи охолодження допоміжних двигунів Caterpillar 3512 для обігріву паливних танків у стоянковому режимі.

У базовому варіанті потреби судна в парі забезпечує комбінований котел Aalborg MISSION OC, продуктивністю 2,0 т/год при тиску 0,7 МПа. Пар котла витрачається при сепарації палива, для підігріву шламового танка, системи підготовки палива та обігрів паливних танків. На стоянці працює топкова частина комбінованого котла, яка споживає при цьому 144 кг / год палива.

У модернізованому варіанті пропонується використовувати систему охолодження допоміжних двигунів для обігріву паливних танків.

Для охолодження використовується двоконтурна система охолодження, яка складається з:

- контуру гарячої води, що охолоджує циліндри і кришки циліндрів;
- контуру холодної води, що охолоджує масло і надувне повітря (в теплообмінних апаратах).

Для обігріву паливного танка пропонується використовувати контур гарячої води, так як на виході з допоміжного двигуна температура води дорівнює 92 ... 94 °С, цієї температури вистачає для того, щоб підігріти витратний танк до необхідної температури 85 °С, і відстійний танк до температури 72 °С.

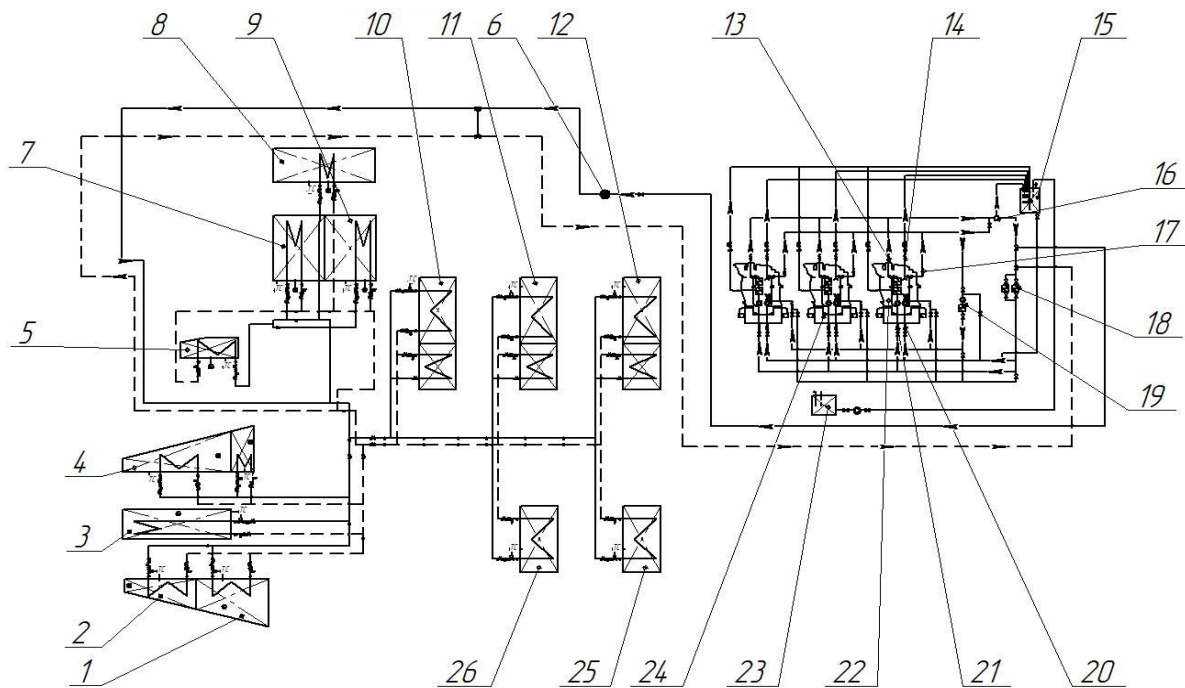


Рисунок 1 – Система обігріву танків водою:

1 – цистерна відпрацьованого мастила; 2 – цистерна стічна; 3 – танк-мастилозбірник; 4 – танк шламовий № 2 (відстійник); 5 – танк шламовий № 1 (відстійник); 6 – насос циркуляційний; 7 – танк відстійний; 8 – танк витратний; 9 – танк відстійний № 2; 10 – танк запасу важкого палива № 3; 11 – танк запасу важкого палива № 2 (лівий борт); 12 – танк запасу важкого палива № 1 (лівий борт); 13 – відвід води, НТ-контур; 14 – вентиляція, ВТ-контур; 15 – танк розширювальний; 16 – вентиляція; 17 – відвід води, ВТ-контур; 18 – холодильник центральний; 19 – підігрівач; 20 – підвід води, ВТ-контур; 21 – підвід води, НТ-контур; 22 – вентиляція від повітряного холодильника, НТ-контур; 23 – дренажний танк; 24 – дизель-генератор; 25 – танк запасу важкого палива № 1 (правий борт); 26 – танк запасу важкого палива № 2 (правий борт)

Модернізована система складається з набору трубопроводів, також пропонується встановити відцентровий насос для циркуляції води в трубопроводі. Слід врахувати, що у воді коефіцієнт теплопередачі нижче ніж у пари, тому діаметр труб, змійовиків повинні бути більше, ніж у трубопроводів з парою.

Висновки. При забезпеченні модернізації системи тепlopостачання за рахунок організації підігріву палива у танках запасу, відстійних та витратних за рахунок скидної теплоти допоміжних двигунів стане можливим знизити паропроодуктивність котла, а відтак витрату ним палива на стоянці і за рахунок цього підвищити економічність енергетичної установки на стоянковому режимі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Transport energy efficiency, Implementation of IEA Recommendations since 2009 and next steps. Kazunori Kojima, Lisa Ryan; September 2010. <https://www.iea.org/publications/>
2. Голиков В. А., Обертюр К. Л., Кирис В. А. Модель расчета конструктивной энергоэффективности морского судна на примере контейнеровоза. Судовые энергетические установки: научно-технический сборник. Вып. 29. - Одесса: ОНМА, 2012. С, 23-34.

***КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД
У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ***

CAREER AWARENESS TRAINING OF FUTURE SEAFARERS

Akinkunmi Ajiboye Ojedapo
Kherson State Maritime Academy
Scientific supervisors – Frolova O., teacher

Introduction. The global shipping industry of the 21st century is confronting seafarers with unique challenges such as multinational crews, the Internet, quick turnaround times and the world as a small global village. On the other hand, the challenges seafarers are faced with are as old as the industry itself. The seafarer's profession is still one of the most complex and dangerous with unmatched rates of intrinsic hazards.

Review of related literature. The problems connected with the development of seafarers' career awareness so necessary for balanced and efficient working atmosphere on board the ship have been deeply studied and examined by researchers: C. Cole, J. Horck, J. Jin, H. Kanengoni, A. Noble, S. Ruggunan, P. Trenkner, Z. Wang, J. Wu, P. Zhang, K. Zhou and others. According to P. Zhang, J. Wu, the ship is not only the special instrument of seafaring labor, but also the residence where the seafarer is working, living, sleeping and socializing [4, p. 227]. F. Anstey points to the fact that the stereotypical seafaring career has evolved into a multi-faceted, multi-dimensional collection of professions. A global cookie-cutter approach of educating and training seafarers will no longer satisfy the modern industries of today [1, p. 195]. In this regard, the significance of proper and well-informed career awareness of maritime cadets is being analyzed in this article.

The purpose of the article is to suggest and ground a professional career awareness guidance for young maritime cadets in pursuit of becoming seafarers and what it actually means to be at sea.

Being a young researcher, this article is an attempt in research to analyze a problem of effective training of students who are studying towards becoming officers in the merchant navy.

Therefore, we suggest the following strategies of career awareness of future seafarers.

1. Inculcating professional emotion into training of cadets. Navigation symbolizes wisdom, endurance, strength, enthusiasm, optimism, carefulness, bravery and courage just to mention a few. A seafarer should have a good body and mind quality, as the saying goes «a sound mind in a sound body». He should be able to deal calmly with distress, emergency and safety situations, have the confidence and perseverance to survive in distress. Impacting and inculcating these attitudes into the minds of cadets while they are still under training is very important, critical and crucial before they go on board.

2. Setting up a professional career planning for cadets. Experts, experienced seafarers and good senior students should be invited periodically to do a series of profession-focused lectures. It should be done frequently and systematically. This will enable cadets to have in-depth knowledge and understanding of their chosen career and primary design of future plans. If a cadet has a good professional career planning, he will clearly know what to do at any particular point in time, work hard and diligently towards the future and would naturally have adequate awareness of his profession.

3. Cultivating a positive team spirit. The unique success of any team is a result of the collaborative efforts made by each single member on board. Seafarers are expected to work hard together as a team to solve many challenges which are impossible to be handled by just a single person. During the voyage, bridge department and engine department should collaborate together. Team spirit is very vital in supplying good service to ship and cargo owners. Hence, a positive team spirit is an essential aspect in the training of maritime cadets.

4. Strengthening adequate and effective resource management. According to S. Ruggunan, one of the markers of the global shipping industry is the segmented nature of the labour market. The segmentation of crew between ratings and officers is important because each segment requires different career pathing strategies [2, p. 141]. As a trained seafarer, he should be able to maintain equipment, resolve challenges and keep voyage on course with the available resources even when they are inadequate. STCW Convention (with Manila Amendments) adds bridge resource management and engine room resource management, which requests seafarers to change their attitude and take efficient action.

5. Impacting discipline and responsibility into the routine activities of cadets. Tutors should regularly visit the class and dormitory to ascertain daily management of cadets. Combining the semi-military management, setting up series of rules to check the standard for getting up, morning physical exercises, going to bed, cleanliness etc. This service awareness can be impacted by routine evaluation of classes and dormitories, which can stimulate cadets' sense of order.

6. Strengthening teaching management. Good career awareness cultivation should run throughout the teaching process and teachers must show interest in cadets' learning, their understanding of what they are being taught and other aspects, which will enhance teacher-student relationship.

Furthermore, we would like to stress on the significance of good career awareness training of maritime cadets.

1. Good career awareness ensures safety of cargo transportation. By investigation of interrelated organizations, over 80% of accidents are attributed to the human factor, so it is important for seafarers to improve their career awareness [3, p. 70-71]. Although, seafarers are trained professionals, their service awareness can impact positively on the safety of their work as seamen.

2. Good career awareness favours safety of life and protection of marine environment. Good career awareness can stimulate seafarers' working fervency and they will take the best measures to ensure safety of life and protection of marine environment during ocean shipping [3, p. 70].

3. Good career awareness promotes the development of seafarers and shipping enterprise. If a seafarer provides good service, he will gain great trust, reward and may be promoted to a higher rank. Generally speaking, the service awareness belongs to the category of professional ethics. Whether the seafarer have good service awareness or not, it is directly related to the development of himself. As a seafarer develops from an ordinary crew to a senior officer, he shall not only develop the job ability, but also develop the management ability [3, p. 70].

Conclusion. The future of the maritime industry could have another face lift if young people who wish to become seafarers are given adequate informed decisions about the career they have chosen. They need to be encouraged to be bolder and decisive in their thinking like never before to be able to give out the best in them. Due to today's modern world of technology, new and more advanced forms of seafaring have evolved and seafarers are expected to abreast themselves with these trends of the industry and the globe at large. As we say «continues practice makes a man perfect». It is in this context that we need pay close attention or take another critical look into the training of maritime cadets in order to effectively manage the challenges confronting today's seafaring as well as its future.

LIST OF LITERATURE

1. Anstey F. Professionalization and diversification: meeting the needs of industry / F. Anstey // Proceedings of IMLA-23. – Durban : Durban University of Technology, 2015. – P. 195-202.

2. Ruggunan S. Pursuing a career at sea: an empirical profile of South Africa cadets and implications for career awareness / S. Ruggunan, H. Kanengoni // Proceedings of IMLA-23. – Durban : Durban University of Technology, 2015. – P. 140-155.

3. Wang Z. Good Service Awareness Training for Seafarers / Z. Wang, J. Jin, K. Zhou // Proceedings of IMLA-22. – Xiamen : Jimei University, 2014. – P. 70-72.

4. Zhang P. The Characteristics of Seafaring Labor / P. Zhang, J. Wu // Proceedings of IMLA-22. – Xiamen : Jimei University, 2014. – P. 227-235.

КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ЕФЕКТИВНОМУ ПРОВЕДЕННІ ТРИВОГ ТА ТРЕНУВАНЬ НА СУДНІ

Андрющенко М. С.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Півоваров Л. А., ст. викладач Херсонської державної морської академії

Вступ. На сьогодні проведенням тривоги та тренувань на судні приділяють дуже мало уваги. Правильно та своєчасно проведені тренування на борту можуть гарантувати, що реакція на надзвичайну ситуацію буде оперативною та ефективною. Переваги проведення тривоги – це ясність думки при виникненні справжньої надзвичайної ситуації, знайомство з обладнанням (включаючи тестування та забезпечення готовності аварійного обладнання) і власне судном. Також це можливість перегляду та оновлення контрольних списків надзвичайних ситуацій, як вимагається (emergency response checklists) та підготовка людей до надзвичайних ситуацій.

Основна частина. Суднові тривоги часто проводяться неправильно, що є підставою для затримання Портовим Контролем. Старший командний склад повинен детально обговорити сценарій, щоб провести тривогу найбільш реалістично. Для забезпечення ефективності тренувань необхідно приділити особливу увагу регулярності їх проведення - частота повинна бути, як мінімум, у межах планувальника тривоги. Більш того, необхідно подумати про періодичне проведення непередбачених тренувань з належним врахуванням годин відпочинку, а також про зміну ролей та функцій членів екіпажу під час виконання навчальних тривоги. Коли ваше тренування ефективне в рутинній роботі, ваші дії в надзвичайних ситуаціях будуть найбільш результативними [1].

Найчастішими проблемами при проведенні тривоги можуть бути як дихальні апарати, які не були надягнуті належним чином (шланги не готові), так і партія пожежників, яка розділяється під час пожежогасіння або активація на пульті SCBA сигналізації низького тиску. Якщо SCBA набір був погано одягнений (не всі ремені були затягнуті) – це буде приводом для зауваження. Дуже серйозне зауваження, якщо відсутність члена екіпажу не помічена. Пожежні шланги для пожежників мають бути наповнені водою максимально, щоб збити полум'я, якщо осередок загорання невеликий. Активація аварійного пожежного насоса повинна бути першочерговою задачею для охолодження довкола місця загорання. Під час проведення тривоги SART, EPIRB, VHF та інша апаратура повинна бути доставлена на точку збору екіпажу на випадок, якщо ситуація переросте в критичну [2, 3].

Існують нормативні вимоги до ведення тривоги - SOLAS Ch. III / Reg.19, які є обов'язковими для забезпечення компетентності екіпажу на судні, а саме:

1. Кожен член екіпажу повинен брати участь, принаймні, в одній тривозі по залишенні судна і одній пожежній тривозі кожного місяця.
2. Тренування екіпажу повинно відбутися протягом 24 годин впродовж покидання судном порту, якщо більше 25% екіпажу не брали участі у тривогах по залишенню судна та пожежних тривогах на борту цього конкретного судна в попередній місяць.
3. Коли корабель вводять в службу вперше, після модифікації (ремонт) або, коли задіяний новий екіпаж, ці тривоги повинні бути проведені перед плаванням.
4. Тренування зі входу до замкнених приміщень та евакуацій з них - один раз на два місяці.
5. Див. SOLAS Ch. III / 19.3.4.1 для мінімальних вимог для проведення тривоги з покидання судна.
6. Див. SOLAS Ch. III / 19.3.5.2 для мінімальних вимог для проведення пожежних тривоги на судні.

7. Обладнання, яке використовується під час тренувань, має бути негайно повернене на місце та приведене до повністю функціонального стану без будь-яких несправностей та недоліків, які були виявлені під час тривоги.

8. Див. SOLAS Ch. III / 19.3.6.2 для мінімальних вимог з тренування заходу в замкнені приміщення та порятунку з них.

Приклад планування тривоги зображений на рис. 1.

Ch: SBP 13.6 Date: 01.12.16 Revision: 16 Prep: PKC Appr: ML Page 3 of 6		Ch: SBP 13.4 Date: 01.12.16 Revision: 16 Prep: PKC Appr: ML Page 2 of 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<p>BELOW TRAINING IS TO BE CARRIED OUT AT LEAST ONCE EVERY 6 MONTHS</p> <p>GROUP – 1st : Permit System Frequency</p> <table border="1"> <tr> <td>1. Risk assessment and work permit system.</td> <td rowspan="5">All Offices and Crew</td> </tr> <tr> <td>2. Precautions for entry into enclosed spaces/ pump room entry procedure</td> </tr> <tr> <td>3. Precautions for carrying out hot/ cold work.</td> </tr> <tr> <td>4. Precaution for carrying out work aloft / over side.</td> </tr> <tr> <td>5. Electrical isolation procedures.</td> </tr> <tr> <td>6. Working on pressure vessels.</td> <td rowspan="3">All Officers</td> </tr> <tr> <td>7. Gas detector testing and calibration</td> </tr> <tr> <td>8. Lock out Tag out Training</td> </tr> </table> <p>GROUP – 2nd : Safe Practices (COSWP & Others)</p> <table border="1"> <tr> <td>1. Precautions in the use of cranes (Ship-specific).</td> <td rowspan="5">All Officers and Crew</td> </tr> <tr> <td>2. Precautions in handling of chemicals and paints</td> </tr> <tr> <td>3. Safe Mooring Procedures.</td> </tr> <tr> <td>4. Manual Handling technique</td> </tr> <tr> <td>5. Non-emergency and emergency procedures for helicopter operators basis ICS Guide to Helicopter/ Ship Operations</td> </tr> <tr> <td>6. Suicide prevention guidelines</td> <td rowspan="2">All Officers</td> </tr> <tr> <td>7. Safety Training Observation Programme</td> </tr> </table> <p>GROUP – 3rd : First Aid Measures</p> <table border="1"> <tr> <td>1. Asphyxia – Artificial Respiration and CPR use of Oxygen Resuscitator.</td> <td rowspan="3">All Officers and Crew</td> </tr> <tr> <td>2. Treatment of Electric shock.</td> </tr> <tr> <td>3. Methods of using a stretchers (rescue from enclosed spaces) – ship specific methods.</td> </tr> </table> <p>GROUP – 4 : Environment Management System</p> <table border="1"> <tr> <td>1. Garbage Management on board and disposal regulations especially for cargo residues as per MARPOL Annex V.</td> <td rowspan="5">All Officers and Crew</td> </tr> <tr> <td>2. General ship-specific Safety Precautions during critical operations (Sunbating and cargo work).</td> </tr> <tr> <td>3. Ballast Water Management Procedures on board as per BWM-A/Ch11 (including ballast water treatment plant, if applicable)</td> </tr> <tr> <td>4. Bio Fouling Management training and familiarization on board as per BMP Chapter 10 / ship specific plan.</td> </tr> <tr> <td>5. Ship Energy Efficiency Management Plan training (ship specific)</td> </tr> <tr> <td>6. Alcohol Testing and Drug testing procedures as per USCG requirements.</td> <td rowspan="2">All Officers</td> </tr> <tr> <td>7. Energy conservation CBT</td> </tr> </table>		1. Risk assessment and work permit system.	All Offices and Crew	2. Precautions for entry into enclosed spaces/ pump room entry procedure	3. Precautions for carrying out hot/ cold work.	4. Precaution for carrying out work aloft / over side.	5. Electrical isolation procedures.	6. Working on pressure vessels.	All Officers	7. Gas detector testing and calibration	8. Lock out Tag out Training	1. Precautions in the use of cranes (Ship-specific).	All Officers and Crew	2. Precautions in handling of chemicals and paints	3. Safe Mooring Procedures.	4. Manual Handling technique	5. Non-emergency and emergency procedures for helicopter operators basis ICS Guide to Helicopter/ Ship Operations	6. Suicide prevention guidelines	All Officers	7. Safety Training Observation Programme	1. Asphyxia – Artificial Respiration and CPR use of Oxygen Resuscitator.	All Officers and Crew	2. Treatment of Electric shock.	3. Methods of using a stretchers (rescue from enclosed spaces) – ship specific methods.	1. Garbage Management on board and disposal regulations especially for cargo residues as per MARPOL Annex V.	All Officers and Crew	2. General ship-specific Safety Precautions during critical operations (Sunbating and cargo work).	3. Ballast Water Management Procedures on board as per BWM-A/Ch11 (including ballast water treatment plant, if applicable)	4. Bio Fouling Management training and familiarization on board as per BMP Chapter 10 / ship specific plan.	5. Ship Energy Efficiency Management Plan training (ship specific)	6. Alcohol Testing and Drug testing procedures as per USCG requirements.	All Officers	7. Energy conservation CBT	<p>DRILL PLANNER FOR THE YEAR</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">GROUP 1: LIFE SAVING</th> <th>FRE</th> <th>JAN</th> <th>FEB</th> <th>MAR</th> <th>APR</th> <th>MAY</th> <th>JUN</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th></th> <th>JUL</th> <th>AUG</th> <th>SEP</th> <th>OCT</th> <th>NOV</th> <th>DEC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.</td> <td>Abandon Ship Drill</td> <td>1M*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.1</td> <td>Correct procedure for donning life jacket, immersion suit and TPA.</td> <td>1M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.2</td> <td>Preparation and Lowering of at least one lifeboat. (Freefall L/B preparation only)</td> <td>1M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.3</td> <td>Starting lifeboat engines.</td> <td>Wkly</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.4</td> <td>Location of Switches for Emergency Lighting for Lifeboats / Life raft.</td> <td>1M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.5</td> <td>Rescue Boat Launching in Water (For vessels with dedicated rescue boats other than lifeboat)</td> <td>1M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.6</td> <td>Lowering and manoeuvring in water.</td> <td>3M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.7</td> <td>Causes of and first aid treatment of Hypothermia</td> <td>2M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.8</td> <td>Special instructions necessary for use of LSA in severe weather and severe sea conditions</td> <td>2M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="9">* Abandon ship drill to be conducted on fortnightly basis on all Malta flagged ships.</td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Life raft launching procedures</td> <td>2M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.1</td> <td>These should be supplemented with instructions on General instructions on abandoning ship and survival in lifeboats and life rafts, including the necessity of donning warm clothing.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.2</td> <td>Training in the use of Davit launched liferafts (if applicable).</td> <td>4M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.</td> <td>Use of LSA: (following must be completed on a 2 month cycle)</td> <td>2M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.1</td> <td>Use of pyrotechnics</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.2</td> <td>Use of Line throwing apparatus</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3</td> <td>Use of EPIRB</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.4</td> <td>Use of SART</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.5</td> <td>Use of MOB buoy and marker</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">GROUP 1A: TANKERS and GAS CARRIERS (ADDITIONAL)</td> <td>FRE</td> <td>JAN</td> <td>FEB</td> <td>MAR</td> <td>APR</td> <td>MAY</td> <td>JUN</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td></td> <td>JUL</td> <td>AUG</td> <td>SEP</td> <td>OCT</td> <td>NOV</td> <td>DEC</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>Lifeboat Air support system</td> <td>2M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.</td> <td>Lifeboat Sprinkler system</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">GROUP 2: FIRE</td> <td>FRE</td> <td>JAN</td> <td>FEB</td> <td>MAR</td> <td>APR</td> <td>MAY</td> <td>JUN</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td></td> <td>JUL</td> <td>AUG</td> <td>SEP</td> <td>OCT</td> <td>NOV</td> <td>DEC</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>Fire Drills : Plan to hold drill at new location each time (Deck / Accom / E.R) to complete cycle in 12 Months</td> <td>1M*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.1</td> <td>Major fire in E. Room (General)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.2</td> <td>Generator Fire</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		GROUP 1: LIFE SAVING		FRE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN				JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	1.	Abandon Ship Drill	1M*							1.1	Correct procedure for donning life jacket, immersion suit and TPA.	1M							1.2	Preparation and Lowering of at least one lifeboat. (Freefall L/B preparation only)	1M							1.3	Starting lifeboat engines.	Wkly							1.4	Location of Switches for Emergency Lighting for Lifeboats / Life raft.	1M							1.5	Rescue Boat Launching in Water (For vessels with dedicated rescue boats other than lifeboat)	1M							1.6	Lowering and manoeuvring in water.	3M							1.7	Causes of and first aid treatment of Hypothermia	2M							1.8	Special instructions necessary for use of LSA in severe weather and severe sea conditions	2M							* Abandon ship drill to be conducted on fortnightly basis on all Malta flagged ships.									2.	Life raft launching procedures	2M							2.1	These should be supplemented with instructions on General instructions on abandoning ship and survival in lifeboats and life rafts, including the necessity of donning warm clothing.								2.2	Training in the use of Davit launched liferafts (if applicable).	4M							3.	Use of LSA: (following must be completed on a 2 month cycle)	2M							3.1	Use of pyrotechnics								3.2	Use of Line throwing apparatus								3.3	Use of EPIRB								3.4	Use of SART								3.5	Use of MOB buoy and marker								GROUP 1A: TANKERS and GAS CARRIERS (ADDITIONAL)		FRE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN				JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	1.	Lifeboat Air support system	2M							2.	Lifeboat Sprinkler system								GROUP 2: FIRE		FRE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN				JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	1.	Fire Drills : Plan to hold drill at new location each time (Deck / Accom / E.R) to complete cycle in 12 Months	1M*							1.1	Major fire in E. Room (General)								1.2	Generator Fire							
1. Risk assessment and work permit system.	All Offices and Crew																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2. Precautions for entry into enclosed spaces/ pump room entry procedure																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3. Precautions for carrying out hot/ cold work.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4. Precaution for carrying out work aloft / over side.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5. Electrical isolation procedures.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6. Working on pressure vessels.	All Officers																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
7. Gas detector testing and calibration																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
8. Lock out Tag out Training																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1. Precautions in the use of cranes (Ship-specific).	All Officers and Crew																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2. Precautions in handling of chemicals and paints																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3. Safe Mooring Procedures.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4. Manual Handling technique																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5. Non-emergency and emergency procedures for helicopter operators basis ICS Guide to Helicopter/ Ship Operations																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6. Suicide prevention guidelines	All Officers																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
7. Safety Training Observation Programme																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1. Asphyxia – Artificial Respiration and CPR use of Oxygen Resuscitator.	All Officers and Crew																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2. Treatment of Electric shock.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3. Methods of using a stretchers (rescue from enclosed spaces) – ship specific methods.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1. Garbage Management on board and disposal regulations especially for cargo residues as per MARPOL Annex V.	All Officers and Crew																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2. General ship-specific Safety Precautions during critical operations (Sunbating and cargo work).																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3. Ballast Water Management Procedures on board as per BWM-A/Ch11 (including ballast water treatment plant, if applicable)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4. Bio Fouling Management training and familiarization on board as per BMP Chapter 10 / ship specific plan.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
5. Ship Energy Efficiency Management Plan training (ship specific)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
6. Alcohol Testing and Drug testing procedures as per USCG requirements.	All Officers																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
7. Energy conservation CBT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
GROUP 1: LIFE SAVING		FRE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1.	Abandon Ship Drill	1M*																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.1	Correct procedure for donning life jacket, immersion suit and TPA.	1M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.2	Preparation and Lowering of at least one lifeboat. (Freefall L/B preparation only)	1M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.3	Starting lifeboat engines.	Wkly																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.4	Location of Switches for Emergency Lighting for Lifeboats / Life raft.	1M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.5	Rescue Boat Launching in Water (For vessels with dedicated rescue boats other than lifeboat)	1M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.6	Lowering and manoeuvring in water.	3M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.7	Causes of and first aid treatment of Hypothermia	2M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.8	Special instructions necessary for use of LSA in severe weather and severe sea conditions	2M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
* Abandon ship drill to be conducted on fortnightly basis on all Malta flagged ships.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2.	Life raft launching procedures	2M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2.1	These should be supplemented with instructions on General instructions on abandoning ship and survival in lifeboats and life rafts, including the necessity of donning warm clothing.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
2.2	Training in the use of Davit launched liferafts (if applicable).	4M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3.	Use of LSA: (following must be completed on a 2 month cycle)	2M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3.1	Use of pyrotechnics																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3.2	Use of Line throwing apparatus																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3.3	Use of EPIRB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3.4	Use of SART																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
3.5	Use of MOB buoy and marker																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
GROUP 1A: TANKERS and GAS CARRIERS (ADDITIONAL)		FRE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1.	Lifeboat Air support system	2M																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2.	Lifeboat Sprinkler system																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
GROUP 2: FIRE		FRE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1.	Fire Drills : Plan to hold drill at new location each time (Deck / Accom / E.R) to complete cycle in 12 Months	1M*																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1.1	Major fire in E. Room (General)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1.2	Generator Fire																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Рисунок 1 – Річне планування тривоги згідно з вимогами SOLAS

Під час надзвичайної ситуації безпеку для себе можете забезпечити лише ви самі. Саме тому на обов'язковій основі все рятувальне, пожежне обладнання має використовуватися під час тривоги та проводитися навчання, яке пояснює принцип роботи цього обладнання. Всі члени екіпажу повинні бути впевнені у правильному використанні обладнання, саме тому відповідальна особа уповноважена за проведення додаткових тренувань, якщо продуктивності не вистачає. Проведення тренувань не означає звільнення від будь-яких вимог безпеки чи процедур, що застосовуються інакше і саме з цієї причини слід робити роз'яснювальні паузи під час тренувань особливо складних елементів. Уникання дистанційного керування водонепроникними дверцятами та протипожежними дверима під час проведення тривоги сприяє ліпшому орієнтуванню на судні під час їх можливому блокуванні [4, 5].

Висновок. Отже, дотримання вищеперерахованих нормативних вимог, якісне планування за допомогою Drill Planer for the Year та вчасно виконані тривоги та

тренування зможуть зменшити травматичність під час їх проведення і найважливіше – врятувати не одне життя під час справжньої надзвичайної ситуації. Саме тому свідоме відношення до тренувань одного дня можуть врятувати вам життя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. SOLAS Ch. III/ Reg.19.
MSC.1/Circ.1327 guidelines.
3. SBP 13.4 and 13.6 for planning of drills and trainings on board.
4. SQ/MSG/039AS/16 – Shortcomings observed in fire drill carried out during Internal Audit.
5. SQ/MSG/090AS/16 - Safety Alert.

ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ СУДНОВОДІВ

Буряк Д. М., Николенко Д. В.

Державний вищий навчальний заклад «Херсонське морехідне училище рибної промисловості»

Науковий керівник – Гречко В. В., викладач I категорії

Вступ. Сучасному суспільству потрібні фахівці, які здатні до самостійного мислення, самореалізації як професійної, так і особистісної, які вміють об'єктивно оцінювати свої здібності й можливості, прагнуть до самовдосконалення і самореалізації. Цілеспрямований розвиток творчих здібностей курсантів у процесі навчання значною мірою сприяє підвищенню інтересу до навчання, успішному та швидкому оволодінню спеціальністю, розвитку пам'яті, тощо. Перехід від індустріального до постіндустріального суспільства відбувається на тлі зміни технологічних укладів як сукупності технологій, притаманних певному рівню розвитку виробництва. Економіка України базується на третьому (1890–1930 рр.) та четвертому (1940–1980 рр.) технологічних укладах, частка п'ятого (1980–2020 рр.), в основі якого такі технології, як телекомунікації, роботобудування, мікро і оптико-волоконні технології, Інтернет, біотехнології, обчислювальна техніка. Завданням держави є не тільки стимулювання розвитку відповідних галузей за допомогою економічних та адміністративних важелів, а в першу чергу перехід до нової освітньої парадигми, де головна роль належить людині, знанням, інвестиціям у людський капітал.

Англійське слово «Smart» – багатозначне і дійсно відображає суть технологій, а саме: розумний, кмітливий, чудовий, нарядний. Отже, Smart технології – це розумні, ефективні технології. В практиці освітньої діяльності під Smart-технологіями, ми розуміємо в основному інформаційні технології, використання різноманітних комплексних засобів та сучасних інтерактивних методів викладання. (SMART несе подвійне змістовне навантаження: крім дослівного перекладу з англійської її можна розшифрувати як навчання самостійне, мотивоване, адаптивне, збагачене ресурсами, з вбудованими технологіями. Становлення Smart-суспільства можна назвати глобальною тенденцією. Smart – це здатність об'єкта, що характеризує інтеграцію у ньому двох чи більше елементів, які раніше не могли бути поєднані, за допомогою Інтернет. Наприклад, Smart-TV, Smart-Home, SmartPhone. Smart-технології приведуть до розширення трудової мобільності в освіті, державній службі, інших сферах зайнятості [3]. Вже сьогодні дедалі більше людей навчаються та працюють дистанційно, з часом така тенденція буде тільки поширюватись. Різні завдання на основі smart-технологій студенти можуть виконувати самостійно у позааудиторний час. Це всі види самостійної роботи, виконання індивідуальних проєктів, курсових, дипломних та робіт. Викладач має можливість консулювати курсантів як безпосередньо, так і дистанційно. Дистанційна освіта, як складова smart-технологій стає лідером і дає можливість навчати студентів за допомогою відеокурсів на YouTube, які користуються популярністю у студентів. Широкий доступ до електронних навчальних матеріалів через smart технології та засоби ІТ, спрямовує студента на самостійне здобуття професійних компетенцій. Навчання курсантів набуває більшої персоналізації, що стає підґрунтям розробки персональних освітніх програм, зорієнтованих на інтелект, творчість та креативність майбутніх фахівців [4].

Основна частина. Зростання вимог до рівня підготовки сучасних фахівців, процеси євроінтеграції і глобалізації, європейський вектор розвитку системи освіти України зумовлюють необхідність її адаптації до нових соціально-економічних умов з метою забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних фахівців. Інформатизація суспільства, інтеграція напрямів розвитку галузей державного господарства спричиняє

незалежності реформи системи освіти з акцентом на формування ключових компетентностей фахівців. Зі свого боку, зазначене потребує розроблення нового змісту. Нині у становленні України як незалежної європейської країни виняткової вагомості набирає укріплення її позицій як сильної морської держави. Необхідність і доцільність підготовки фахівців морського флоту, зокрема судноводіїв, зумовлена новітніми потребами, які з'являються у процесі розвитку морської галузі. Проблема підвищення конкурентоспроможності судноводіїв на міжнародному ринку морських транспортних послуг з часом загострюється. Одним із чинників впливу на означену тенденцію вважається якість їх підготовки у навчальних закладах. Загальне зниження рівня безпеки у галузі мореплавства пояснюється бажанням судновласників до економії в експлуатації суден та недостатнім рівнем професійної підготовки членів їх екіпажів. Сучасні конкуренти спроможні судноводії повинні характеризуватися високим рівнем як практичного досвіду та освіченості, так і технічної компетентності. Останнім часом загострюється проблема впливу на діяльність судноводіїв новітніх технологій, які пов'язані з автоматизацією всіх її функціональних напрямів. Зокрема, у розвинених країнах першочергового поширення набувають гнучкі автоматизовані інформаційні системи, керовані персональними комп'ютерами. Саме з огляду на останні аспекти, а саме: вплив новітніх технологій є необхідним. Глибоке вивчення вітчизняного досвіду та досвіду інших країн з метою побудови системи неперервної компетентнісної підготовки майбутніх судноводіїв і підвищення їх рівня.

У сучасній освіті за роки незалежності України, визначилися нові пріоритетні напрями розвитку, створилася відповідна нормативно-правова база, здійснюється практичне реформування галузі. Звичайно, зміна цілей, завдань, умов вимагає вдосконалення й технологій навчання. З іншого боку, процес інтеграції з Європою, який триває і в освіті, також вимагає істотних змін традиційної системи, яка не сприймається належним чином у міжнародному освітньому співтоваристві. Окрім розробки єдиних критеріїв та стандартів освіти, це також потребує вдосконалення технологій навчання. Процес інформатизації освіти досить складний та потребує переосмислення досвіду реалізації новітніх інформаційних технологій, аналізу й оцінки можливостей їх використання в навчальному процесі, що обумовлює необхідність якісно нового рівня вивчення навчальних дисциплін, з метою розвитку у кожного курсанта стійкого бажання й уміння вчитися, самостійно отримувати знання, творчо підходити до виконання навчальних завдань. SMART-технології на сьогоднішній день, вже не є новинкою. Вони також широко впроваджуються та застосовуються у педагогічній практиці, з використанням електронних комунікацій при дистанційному навчанні для формування компетентності курсантів [5].

Під час підготовки майбутніх фахівців для торговельного та рибпромислового флоту при заочній та денній формі навчання виникає багато питань щодо обміном інформації консультаційного типу між викладачем та курсантом.

Перш за все це пов'язано із тим, що значна більшість тих, хто навчається знаходяться у закордонних рейсах на посадах, кадетів матросів, мотористів, вже маючи відповідну кваліфікацію (не вище кваліфікованого спеціаліста).

Щодо умов, які передбачено до навчальних закладів при проведенні перевірки їх готовності до реалізації освітніх програм із використанням цифрових технологій вказано, що навчальний процес із використанням методики використання електронних комунікацій при дистанційному навчанні для формування компетентності курсантів в навчально-виховному процесі здійснюється педагогічними працівниками, які підготовлені для роботи у новій інформаційно-освітній середі, який створює та робить актуальним прикладні учбові матеріали.

При цьому вважаючи значну відстань між викладачем та курсантом, технології дозволяють відсутність згаданих в аудиторії використовуючи при цьому запропоновані освітньо-інформаційні ресурси.

Таким чином, характер роботи викладача при дистанційному навчанні уявляє наявність достатньо широкого набору критеріїв:

- 1) знання нормативно-правової системи щодо дистанційної освіти;
- 2) знання вимог до методичного супроводження дистанційної освіти та методичного забезпечення навчального процесу;
- 3) впевнене володіння персональним комп'ютером та периферійними пристроями;
- 4) володіння стандартними програмами та сучасним програмним забезпеченням;
- 5) вміння використовувати аналіз програмного забезпечення з точки зору його дидактичних можливостей;
- 6) знання та володіння основними видами та загальними принципами функціонування телекомунікаційних систем;
- 7) володіння різноманітними засобами телекомунікацій (електронна пошта, спілкування у режимі реального часу: наприклад Skype або Viber) для обміну інформацією;
- 8) вміння особисто адаптувати технології, що використовуються до умов глобальних мереж та соціальний мереж;
- 9) вміння організувати та провести телеконференцію або тематичний чат;
- 10) володіння телекомунікаційним етикетом;
- 11) знання та володіння принципами особисто-орієнтовного підходу в навчанні.

Проаналізувавши останні оглядові публікації щодо загальних задач дистанційної освіти [1, 2]. та дослідивши діяльність вітчизняних та закордонних фахівців у цій сфері автори прийшли до висновку, що для підготовки методичних комплексів та програмних пакетів для реалізації дистанційного навчання необхідно:

- 1) сформулювати мотивацію як курсанта, так і викладача до здійснення даного виду навчання при цьому забезпечивши переконливість актуальності, сучасності та перспектив використання електронних комунікацій в навчально-виховному процесі, для формування професійної компетентності судноводія;
- 2) при використанні електронних комунікацій в навчально-виховному процесі не тільки залучити, а й включити курсанта, у дистанційну освітню середу.

Останнє необхідне для початку усвідомлення ролі та функції між викладачем та курсантом та розуміння нюансів та важкостей навчання на відстані із використанням цифрових технологій.

Висновок. Використанням електронних комунікацій при дистанційному навчанні для формування компетентності курсантів дозволяє викладачеві запропонувати курсанту значні навчальні ресурси, які не завжди можна розкрити через обмеженість часу на аудиторних заняттях, зокрема подати відомості, історичні довідки, цікаві факти, матеріал для поглибленого вивчення, відеоматеріали. Вказана система також дає можливість проводити тестування та опитування студентів з подальшим автоматичним оцінюванням, здійснювати обмін інформацією між викладачем та курсантом. Все це сприяє активізації пізнавальної діяльності студентів. Ми живемо у контексті глобальної економіки, що розвивається і вимагає від нас постійного оновлення, засвоєння нових інструментів. Навчання повсякчас зачіпає нас у повсякденному житті і в неформальній взаємодії з іншими, у цілеспрямованих спробах вчитися, і у формальному досвіді, який пов'язаний із традиційним навчанням. Молоді люди сьогодні проводять понад шість годин на добу у мережі Інтернет, тож краще використовувати цей час ефективно – навчаючись. До того ж, це позитивно впливатиме на згубні навички щодо використання електронних пристроїв. Отже, всі разом, навчаючись, ми досягнемо неабияких успіхів у перебудові освіти, задля цього в нас є найнеобхідніше: прагнення, наполегливість, працездатність і віра в успіх! Престижною і перспективною на морському судні є професія судноводія – часто саме до такої діяльності вони є вмотивованими та бажають бути підготовленими. Судноводія вважають однією із найважливіших фігур на судні серед фахівців морських

спеціальностей. Судноводій (англ. navigator) є фахівець з судноводіння, який здійснює керування безпечним рухом судна за зазначеним маршрутом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеева, Л. Н. Инновационные технологии как ресурс эксперимента/ Л. Н. Алексеева// Учитель. – 2004. – № 3. – С. 78.
2. Слостенин В.А., Подымова Л.С. Педагогика: инновационная деятельность М.: ИЧП «Издательство Магистр», 1997. – 456 с.
3. <http://smartmesi.blogspot.com/2012/03/smart-smart.html>.
4. Smart-технології в Україні і світі [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://molodi.in.ua/smart-tehnolohiji>.

ІНКЛЮЗИВНА ОСВІТА. ОСНОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НА ПРАКТИЦІ

Данілова Т. О.

Морський коледж Херсонської державної морської академії

Науковий керівник – Шевченко С. М., викладач Морського коледжу Херсонської державної морської академії

Суть поняття «Інклюзивна освіта». «Інклюзивна освіта» – це процес, під час якого різні учні з різноманітними здібностями навчаються разом у одному класі. Вони разом отримують задоволення від екскурсій та позакласних заходів. Вони разом беруть участь у діяльності студентського або учнівського уряду, а також у спортивних заходах та шкільних виставах.

Інклюзивне навчання (англ. inclusive education) – навчання учнів або студентів із особливими потребами, яких вводять до загального освітнього середовища за місцем їхнього проживання. Інклюзивне навчання розглядається як альтернатива інтернатній системі (коли дітей з особливими потребами утримують та навчають окремо від інших дітей) та навчанню вдома [1].

Інклюзивна освіта цінує розмаїття та унікальну роль кожного учня або студента, яку він відіграє у класних заходах. У справді інклюзивному середовищі кожна дитина відчуває себе безпечно та має відчуття приналежності до колективу. Учні та їхні батьки беруть участь у визначенні навчальних цілей, а також у прийнятті рішень, які торкаються їх. А працівники школи, у свою чергу, мають необхідну кваліфікацію, підтримку, гнучкість та ресурси для того, щоб виховувати, заохочувати та реагувати на потреби усіх студентів [2].

Основою концепції інклюзивної освіти є принципи, що всі діти, незважаючи на різне культурне й соціальне походження та різні рівні навчальних можливостей, повинні мати однакові можливості у навчанні в усіх типах закладів освіти. Отже, ідеологія інклюзивної освіти спрямована на надання кожній дитині, всім відособленим і вразливим групам, можливостей для результативного навчання. Інклюзивна освіта є підходом, який допомагає адаптувати освітню програму та навчальне середовище до потреб учнів, які відрізняються своїми навчальними можливостями [3].

Значимість інклюзивної освіти. Цінності інклюзивної освіти:

- це визнання того, що всі діти можуть навчатися;
- це робота зі всіма дітьми, незалежно від їх віку, національності, мови, походження, особливостей розвитку;
- це вдосконалення освітніх структур, систем і методик для забезпечення потреб всіх дітей;
- це частина великої стратегії по створенню інклюзивного суспільства;
- це динамічний процес, який знаходиться постійно в розвитку.

Переваги інклюзивної освіти для дітей з особливими освітніми потребами:

- завдяки цілеспрямованому спілкуванню з однолітками поліпшується когнітивний, моторний, мовний, соціальний та емоційний розвиток дітей.
- ровесники відіграють роль моделей для дітей з особливими освітніми потребами.
- навчання проводиться з орієнтацією на сильні якості, здібності та інтереси дітей.
- у дітей є можливості для налагодження дружніх стосунків зі здоровими ровесниками й участі у громадському житті.

Переваги інклюзивної освіти для інших дітей:

- діти вчаться природно сприймати і толерантно ставитися до людських відмінностей.

- діти вчатьсЯ налагоджувати й підтримувати дружні стосунки з людьми, які відрізняються від них.
- діти вчатьсЯ співробітництву.
- діти вчатьсЯ поводитися нестандартно, бути винахідливими, а також співчувати іншим.

Переваги інклюзивної освіти для педагогів та фахівців:

- вчителі інклюзивних класів краще розуміють індивідуальні особливості учнів.
- вчителі оволодівають різноманітними педагогічними методиками, що дає їм змогу ефективно сприяти розвитку дітей з урахуванням їхньої індивідуальності.
- спеціалісти (медики, педагоги спеціального профілю, інші фахівці) починають сприймати дітей більш цілісно, а також вчатьсЯ дивитися на життєві ситуації очима дітей.

Найбільш суттєві перешкоди впровадження інклюзивного навчання:

- відсутність гнучкості фінансування.
- надто велика наповнюваність класу (кількість дітей більше 20).
- традиційний брак навчальних матеріалів, обладнання, технічних засобів навчання у загальноосвітніх закладах, а також (меншою мірою) непристосованість приміщень до особливих потреб дітей.

Брак спеціалістів та спеціальних послуг для дітей з особливими потребами, які навчаютьсЯ в умовах загальноосвітнього закладу.

Досвід реалізації інклюзивної освіти в країнах Європи.

Західноєвропейські системи загальної середньої освіти, незважаючи на різноманітність типів і рівнів навчальних закладів, які опікуютьсЯ освітою, в тому числі й дітей з особливими освітніми потребами, є ключовими елементами сучасної європейської моделі соціального устрою, яка виявляєтьсЯ привабливою для України, з огляду на завдання та перспективи розв'язання назрілих педагогічних і соціальних проблем.

Серед європейських країн Італія посідає головне місце у впровадженні ідей інтегрованого та інклюзивного навчання, оскільки однією з перших визнала інтегроване та інклюзивне навчання найприйнятнішою для неповносправних дітей формою здобуття освіти. Освітню реформу в країні, яку було проведено у 1972 р., ініціював громадський рух «Демократична психіатрія». Метою цього громадського об'єднання було досягнення прогресивних змін у психіатричних лікувальних установах, усунення відособлення та ізоляції соціально не небезпечних осіб з порушеною психікою, які стали в'язнями ізольованих закладів. Учасники цього руху вважали, що виникнення психічних відхилень у багатьох випадках провокуєтьсЯ суспільством і школою, в тому числі і спеціальними навчальними закладами. Тому варто ініціювати зміни і, насамперед, запровадити шкільну реформу, яка б надала можливість людям з психофізичними особливостями почуватися повноцінними членами суспільства. Під тиском громадськості у 1971 р. в Італії був ухвалений новий «Закон про освіту», який законодавчо закріпив право батьків на вибір навчального закладу, визначив статус масових шкіл, де навчаютьсЯ всі діти з проблемами в розвитку, забезпечив державну підтримку щодо здобуття освіти дітям з особливостями психофізичного розвитку.

У 1977 р. були розроблені додатки до «Закону про освіту», які визначали, що діти з особливостями розвитку мають ходити до школи поблизу домівки та навчатисЯ у класах разом зі своїми однолітками; наповнюваність класів не може перевищувати 20 учнів; у такому класі можуть навчатисЯ не більше 2 дітей з порушеннями; спеціальні класи в масових школах анулюютьсЯ; школярі з особливими освітніми потребами мають бути забезпечені кваліфікованою підтримкою з боку педагогів і різнопрофільних фахівців, які працюють з ними за узгодженими програмами; у класах із сумісним навчанням мають працювати спеціальні педагоги разом з учителями.

В оновленому «Законі про освіту» 1992 р., у розділі про навчання дітей з особливими потребами, серед пріоритетів визначено: роботу щодо взаємодії шкіл з установами різного підпорядкування з метою надання всебічної допомоги школярам з

особливими освітніми потребами різнопрофільними фахівцями, які мають працювати узгоджено та в тісному контактi; залучення батьків до процесу навчання дітей з особливостями розвитку тощо.

Дані, які наводить відомий італійський дослідник В. Vanathy, свідчать, що нині в країні понад 90 % дітей з особливостями психофізичного розвитку здобувають освіту в закладах загального типу. В освітніх департаментах провінцій країни функціонують консультативні служби, до складу яких входять різнопрофільні фахівці, адміністратори шкіл, працівники управлінь освіти, представники громадських організацій, за необхідності долучаються спеціалісти служб охорони здоров'я. Співробітники цих служб організують інклюзивне навчання, діагностуючи дітей і визначаючи їхні потреби, надають консультативну та навчально-методичну допомогу педагогам і шкільній адміністрації. У масових муніципальних закладах (і в дошкільних, і в шкільних) працюють асистенти вчителів, які надають допомогу школярам з обмеженими можливостями здоров'я та разом з педагогом класу відповідають за успішність учнів з особливими потребами. Асистенти вчителів спільно з педагогом складають індивідуальні навчальні плани для кожного учня з особливостями психофізичного розвитку з урахуванням його навчальних потреб, в т. ч. з корекційно – реабілітаційної допомоги, яка в окремих випадках надається поза межами школи – в центрах медико-соціальної реабілітації.

Інклюзивна освіта в Україні. Інклюзивна освіта в Україні – це широке поняття охоплює обдарованих дітлахів, дітей із затримкою психічного розвитку, безпритульних, сиріт тощо. Однак в Україні це поняття звужене й стосується лише дітей з особливостями або порушеннями психофізичного розвитку. Інклюзивна освіта (від англ. inclusion – включення, приєднання) якраз і передбачає включення таких дітей у навчальний процес у загальноосвітніх школах.

Батьки переважна більшість яких має дітей шкільного віку чули або дещо знають про інклюзивну освіту. Незважаючи на те, що населення мало знає про зміни в українській освітній системі, у цілому ставлення до ідеї інклюзивної освіти позитивне.

Існують стереотипи щодо інклюзивної освіти, що це тимчасова мода, що дискусії точаться лише задля того, щоб зменшити фінансування спеціальної освіти, а також що вчителі загальноосвітніх шкіл не готові до інклюзії ані психологічно, ані методично. Також вважається, що непотрібно включати дітей з особливими потребами, тому що здорові діти можуть бути жорстокими й повноцінна соціалізація не відбудеться [4].

В Україні створюють центри підтримки інклюзивної освіти, щоб проінформувати населення про інклюзив та надати необхідну допомогу.

Уряд визначив, як будуть створені та працюватимуть центри ресурсної підтримки інклюзивної освіти в Україні. Відповідну постанову прийняв під час засідання Кабінет Міністрів.

Вони забезпечуватимуть навчання вчителів шкіл та фахівців Інклюзивно-ресурсних центрів (ІРЦ), підвищення їх кваліфікації.

Установи проводитимуть аналітичну роботу. Враховувати будуть також побажання батьків. Наприклад, щодо вибору місця та форми навчання.

Центри підтримки будуть збирати інформацію щодо стану інклюзивної освіти, розроблятимуть програми підвищення кваліфікації для педагогів ІРЦ тощо.

Центри надаватимуть консультативно-методичну допомогу, крім ІРЦ, ще й іншим установам: соціального захисту населення, закладам охорони здоров'я, посадовим особам облдержадміністрацій, представникам органів місцевого самоврядування та громадським об'єднанням, а також батькам чи законним представникам дітей.

Фахівці центру проводитимуть різноманітні семінари та тренінги не тільки для педагогів, але й для громадськості. Така просвітницька робота центрів сприятиме підвищенню толерантності у суспільства до людей з інвалідністю, попередженню дискримінації, формуванню позитивного ставлення до таких дітей та їх батьків [5].

У навчальному закладі з інклюзивною освітою працюватимуть логопеди, психологи, інструктори ЛФК, педагоги-організатори, буде виділено додаткове фінансування на вчителя-асистента (який працює з класним керівником), няню-санітарку, бо діти самі не можуть пересуватися і їм потрібна допомога. Можуть допомагати і мами - волонтери, вихователі груп подовженого дня, де школярі займаються в різних гуртках.

Спеціального конкурсу для вступу до цих навчальних закладів немає, єдина умова, щоб дитина з інвалідністю пройшла психолого-медико-педагогічну комісію. Якщо медики підтверджують, що інтелект збережений і дитина може навчатися за загальноосвітньою програмою, тоді її зараховують до школи [4].

У процесі введення такої освіти, виникає безліч проблем, в тому числі і соціальних. Але, якщо проблеми створення нормативно-правової бази, спеціальних умов, проблеми фінансування, активно обговорюються, то про соціальні проблеми практично мало, що сказано, а їх досить багато і пов'язані вони в першу чергу з нашим ставленням до людей з особливими освітніми потребами, нашим ставленням до навчання дітей з особливими потребами в масовій школі.

Проблеми соціального характеру будуть одними з основних. Введення інклюзивної освіти в освітні установи, варто задуматися – чи готові педагоги, які навчають і їх батьки прийняти в класі особливих дітей? Тому нарівні з рішенням матеріально-технічних та інших проблем варто окремо приділити увагу проблемі формування інклюзивної культури в освітній установі.

Під формуванням інклюзивної культури потрібно розуміти побудову такої навчальної спільноти, в якому кожен відчуває, що йому в школі раді, відносяться доброзичливо. Учні і вчителі ставляться один до одного з повагою. Всіх учнів однаково цінують. Від всіх учнів школи очікують високих досягнень. Співробітники школи, учні та батьки поділяють ідеологію інклюзії. Вчителі прагнуть подолати бар'єри на шляху навчання і повноцінної участі всіх учнів у всіх аспектах шкільного життя [6].

Для придбання знань з інклюзивної культури, необхідного формування ціннісного ставлення може бути проведений цикл лекцій, бесід, класних годин. Метою такої роботи має бути привернення уваги школярів до проблем людей - інвалідів, розвиток моральних якостей учнів. Дітям необхідно показати, що люди з обмеженими можливостями дуже вольові, сильні і можуть досягти високих результатів у багатьох сферах життя. Для нормально розвитку дітей, знайомство з інклюзивною культурою, розвиток у них ціннісного ставлення, дуже важливо, так як зустріч з однолітком, не схожим на них, може обернутися серйозним шоком і навіть світоглядною кризою.

Отримання досвіду спільної діяльності – потужний соціальний засіб навчання дітей. Спільна робота допомагає учням (не тільки «звичайним» школярам, а й дітям з особливими освітніми потребами) помінятися внутрішньо і навіть зовні. Відбувається розвиток таких важливих навичок як: соціальна компетентність, набуття соціального досвіду взаємодії з однолітками, навички вирішення проблем, незалежність, самоконтроль.

Педагог, який працює з дітьми з обмеженими можливостями здоров'я, повинен мати високий рівень регуляції своєї діяльності, контролювати себе в стресових ситуаціях, швидко і впевнено реагувати на зміну обставин і приймати рішення. Йому необхідно мати в своєму арсеналі вміння, що дозволяють справлятися з негативними емоціями, навички релаксації, вміння володіти собою, здатність адаптуватися в важких, несподіваних ситуаціях. Самовладання педагога, його врівноваженість, емоційна стійкість дозволяють попередити конфліктні ситуації у відносинах між дітьми, між дітьми і педагогом. Все це матиме особливе значення для правильної організації навчально-виховного процесу, в якому важливе місце відводиться створенню охоронного режиму, що щадить нервову систему дитини з обмеженими можливостями здоров'я та оберігає його від зайвого перезбудження і втоми [6].

Висновок. Інклюзивна освіта в широкому сенсі передбачає створення рівних можливостей для всіх категорій дітей в Україні.

Жоден з них не має відчувати себе іншим – і це головне завдання інклюзії.

Інклюзивна освіта – це та складова гуманітарної політики кожної сучасної країни, яка свідчить наскільки її суспільство захищає невід’ємні права людини та яка сьогодні поступово входить у освітній процес України. Інклюзивна освіта – це, передусім, формування суспільної уваги та поваги до розмаїття та унікальності кожного учня чи учениці, що, у свою чергу, забезпечує кращу якість освіти для всіх дітей.

Навчальні заклади створюють середовище, у якому відбуваються перші активні взаємодії дитини з навколишнім світом за межами їхніх родин, що дозволяє розвивати соціальні відносини і навички формування відносин та спільних дій. Повага та розуміння зростають, коли учні та студенти з різними здібностями та різні за походженням граються, спілкуються і вчаться разом.

Освіта, яка виключає окремі групи дітей, посилює дискримінацію традиційно маргіналізованих груп. Коли освіта є значною мірою інклюзивною, такими самими стають повсякденні явища участі громадян у суспільних справах, зайнятості та громадського життя [2].

Батьки й вчителі готові вчитися заново й долати внутрішні психологічні проблеми, пов’язані з інклюзивною освітою. Що ж до зовнішніх «бар’єрів», зокрема матеріального забезпечення школи, побудови пандусів та спеціальних архітектурних споруджень, то їх неможливо подолати без участі держави.

Але слід додати негативне ставлення батьків до того, що їх здорові діти мають навчатися з дітьми із порушеннями психофізичного розвитку, вважаючи, що таким чином, орієнтація на дітей з вадами затримує розвиток навчання інших дітей. Проте, індивідуальний навчальний план (ІНП), розроблений відповідно до потреб такої дитини має реалізовуватись в умовах звичайного навчального процесу, не зупиняючи і не гальмуючи темп просування навчання інших дітей.

Готовність до навчання у звичайних українських навчальних закладах дітей з особливими освітніми потребами ще доволі незначна, пов’язано це, насамперед, з непоінформованістю населення щодо суті інклюзивної освіти, її переваг. Її корисність у тому, що учні з вадами розвитку звикають жити в середовищі своїх здорових чи то відносно здорових однолітків, беруть участь у шкільному й позашкільному житті навчального закладу, привчаючись таким чином до активного життя в соціумі. Їхні ж однокласники звикають толерантно сприймати людей з особливими потребами і ставитися до них як до рівних.

Визнання прав такої дитини, її інтересів, потреб, надання допомоги у процесі соціалізації та вибору професійної діяльності є дуже важливим на сучасному етапі розвитку освіти. Тому важливого значення набуває інклюзивне навчання, що передбачає спільне перебування дітей із порушеннями психофізичного розвитку з їх здоровими однолітками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
2. http://www.irf.ua/allevnts/news/tsinnist_inklyuzivnoi_osviti/
3. <http://education-inclusive.com/shho-take-inklyuziya/>
4. http://osvita.ua/school/inclusive_education/31182/
5. http://osvita.ua/school/inclusive_education/61755/
6. <http://xn--90aacgtdmfwedx0jsb.xn--p1ai/poleznaya-informatsiya/publikatsii-sotrudnikov/formirovanie-inklyuzivnoy-kultury/>

ІНФОРМАТИЗАЦІЯ НАВЧАННЯ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Заноздра І.І., Койчева О. Д.

Одеський національний морський університет

Наукові керівники – Ярова Н.В., доцент, к.е.н., Воркунова О. В., доцент к.е.н.

Вступ. Впровадження в навчальний процес новітньої технології навчання, тобто науково-методичного забезпечення, метою якого стає для педагога – покращення навчального процесу, а в наслідок цього успішного засвоєння навчального матеріалу студентами.

Об'єкт дидактики охоплює всю сукупність важливих відношень в процесі діяльності і спілкування педагога і студентів. При визначенні ефективності навчального процесу, при впровадженні посібника, методичних вказівок, або інших технологій навчання – ставимо мету конкретного дослідження одного із співвідношень, яке є в центрі уваги, але враховувати необхідно і всі інші. Таким чином, об'єктом дослідження є навчальний процес [1].

Не зважаючи на те, що існує безліч методів викладання, все ж таки немає одного методу, який нарешті задовольнив би усіх. Але інформатизація навчання у різних її виглядах в останні часи грає не останню роль, у тому ж самому навчанні і вихованні.

Основна частина. Наприклад, метод Холта [2]. Цей метод було перенесено в американські університети, і у трохи зміненому вигляді, він став відомий як «аудіовізуальний» й цілком витіснив традиційний метод читання й перекладу.

Сьогодні ситуація дещо змінилась. Існує нова теорія у психології інформатизації навчання під назвою «моніторна модель», яка твердить, що це зовсім відмінні процеси: перший – смислово-спостерігальний, другий – аналітичний, систематизований. Перший назвали «надбання», другий – «вивчення» [3].

На теперішній час, перспективним напрямком у використанні можливостей інформаційних технологій саме для підвищення якості професійної підготовки студентів у системі освіти, можна вважати дистанційне навчання. У дисертації дослідника І.Б. Добродєєва [3]. розглядається ефективність педагогічного супроводу студентів у процесі дистанційного навчання. Дистанційне навчання, засноване на комп'ютерних технологіях, має переваги перед традиційними формами навчання.

Визначення терміну «Інформатизація» дає «Словник педагогічних термінів»:

1) Інформатизація – соціальний процес підвищення престижу інформаційних наук, розповсюдження інформаційних методів практичної діяльності;

2) Організаційний, соціально-економічний та науково-технічний процес створення оптимальних умов для задоволення інформаційних потреб та реалізації прав громадян, органів державної влади, органів місцевого самоврядування, організацій, громадських об'єднань на підставі формування і використання інформаційних ресурсів [4].

Кожний метод викладання ґрунтується на певних психологічних постулатах. Постулатах, які впливають з філософії педагогіки і включають питання мети освіти взагалі та людських можливостей цю мету досягнути. Різні методи можуть віддавати перевагу різним аспектам мововжитку: в одних переважає вміння розмовляти, в інших акцент робиться на читанні, у третіх – перекладі. Деяких лінгвістів взагалі не цікавить практичний чи комунікативний аспект мови, і вони пропонують студентам вивчати саму структуру – парадигми, закони сполучень, лишаючи ознайомлення з живою мовою на пізніше [3].

Можна стверджувати, що «інформатизація» втручається в процес навчання на різних стадіях і в різний спосіб, часом витягаючи мовні навички періоду «надбання», причому тут грає неабияку роль психічний стан мовця і соціальні обставини, в яких він

перебуває. Тому до процесу інформатизації треба дещо додати, а саме психічні та соціальні чинники, які вливають на процес навчання.

У науці існують різні точки зору на можливості застосування комп'ютерів у гуманітарній області. Одні вчені вважають, що це може призвести до дегуманізації освіти, й пропонують обмежити область застосування комп'ютерів сферою предметів природно-математичного циклу. При цьому викладається точка зору, що саме гуманітарні предмети повинні виступати свого роду захистом людини від ЕОМ. Інформатизація гуманітарної освіти передбачає рішення багатьох соціальних, методичних, психологічних, лінгвістичних, логічних проблем, що пов'язані передусім з посиленням ролі людського фактору, з впливом комп'ютера на здоров'я та психіку людини.

Нові інформаційні технології навчання стали вимагати принципово нових форм організації навчального процесу, що в цілому збагатило теорію навчання – дидактику. Основні дидактичні принципи реалізуються у комп'ютерній технології навчання на більш вищому рівні на підставі кібернетичного підходу до управління навчальним процесом, що передбачає у перспективі комплексне застосування всіх видів дидактичних засобів. Комплексне використання таких засобів комп'ютерної технології навчання передбачає розробку та застосування різних видів навчаючих і контролюючих програм, їх поєднання із звичайними способами та засобами навчання, при якому проявляється ефект інтеграції [6].

При застосуванні у навчальному процесі дидактичних засобів спостерігається тенденція до підвищення успішності студентів. Запровадження цих засобів, дозволяє найбільш повно використовувати педагогічні можливості нових інформаційних технологій навчання та забезпечують оптимізацію навчального процесу, удосконалюють засоби надання студентам навчальної інформації, активізують пізнавальну діяльність студентів, розвивають їх самостійність у рішенні конкретних навчальних задач.

Отже, тільки у такому випадку й при збереженні провідної ролі викладача у навчанні можливий перспективний розвиток комп'ютерних дидактичних засобів та оптимальне використання їх у навчально-виховному процесі.

З появою нових засобів мультимедіа виникає потреба в іншому підході до системи освіти у цілому, тобто можливості процесу навчання повинні бути необмеженими.

Таким чином, виникає необхідність у більш сучасному мультимедійному комп'ютерному обладнанні зовсім нового типу, причому це обладнання при вірному підборі навчального програмного забезпечення надає можливість використовувати його як для проведення лекцій, так і для проведення практичних занять за всіма навчальними дисциплінами [6].

Компанія «Мультимедійні Системи», починаючи з дня свого заснування приділяє особливу увагу навчальним закладам. У 1996 році, до освітньої мережі України була впроваджена система TopSchool (Київський державний лінгвістичний університет), дана система була першою розробкою тайванської корпорації IkonNet Technologies, яка активно працює в галузі мережевих технологій на світовому ринку. Програмно-апаратний спосіб побудови системи дозволяє дистанційно управляти навчальним процесом у комп'ютерних класах, що працюють під ОС DOS, Windows 3.11. Наприкінці 1998 року компанія «Мультимедійні Системи» представила наступне покоління мережевих навчальних комплексів серії HiClass – HiClass II. Трохи пізніше, дану систему купили та запровадили понад 15 навчальних закладів України.

Сьогодні неocenними перевагами понад 30 мультимедійних мережевих навчальних комплексів серії HiClass користуються 19 освітніх закладів 11 міст України. Фахівці сервісного центру компанії переконані: навчальні комплекси HiClass II змінюють погляд на існуючу систему освіти [6].

В даний час більшість країн докладають величезних зусиль для модернізації своїх систем освіти на основі інформаційних технологій, які є ключем до подібної модернізації.

У деяких країнах інформаційні технології вважаються основним компонентом в підвищенні якості освіти шляхом внесення змін в навчальні курси, навчання новим практичним навичкам і розширення змісту навчальних дисциплін.

В інших країнах інформаційні технології використовуються для полегшення доступу до освіти різних груп населення або для допомоги в самостійному навчанні за допомогою освітніх програм на радіо і телебаченні.

І нарешті, є країни, що віддають перевагу використанню технологій для трансформації умов навчання або задоволення особливих потреб різних категорій учнів (рис. 1)

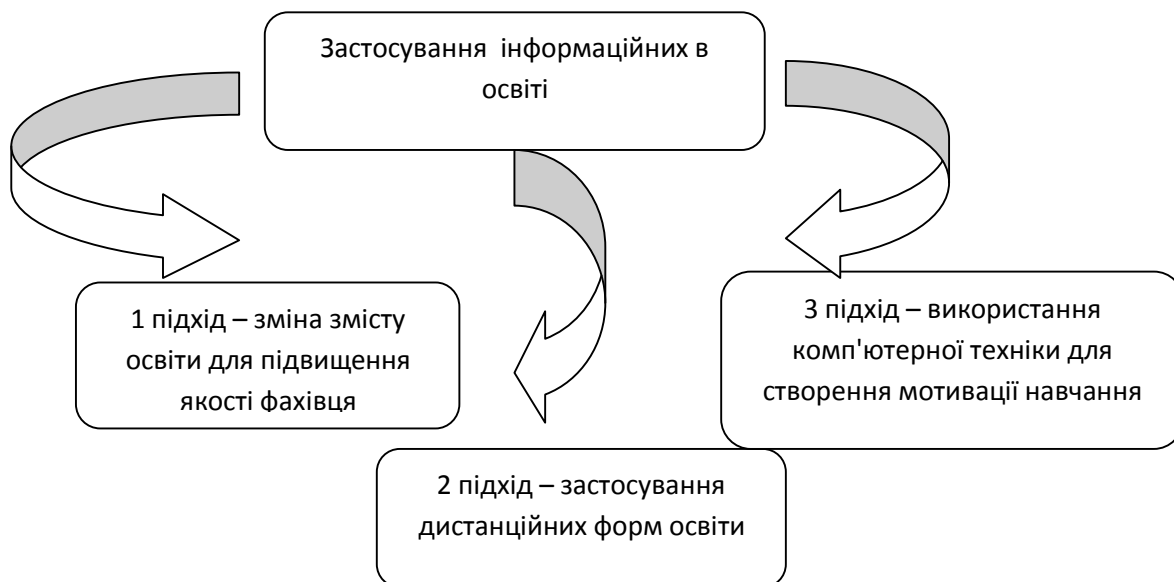


Рисунок 1 – Проблема інформатизації навчального процесу у вищій школі

На сьогоднішній день, найбільш перспективним напрямком у використанні можливостей інформаційних технологій, для підвищення якості підготовки студентів є дистанційне навчання.

Інформатизація суспільства протікає занадто стрімко, що висуває перед вищими навчальними закладами задачу підготовки випускників, здатних гнучко адаптуватися у життєвих ситуаціях, самостійно творчо та критично мислити, генерувати нові ідеї, вміти працювати з інформацією, бути комунікабельним, самостійно працювати над розвитком свого інтелекту, культурного рівня [3].

Новою освітньою науковою установкою є дистанційне навчання, яке дозволяє не тільки сформулювати індивідуальне навчання, використовуючи можливості сучасних інформаційних технологій, але і повністю задовольнити потреби студентів у освітніх послугах. Тому велике значення у процесі дистанційного навчання має педагогічний супровід.

При дистанційному навчанні викладач повинен організувати самостійну діяльність студентів таким чином, щоб навчити їх самостійно здобувати знання та застосовувати отримані знання на практиці. Тому розвиток педагогічних технологій пов'язаний, перед усім, з використанням нових інформаційних технологій.

Дистанційне навчання, засноване на комп'ютерних технологіях, має переваги перед традиційними формами навчання. Воно вирішує психологічні проблеми студентів, знімає часові та просторові обмеження, які пов'язані з віддаленістю студентів від викладачів та навчальних закладів, допомагає навчатися людям з обмеженими фізичними можливостями, виключає конфліктні ситуації при очному навчанні, розширює комунікаційну сферу студентів.

Для педагогічного супроводу в процесі дистанційного навчання важливими є наступні параметри: мотивація студентів, психологічні аспекти вивчення дисципліни, принцип інтерактивності; психологічні особливості сприйняття студентами інформації і т.п. Основу освітнього процесу в дистанційному навчанні складають цілеспрямована й контрольована інтенсивна самостійна робота студентів [3].

Ефективність процесу дистанційного навчання досягається наступними умовами: наявність у студентів комп'ютерної грамотності, з урахуванням психологічної особливості сприйняття, пам'яті, мислення, уваги, вікових, індивідуальних та особистісних рис студентів, вміння викладачів вести діалог засобами інформаційних технологій, знаходити індивідуальних підхід до студентів, здійсненням особливим чином організованого самоконтролю студентів і систематичного контролю викладача за засвоєнням знань, володіння студентами навичками самостійної роботи, забезпеченням ефективної взаємодії усіх компонентів системи дистанційного навчання.

Висновки. Як підсумок необхідно зазначити, що навчальний комп'ютер без «дидактичного» наповнення не забезпечить позитивного результату при використанні в навчальному процесі комп'ютерних технологій навчання.

В свою чергу комп'ютерні технології на пряму пов'язані з інформатизацією освіти. Створення ефективної системи інформатизації навчання потребує дослідження її елементів як об'єктів інформатизації. Необхідно розробити методiku досліджень, застосування яких забезпечувало б отримання параметрів об'єктів інформатизації, необхідних для визначення оптимальних параметрів системи інформатизації.

Основною сутністю інформатизації освіти є використання інформаційних технологій у різних видах діяльності, які здійснюються в системі освіти, в тому числі і дистанційне навчання.

Галузь застосування дистанційного навчання дуже велика – від вивчення окремих навчальних дисциплін до організації системи дистанційного навчання. Дистанційне навчання необхідне студентам, які мають ускладнення при традиційному, очному навчанні: «замкнуті» студенти, студенти особливого психотипу, комп'ютерно-орієнтовані студенти. Дистанційне навчання пропонує декілька різних технологій, які можуть бути використані при проведенні занять. Базовою технологією дистанційного навчання є технологія, що побудована на використанні Інтернет-технологій. У межах дистанційного навчання знайшли застосування всі засоби, які пропонує користувачам Інтернет.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кизима Р.А. Методика визначення ефективності нових технологій навчання // Нові інформаційні технології навчання в навчальних закладах України: Сб. – Одеса, 2001. – С. 123 – 125.
2. Бахтина О.И. Технические возможности компьютера в процессе обучения. // Вопросы обучения и воспитания. – 1996. – № 11. – С. 306.
3. Беляева О.М. Концепція інтенсивного навчання // Українська мова і література в школі. – 1991. – № 6. – С. 151.
4. Добродеев И.Б. Педагогическое сопровождение процесса дистанционного сопровождения студентов ВУЗа: диссертация кандидата педагогических наук: 13.00.01. – Шуя, 2006. – 180 с.
5. Мархель И.И. Компьютерные технологии обучения: проблемы и перспективы развития // Нові інформаційні технології навчання в навчальних закладах України: Сб. – Одеса, 2001. – С. 3 – 7.
6. Таргонская В.В. Новые компьютерные технологии в образовании: мультимедийный сетевой обучающий комплекс HiClass II // Нові інформаційні технології навчання в навчальних закладах України: Сб. – Одеса, 2001. – С. 111 – 118.

ІНТЕГРАЦІЯ МОРСЬКОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ У СВІТОВИЙ МОРСЬКИЙ ОСВІТНІЙ ПРОСТІР

Затулівітер К. С., Чеботасє Є. Г., Черноштан С. В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Волошинов С. А., к.пед.н., завідувач кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння

Всуп. Сьогоднішнє інформаційне суспільство характеризується швидкими змінами. Такі важливіші фактори як глобалізація, розвиток інформаційних та комунікаційних технологій, міграція робочої сили та вільне переміщення студентів для навчання, а викладачів для обміну досвідом створюють абсолютно інше середовище для освіти. Цей контекст має враховуватися в будь-яких прогнозах про подальший розвиток вищої освіти. Виклики, породжені цими змінами, швидкість, з якою вони відбуваються, їх рушійні сили – все це знайшло відображення в наукових дослідженнях та документах європейських форумів, міжнародних організацій та Європейської комісії.

Сучасний стан системи освіти в Україні характеризується достатньою інформаційною та комп'ютерною забезпеченістю закладів вищої освіти засобами ІКТ, що змушує задуматися над аналізом та узагальненням досвіду їх впровадження у процес професійної підготовки майбутніх фахівців морської галузі.

Означеною проблемою займалася низка українських науковців, а саме: А.Б. Андрійчук, О.М. Безбах, С.А.Волошинов, О.М. Гудирєва, О.О. Доброштан, Н.Г. Каминская, Л.В. Кравцова, В.О. Чернікова, В.В.Чернявський, М.І. Шерман та ін. Серед зарубіжних науковців ці питання висвітлювали: О.І. Бруділов.

Основна частина. Сучасними стандартами вищої освіти та новою редакцією Закону України «Про вищу освіту» підкреслюється, що розвиток і формування універсальних професійних та навчальних дій, як основи майбутніх компетентностей здійснюється шляхом виконання навчальних завдань і вирішення навчальних ситуацій, що конструюються в процесі навчання конкретних предметів або модулів. Компетентності формуються і розвиваються за допомогою вивчення не тільки однієї дисципліни, а можливо і деякого циклу навчальних дисциплін (математично-природничих, гуманітарних, загально-професійних, професійних). Отже, для реалізації компетентнісного підходу у професійній підготовці майбутніх фахівців морської галузі необхідно враховувати одну з найважливіших її специфічних рис – міжпредметність (міжпредметну інтеграцію) і доцільно об'єднувати дисципліни в навчальні модулі, щоб вплив на формування результатів навчання був максимально ефективний [1].

У зв'язку із запровадженням компетентнісного підходу в процес професійної підготовки майбутніх фахівців морської галузі та врахуванням стратегії морської освіти України, що потребує вдосконалення в умовах реалізації ПДНВ з Манільськими поправками, доцільно зосередити увагу на таких напрямках навчально-методичної роботи:

1. Впровадження прогресивних методів навчання, що вимагає культурної трансформації. Структура закладу вищої освіти повинна сприяти обміну новими ідеями, виявлення успішних моделей навчання як в середині, так і за межами, а також заохочення інновацій у викладанні. Причому головним результатом повинна бути успішність студентів.

2. Навчання курсантів реальним практичним навичкам, що допоможе їм у подальшому працевлаштуванні, а також дозволить підвищити професійну кваліфікацію. Курсанти розраховують на те, що академічна освіта допоможе їм отримати гідну роботу. Потрібно давати більш глибокі теоретичні знання, а також приділяти значну увагу практиці, роботі на тренажерах, зокрема використовуючи сучасні інформаційні технології.

3. Співпраця – ключовий фактор поширення ефективних рішень. Створення

професійних спільнот з обміну практичним досвідом, груп керівників з різних дисциплін і відкритих соціальних мереж зможе допомогти в поширенні емпіричних підходів. Роботодавці, навчальні закладами і викладачі зможуть домогтися більшого прогресу, якщо будуть ефективно і швидко обмінюватися досвідом.

4. Забезпечити рівний доступ до освіти для всіх курсантів. Незважаючи на широке поширення технологій та інструментів для онлайн-навчання, вони як і раніше доступні не для всіх. Соціально-економічний статус студента, його расова, етнічна та гендерна приналежність мають значення, коли постає питання про отримання морської освіти. Необхідно забезпечити всі групи курсантів однаковим доступом до мережі Інтернету та інформаційних освітніх ресурсів.

5. Необхідно створити процеси для оцінки навичок на індивідуальному рівні. У намаганні зробити навчання індивідуальним для кожного курсанта все більше звертається увага на адаптивні технології навчання і кількісну оцінку якості освітнього процесу. Необхідно виробити доцільні та варіативні критерії оцінки професійно-технічних навичок, творчого потенціалу та навичок критичного мислення курсантів.

6. Підвищення цифрової грамотності курсантів. Для того, щоб вільно почувати себе в цифровому світі, недостатньо просто вміти користуватися технологіями. Процес навчання не повинен обмежуватися набуттям окремих технічних навичок. Необхідно розвивати у курсантів глибоке розуміння цифрових середовищ, інформаційну культуру, здатність інтуїтивно адаптуватися до мінливих умов і створювати новий цифровий контент своїми силами, або за допомогою ІТ-спеціалістів.

7. Забезпечити 100 % онлайн та мобільне навчання для курсантів. Зручність та доцільність онлайн-навчання, а також мобільного та змішаного навчання не підлягає сумніву. Якщо в навчальному закладі відсутня ефективна стратегія по інтеграції цих (тепер уже повсюдно поширених) технологій, можна говорити про те, що у такого ЗВО немає майбутнього. Проте необхідно вести моніторинг, яким чином сучасні освітні технології впливають на результати навчання, чи досягається ефективність професійної підготовки і за яких умов.

8. Забезпечити якість освітніх програм. Освітні екосистеми повинні бути досить гнучкими, щоб сприймати абсолютно нові методи навчання і зміни у суспільстві та на ринку праці. Викладачі мають бути в курсі сучасних тенденцій у професійній освіті, сучасних технологіях навчання, запитів ринку праці та суспільства до професійної підготовки морських фахівців. Ці знання допоможуть вчасно адаптувати освітні програми та запроваджувати ефективні інформаційні та педагогічні технології навчання, з метою забезпечення якості освіти.

9. Забезпечення освіти протягом життя. Безперервне навчання – основа вищої освіти та подальшої роботи фахівця. Необхідно розробити систему стимулювання безперервного навчання (як формального, так і неформального) викладачів, співробітників і курсантів.

Шляхом консультацій з учасниками міжнародного морського кластеру «Палата ІТ-ОПМ» в Херсонській державній морській академії розробляються такі курси підготовки морських фахівців: «Людський фактор та інструменти оцінювання компетентностей» (тест на особисті якості для оцінювання нетехнічних навичок моряків, тест на пізнавальні навички для оцінювання основних пізнавальних функцій моряків), «Програма управління танкерами», «Підготовка для газонапірних суден на паливі СПГ (стандарти роботи СПГ), «Міжнародні стандарти безпеки для суден, що використовують газ паливо або паливо з низькою температурою займання (кодекс IGF), «Кібербезпека» (ССтандарти кібербезпеки, інструкція і рекомендовані норми, підготовка фахівця з кібербезпеки, озробка оцінювання кібербезпеки, Розробка плану з кібербезпеки), «Перспективи розвитку: модуль програмного забезпечення з обробки випадків на борту судна у віртуальній реальності» (віртуально-реальна підготовка для поліпшення підготовки до аварійних ситуацій на практиці, запропонувати інноваційне рішення для підготовки екіпажів і членів груп по

усуненню наслідків за допомогою інтерактивного 3D симулювання), «3D-моделювання судна, яке дозволить тому хто навчається при використанні віртуально-реального обладнання (окулярів і датчиків віртуальної реальності) ходити по судну і вивчати відділення судна», «Доповнена реальність». Крім того здійснюється інтеграція цифрової інформації, яка включає моделювання середовища користувача в реальному часі. На відміну від віртуальної реальності, яка створює повністю штучне середовище, розширена реальність використовує існуюче середовище і накладає нову інформацію. Реалізується впровадження системи дистанційного навчання з тренажерної підготовки морських фахівців. Проведення такого роду дистанційного навчання відповідає світовій практиці та регламентується міжнародними нормами Конвенції ПДНВ (Правило I/6 (пункти 1-2), розділ A-I/6 (пункти 1-6) Кодексу ПДНВ [2]., розділ B-I/6 (пункти 1-11) Керівництва стосовно положень Додатка до Конвенції ПДНВ). Важливим напрямом діяльності академії є імплементація у морський освітній простір України вимог модельних курсів IMO 6.09 «Training course for instructors», IMO Course 6.10 «TRAIN THE SIMULATOR TRAINER AND ASSESSOR», IMO Course 3.12 «ASSESSMENT, EXAMINATION AND CERTIFICATION OF SEAFARERS» та розробка типових вимог до викладання курсу експлуатації високовольтного обладнання.

Висновки. Таким чином, зростаючі вимоги до рівня професійної підготовки майбутніх фахівців морської галузі ставить перед вищою професійною освітою завдання пошуку нових форм і методів навчання. Однією з таких інноваційних форм навчання є застосування в освітньому процесі вищих морських навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій. Проведений аналіз педагогічної літератури показав, що інформаційно-комунікаційні технології навчання мають ряд переваг в порівнянні з традиційною і є одним з ефективних шляхів активізації процесу професійної підготовки майбутніх фахівців морської галузі. Для ефективного використання інформаційно-комунікаційних технологій досвідченими викладачами запропоновано ввести до складу традиційної системи навчання новий компонент – дистанційні технології навчання із застосуванням широкого спектру Інтернет-сервісів і технологій, призначених підвищити ефективність професійної підготовки майбутніх фахівців морської галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волошинов С.А. Компетентнісний підхід у навчанні майбутніх фахівців морської справи: йдемо далі! Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві – освіта, наука, практика: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Херсон, 17-18 вер. 2015 р.). Херсон, 2015. – С. 8–16.
2. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року. – Режим доступу: URL: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/995_053.

THE METHODS OF HAZARD STUDIES AS THE KEY WAYS FOR FURTHER SPECIALISTS' PROFESSIONAL COMPETENCY DEVELOPMENT

Zakharyan R.

*Maritime College of Kherson State Maritime Academy
Scientific supervisors – Sokol A., Kravchenko D., teacher*

Introduction. Annually there are about eight thousand vessel crashes worldwide, two hundred of them lead to sinking.

During accidents on water transport two thousand people die annually. Looking at this, we consider it necessary to learn how to study, classify and analyze hazards, be able to find out the ways out of danger. Thus, we will give the opportunity to develop the professional competence of the cadets.

Main body. Consider the situation: On December 20th, 1987, the greatest accident at sea took place and resulted in the number of thousands of victims since the Second World War. What exactly happened? There was a collision of the Donya Pass ferry with the Vector tanker. There was no connection with the ferry, so the chronology of events is based on the witnesses' words.

In general twenty six people were saved. Several days after the disaster, the remains of 108 people were thrown on the shore, all of them had burns and were eaten by sharks, a thousand of people wasn't found at all.

Just after the disaster, there was a misunderstanding with the counting of the victims. There can be maximum 1518 passengers plus 58 crew members on board the ferry. But according to expert estimates, the victims were more than 4,000 people. Only in 1999 it was discovered that on that tragic day the ferry took aboard 4341 passengers and most of them died. More precisely, 4386 passengers and members of the ferry crew, as well as 11 crew members of the tanker, died. 24 ferry passengers and 2 tanker crew members were rescued.

I suggest studying the methods of studying hazards analysing the given situation, in order to get better idea.

Basic safety categories:

1. «Danger» – is an objective phenomenon of the existence of the material world. It presupposes phenomena, processes, objects that are able under certain conditions to cause damage to human health directly or cause unwanted consequences in the future. The degree of danger is determined by the number of features that characterize it. Thus, the danger may increase or decrease depending on the number of such signs. As a result, it follows that hazards are regulated phenomena controlled by reducing or increasing such signs. The safety of all systems containing energy, chemically or biologically active components are characterized. With regard to the safety of human life to this list of features are also attached to such characteristics of the environment that do not meet the safe conditions of its life. Analysis of the process of human evolution, the development of scientific and technological progress provides grounds for the assertion that any human activity, man-made biological, technical and other physico-chemical, mechanical systems is potentially dangerous. As a result of such an objective situation, the need to study the danger as a category of safety of life was formed. Depending on the specific needs, there are various features of classification - by origin, localization, damage, sphere of manifestation, structure, character of influence on a person, etc. In September 1990 In Cologne, the First World Congress on Life Safety, as a scientific discipline took place. It was held under the motto «Life in safety». When presenting the results of research specialists in the field of life safety to characterize the degree of danger of a particular object, which is included in the system «man - environment of existence», in their messages operated the notion of «risk». In this way the following scientific category has been formed:

2. Risk is the frequency of realization of the dangers of a technical, chemical, biological and other object of a natural or anthropogenic nature (V. Marshall).

Among the many definitions of this hazard characteristic most commonly used is the following: risk (R) – is a quantitative assessment of the danger of an object or phenomenon.

In this case, the quantitative assessment of danger – is the ratio of the number of those or other adverse effects in the implementation of danger to their possible number for a specified period:

$$R = n / N, \quad [1].$$

where N – the total number of persons who can suffer in the realization of danger; n – the number of persons who suffered from the realization of danger.

The theoretical background and practical examples give an opportunity to conclude that the level of adverse effects in the implementation of the danger may be different.

3. Individual risk characterizes the degree of implementation of a particular hazard for an individual.

Social risk with the degree of implementation of a particular danger to the social group. Thus, we can conclude that social risk – this is the relationship between the frequency of the implementation of hazards and the number of victims in this people.

4. The traditional approach to ensuring the safety of production processes is based on the principle of 100 % safety. As practice shows, such a concept is inadequate to the laws taking place in the technosphere. The requirement of absolute security, which is ideal from the point of view of humanity, can turn into a tragedy for people that it is impossible to provide absolute security (zero risk) in operating systems.

Based on this, experts in the theory of life safety and developers of anthropogenic systems rejected the concept of absolute security, and adopted a real concept of acceptable risk. The essence of this concept is to provide the risk of such a level of danger perceived by the society at this time period. Acceptable risk combines technical, economic, social and political aspects, and represents a compromise between the level of security and the ability to achieve it. The need to introduce «acceptable risk» is mainly related to economic costs, aimed at improving the safety of anthropogenic systems. Spending excessive funds to increase safety can be detrimental to the social sphere, for example, to reduce the payments to the victims in the workplace as a result of accidents, reduce the cost of medical care, etc [1].

Thus, the basis of risk management is the logical method of comparing costs and the resulting comprehensive positive effect of reducing risk. In fig. 1 shows a simplified example of a graphical method for determining the acceptable risk level.

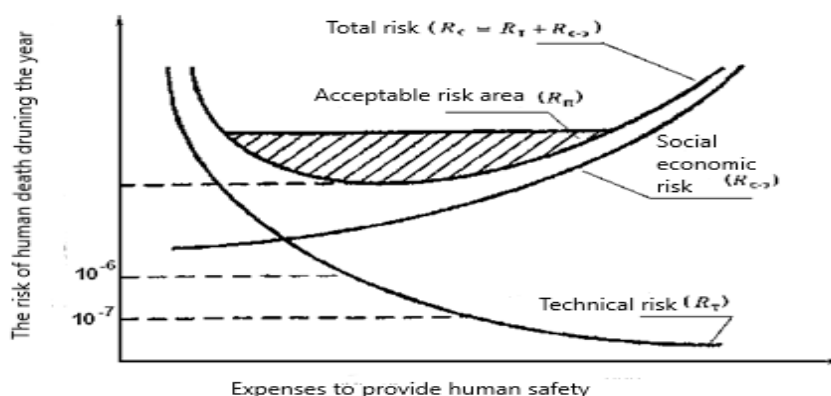


Figure 1 – Expenses to provide human safety

From the figure it can be seen that, with increasing costs for the implementation of the object, which are aimed at increasing its safety, the technical risk is reduced, but at the same time the level of social risk increases. As it follows from the graphs, the total risk reaches a minimum at a certain ratio between economic investment in the technical and social spheres. This

compromise effect is taken into account when choosing the acceptable risk level. In some countries, for example in the Netherlands, acceptable risk indicators are legally established. Thus, the maximum acceptable level of individual risk of human death is its value, equal to 10–6 per year. Insignificantly low is the individual risk of death of a person equal to 10–8 per year. The maximum acceptable risk for ecological systems is considered to be such that 5 % of species of biogeocoenosis can suffer.

By Order of 04.12.2002 N 637 MINISTRY OF LABOR AND SOCIAL POLICY OF UKRAINE:

Absolutely accepted risk level: $R < 10^{-5}$

for individual risk: $R < 10^{-8}$

for social risk: $R < 10^{-5}$

If we consider different types of transport, then we can give a global analysis of the overall level of risk:

Road transport: $R = 10^{-3}$

Rail transport: $R = 10^{-4}$

Air transport: $R = 10^{-6}$

Water transport: $R = 10^{-6}$ [2].

That is, the main task of managing security of life is to increase the security level of object system. The correct formulation of the task in the design of projects requires that already at the stages of the design of the object or system were included elements that exclude the realization of danger. However, this is not always possible. In the event that the identified danger can not be ruled out entirely, it is necessary to reduce the possibility of risk to an acceptable level, that is, to minimize the probability of occurrence of danger. It is possible to achieve this in different ways. For example, the real ways of managing the safety of life are the introduction of measures of the following areas:

1. organizational and managerial character, including control of the level of security;
2. training people on security issues;
3. promoting safe work and appropriate treatment;
4. improvement of technical systems and objects;
5. development and use of special means of protection;
6. replacement of dangerous operations by others - less dangerous.
7. By the example of the given situation let's make a «tree of events» (Figure 2).

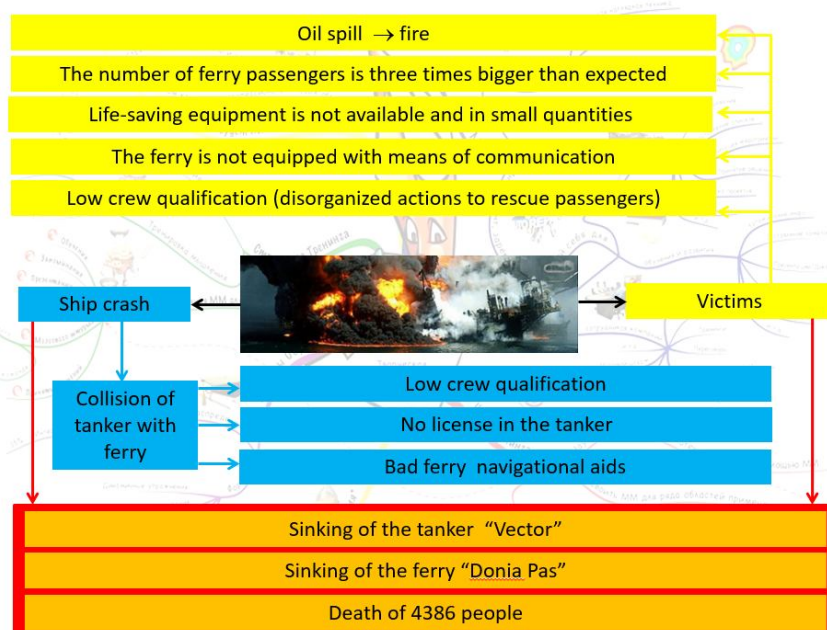


Figure 2 – The tree of events

8. Creating tree events is a guarantee of the development of the logical thinking of cadets. When constructing trees, we conduct an analysis and use knowledge from several disciplines, thus ensuring the development of professional competence of the students.

9. It should be noted that the method of a priori analysis is the best and must precede the creation of an object. This is due to the fact that in this case there is an opportunity to localize or minimize hazards at the design stage. In this case, in the presence of the developed «tree of causes and dangers», knowing the probability and frequency of the emergence of primary hazards, it is possible, moving upward from the bottom of the tree hierarchy, to determine the likelihood of manifestation of endangerment.

10. In practice, when performing any kind of work that will be accompanied by possible danger, fill out check-lists [3].

So, in our opinion, each of these areas has its advantages and disadvantages. Therefore, in practice, as a rule, the complex of these measures is always used to improve the security of an object. The choice of measures is carried out using a comparative analysis of the cost of the measures and the effect of the level of loss reduction that is expected as a result of their introduction.

Such an approach to solving the risk reduction problem is called risk management.

Conclusion. It should be noted that the described approach to risk management through the economic indicator, as well as the method of setting the maximum permissible levels of negative, taking into account economic indicators of factors, is not sufficiently complete.

An important role in this case is the assessment of the degree of risk of the process associated with the definition and control of risk in the process of existence of the object, the work of production. The revealed objective possibility of the impact of a particular block, technological operation on the level of security of systems or objects is highlighted in the development of methods and means for managing security.

LIST OF LITERATURE

1. Yaremko Z.m. Security zhittedijalnosti: Tutorial posibnik. – Kyiv: Center navchalnoї literaturi, 2005. – 320 c.
2. Buralev Yu.v., Pavlov E.i. safety in transport. M.: «transport», 1999.
3. Yulia Chirwa, Bab'jak O.s. Security zhittedijalnosti. Tutorial posibnik. – K.: Atika, 2001.0-304 with.

ПРОБЛЕМА ПІДГОТОВКИ МОРСЬКИХ ФАХІВЦІВ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЕТЕНТІСТНОГО ПІДХОДУ В УКРАЇНІ

Ковальчук В. В., Філат В. В., Чернов М. В.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Волошинов С. А., к.пед.н., завідувач кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння

Вступ. Реформа вищої системи освіти України спричинює пошуки доцільних та оптимальних шляхів підвищення ефективності професійної підготовки фахівців у закладах вищої освіти. Світовий морський ринок праці сьогодні, при надлишку пропозиції рядових кадрів, відчуває нестачу в командному складі – близько 16–17 тисяч офіцерів. Як наслідок, спостерігається досить жорстка конкуренція між країнами-лідерами з постачання офіцерських кадрів на флот. Україна знаходиться на шостому місці в цьому списку [1]. Отже проблема якісної професійної підготовки українських фахівців морської галузі є актуальною.

Основна частина. Вирішення проблеми ефективної професійної підготовки фахівців морської галузі та її подальші перспективи значною мірою залежать від ґрунтовного вивчення накопиченого досвіду з цієї проблематики. Проаналізуємо вітчизняні дослідження з проблеми професійної підготовки фахівців морської галузі.

У професійній підготовці фахівців присвячені дослідження таких вітчизняних науковців І.М. Грищенко, В.А. Петрук, В.І. Свистун, В.В. Ягупов та ін.. Зокрема професійну підготовку судноводіїв та морських спеціалістів досліджували С.А. Волошинов, В.М. Захарченко, О.О. Дендеренко, В.В. Чернявський та ін.

Нами було проведено аналіз на кількість публікацій з окремої групи ключових слів за роками з 1960 по 2018 рік. Протягом всіх періодів можна виявити наукові внески, що стосуються професійної підготовки фахівців морської галузі та судноводіїв зокрема. Можна констатувати зростання кількості досліджень з кожною декадою років, що може бути обумовлено не лише зростанням кількості досліджень з означеної проблеми, а й збільшенням інтересу науковців та більш широкого доступу до оцифрованих наукових видань.

Дослідження кількості публікацій по кожній з груп ключових слів надає вибірку структурованих історично систем знань, які можна застосовувати для опису вкладу досліджень щодо професійної підготовки фахівців морської галузі протягом усього взятого часового відрізка.

Таблиця 1 містить результати пошуку у базах авторефератів дисертацій, реферативній базі даних, баз книжкових видань та компакт-дисків Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського.

Таблиця 1 – Узагальнення результатів пошуку в електронних каталогах Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського

Декада років	Морські фахівці, фахівці морської галузі, морські спеціалісти			Судноводії, судноплавці		
	Книги	Дисертації	Статті	Книги	Дисертації	Статті
2000-2009 рр.	0	0		2	1	0
2010-2018 рр.	0	0	10	0	11	30
Разом		10			44	

Цифри, наведені у таблиці, стосуються кількості позицій за кожною з баз (книги – книжкові видання та компакт-диски, дисертації – автореферати дисертацій, статті – реферативна база даних). Ґрунтуючись на науковій діяльності, що документально

зафіксована у різні часові періоди, можна констатувати також зростання досліджень щодо професійної підготовки фахівців морської галузі та зокрема судноводіїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що традиційна система організації навчального процесу у морських вищих навчальних закладах не забезпечує достатньою мірою ефективного формування професійної компетентності майбутніх судноводіїв. Доведено, що таку функцію може виконати технологія навчання курсантів морських навчальних закладів, орієнтована на професійну підготовку майбутнього судноводія і побудована на засадах системного, особистісно-діяльнісного, андрагогічного підходів та компетентнісного підходів у навчанні у таких педагогічних умовах: управління якістю формування професійної компетентності майбутніх судноводіїв шляхом моніторингу процесу навчання та його результатів; застосування диференційованого підходу до формування у майбутніх судноводіїв професійної компетентності; реалізація міжпредметних зв'язків з фундаментальними та професійними дисциплінами, пов'язаними з навчанням майбутніх судноводіїв основ судноводіння; комп'ютерна підтримка навчально-пізнавальної діяльності курсантів з фахових дисциплін; готовність викладача до реалізації моделі формування професійної компетентності майбутніх судноводіїв та умов, що забезпечують її результативність. Практичну значущість дослідження представляє те, що дослідником обґрунтовано задачний підхід до вивчення фахових дисциплін, при якому формування знань і досвіду виконання професійних дій відбувається через створення системи спеціальних задач і практичних завдань до кожного розділу навчальної дисципліни та побудову викладу матеріалу у вигляді створення проблемних ситуацій, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю.

Одним із найґрунтовніших досліджень означеної проблематики є наукова робота Л.Д. Герганова [3]. У ній дослідник проаналізував сучасний стан і визначив проблеми професійної підготовки кваліфікованих робітників морського профілю на виробництві та обґрунтував базові поняття і категорії їхньої професійної підготовки. Важливим теоретичним надбанням цієї роботи є обґрунтування концепції професійної підготовки робітників морського профілю на виробництві, що передбачає створення сприятливих організаційних, педагогічних, методичних і кадрових умов для професійної підготовки робітників морського профілю на виробництві, орієнтована на їхній безперервний професійний розвиток шляхом якісної професійної підготовки плавскладу, використання в навчальному процесі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та навчального обладнання, забезпечення конкурентоспроможності українських моряків та прискорення їхньої професійної адаптації, підвищення ефективності використання професійно підготовлених кадрів для флоту за рахунок проходження технологічної і плавальної практики на суднах роботодавців.

Висновки. Ґрунтовні наукові дослідження щодо професійної підготовки фахівців морської галузі в умовах реалізації компетентнісного підходу у навчанні зосереджені на таких її аспектах: формування іншомовної компетентності (С.Л. Барсук, С.В. Козак, І.Ю. Литвиненко, Н.М. Пріміна), формування професійної компетентності (Л.Д. Герганов, І.В. Сокол), алгоритмічна підготовка та формування цифрової компетентності (С.А. Волошинов), навчання математики (Т.С. Спичак, О.О. Доброштан), формування соціокультурної компетенції (О.О. Фролова), підготовка до професійно-орієнтованого спілкування (В.Б. Смелікова, А.Ю. Юрженко). Не достатньо висвітленими залишається низка проблем професійної підготовки фахівців морської галузі, зокрема питання загальнонаукової, технічної, цифрової, фізичної, громадянської підготовки, реалізації практико-орієнтованого та компетентнісного підходів, неперервної освіти.

У перспективі подальшого дослідження здійснення аналізу практичного досвіду професійної підготовки фахівців морської галузі в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Украинский морской рынок труда: время – консолидироваться! URL: <https://sudohodstvo.org/ukrainian-sea-labor-market-time-to-consolidate> (дата звернення 13.01.2018).
2. Волошинов С.А. Алгоритмічна підготовка майбутніх судноводіїв з системою візуальної підтримки в умовах інформаційно-комунікаційного педагогічного середовища автореф. дис.... канд. пед. наук: 13.00.04. Херсон, 2012. – 20 с.
3. Герганов Л.Д. Теоретичні і методичні засади професійної підготовки кваліфікованих робітників морського профілю на виробництві: автореф. дис.... докт. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2016. – 40 с.
4. Доброштан О.О. Комп'ютерно-орієнтована методична система навчання вищої математики майбутніх судноводіїв: дис.... канд. пед. наук: 13.00.02. Херсон, 2016. – 295 с.
5. Козак С.В. Формування іномовної комунікативної компетенції майбутніх фахівців морського флоту: автореф. дис.... канд. пед. наук: спец. 13.00.04. Одеса, 2001. – 21 с.
6. Пріміна Н.М. Навчання читання англійських текстів майбутніх судноводіїв: дис.... канд. пед. наук: 13.00.02. Одеса, 2017. – 325 с.
7. Смелікова В.Б. Підготовка майбутніх судноводіїв до професійно-орієнтованого спілкування засобами кейс-технологій: дис.... канд. пед. наук: 13.00.04. Херсон, 2017. – 305 с.
8. Сокол І.В. Формування професійної компетентності майбутніх судноводіїв у процесі вивчення фахових дисциплін: автореф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.04. Херсон, 2011. 20 с.
9. Спичак Т.С. Методична система реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики майбутніх судноводіїв: автореф. дис.... канд. пед. наук: 13.00.02. Херсон, 2014. – 20 с.
10. Фролова О.О. Формування соціокультурної компетенції майбутніх судноводіїв у процесі вивчення професійно орієнтованих дисциплін: автореф. дис.... канд. пед. наук: 13.00.04. Тернопіль, 2015. – 20 с.

АНАЛІЗ ЗАСАД ВИКОРИСТАННЯ MLS MOODLE ЯК ІНСТРУМЕНТАРІЮ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

*Косогор О. О., Моїсєєв О. М., Новак В. Д.
Херсонська державна морська академія*

Вступ. Перехід до інформаційного суспільства, розширення видів діяльності людини зумовлює пошук інноваційних форм організації навчального процесу. Сучасний морський транспорт постійно поповнюється новими суднами, у яких втілено найсучасніші технології, тому вимоги до підготовки фахівців морської справи постійно підвищуються. Традиційні педагогічні технології не завжди задовольняють потреби підготовки та втрачають свою актуальність.

Основна частина. У зв'язку із цим сучасні тенденції розвитку професійної морської освіти потребують індивідуалізації навчального процесу, чому слугує розробка педагогічних адаптивних технологій навчання. Вони забезпечують досягнення оптимального рівня інтелектуального розвитку та формування професійних умінь відповідно до природних нахилів і здібностей особистості, а також створюють умови для диференційованого навчання залежно від рівня підготовки та потреб студентів, розвиток їх самостійності та вмотивованості у навчальному процесі, сприяють успішному подоланню прогалів в індивідуальній підготовці фахівців, шляхом здійснення автоматизованого контролю знань і адаптування процесу навчання до конкретних освітніх завдань та особливостей студента.

Аналіз основних досліджень і публікацій свідчить, що сучасна педагогічна теорія і практика приділяє значну увагу адаптивним технологіям навчання, зокрема їх впровадження розглядали Ф. Абель, Дж. Арділь, Л. Онето, І. Галєєв, Р. Мустафін, К. Осадча, Г. Полякова, П. Федорук та ін. Іншомовна компетентність морських фахівців досліджувалась такими науковцями як С.Л. Барсук, С.В. Козак, І.Ю. Литвиненко, Н.М. Пріміна та ін.

Використання здобутків технологічного прогресу для розвитку адаптивних технологій сприяє розробці інноваційних освітніх систем, що покликані поступово провести студента через програму професійної підготовки, стимулювати активне навчання, а також враховувати індивідуальні фактори кожного учасника навчального процесу, які впливають на успішність засвоєння навчального матеріалу.

Включення інформаційно-комунікаційних педагогічних технологій у адаптивне навчання студентів відбувається за такими моделями: інформаційно-навчаюча модель, що пов'язана з відпрацюванням умінь, з моделюванням та конструюванням об'єктів та явищ, що вивчаються; проектуванням процесу навчання та окремих його елементів (зміст, форми навчання та ін.); контрольно-корегувальна та діагностична модель, яка передбачає використання засобів контролю знань, експертно-навчаючих систем, діалогове розв'язання практичних завдань, використання засобів за типом програмованих завдань для організації зворотного зв'язку; дослідницька модель, що безпосередньо пов'язана з формуванням творчих здібностей того, хто навчається (імітаційно-моделюючі системи, завдання творчого характеру тощо); комунікативна модель, яка спрямована на регулювання вибору режимів спілкування та взаємодії [5]. Ці моделі тісно взаємопов'язані та підпорядковані вимогам адаптивного навчання студентів – поліфункціональності, інтерактивності, варіативності, керованості та ін.

Формування компетентностей є невід'ємною частиною професійної підготовки фахівця морської галузі. Адаптивні технології дозволяють студенту власноруч контролювати навчальний процес, не зупиняючись на уже відомому матеріалі та приділяючи більше уваги складним у засвоєнні темам. Одним із ефективних засобів

адаптації навчання студентів англійській мові із застосуванням інформаційних ресурсів вважають створення електронних навчальних курсів.

Нами було проаналізовано дистанційний навчальний курс «Англійська мова» на LMS Moodle. Під навчальним курсом у LMS Moodle розуміють сукупність навчальних матеріалів, достатніх для успішного вивчення дисципліни, засоби зберігання, доставки навчальних матеріалів і засоби організації, контролю та обліку навчальної діяльності слухачів. Курс може містити довільну кількість ресурсів: веб-сторінки, електронні книги, каталоги, посилання, файли, презентації тощо.

LMS Moodle була обрана як адаптивна система, яка, як зазначає Н. Басараба, побудована відповідно до стандартів інформаційних освітніх систем та має такі характеристики: інтепераційність, тобто забезпечується можливість взаємодії різних інформаційних систем; багаторазове використання: підтримує можливість багаторазового використання компонентів платформи, що підвищує її ефективність; адаптивність, тобто є можливість доповнювати платформу інформаційними технологіями, які розвиваються без перепроєктування самої системи, а також має вбудовані методи для забезпечення індивідуалізації навчання; довговічність – відповідає розробленим стандартам і надає можливість вносити зміни без тотального перепрограмування; доступність: надається можливість працювати з платформою з різних місць (локально та дистанційно, з навчальної кімнати, з робочого місця, з дому); інтерфейси системи забезпечують можливість роботи людям різного освітнього рівня, різних культур, різних фізичних можливостей (у тому числі, й особам з особливими потребами); економічна ефективність – Moodle розповсюджується безкоштовно [1].

У системі дистанційного навчання кожен студент – це активний суб'єкт навчальної діяльності, який самостійно формує власний шлях здобуття системи знань, користуючись при цьому доступними йому джерелами. Роль тьютора полягає в мотивуванні і підтримці своїх підопічних, супроводі їхньої самостійної роботи з опанування навчального матеріалу. Як зазначає, К.П. Осадча в процесі тьюторського супроводу як технології курування самостійною освітньою діяльністю індивіда на кожному її етапі можуть бути використані різні інформаційно-комунікаційні засоби. Це дозволяє оптимізувати тьюторську діяльність, урізноманітнити освітній процес, зробити його відкритим для всіх зацікавлених сторін [3, 26].

Структурування курсу здійснюється за поділом тем у методичному комплексі. На нашу думку, такий розподіл електронного навчального курсу у системі Moodle добре адаптований до навчального процесу. Звернувшись до курсу, студент легко зорієнтується за назвами та нумерацією розділів (Module) та підрозділів (Unit).

До електронної адаптивної системи курсу можна віднести такі компоненти: мотиваційно-діяльнісний, програмно-цільовий, інформаційно-діяльнісний, комунікаційний, контрольно-оцінювальний та технологічний компоненти.

Також важливим елементом електронного курсу є можливість постійного спілкування між учасниками групи і викладачем завдяки такому інструментарію як чат. Чат – елемент курсу з різними режимами планування його роботи для онлайн спілкування між студентами і викладачем. Елемент курсу «Чат» дозволяє учасникам мати можливість синхронного спілкування в реальному часі через Інтернет. Це зручний спосіб отримати різні думки, зрозуміти один одного і обговорювану тему. Режим використання чата досить сильно відрізняється від асинхронних форумів [4, 254]. Також студенти можуть скористатися інструментом «Обмін повідомленнями». Система обміну повідомленнями надає учасникам дистанційного навчання можливість обмінюватися особистими повідомленнями [4, 61]. Також зворотній зв'язок у відносно вільній формі здійснюється за допомогою форуму. У ньому студенти можуть дискутувати і ставити викладачеві питання по заданій тематичі (реалізація такої форми дистанційного спілкування, можлива за допомогою форуму «Для загальних обговорень») [4, 249]. Система Moodle підтримує

також обмін файлами будь-яких форматів – як між викладачем та слухачем, так і між самими слухачами.

Висновки. Отже, створення дистанційного курсу у системі Moodle дає широкі можливості для подання навчального матеріалу, проведення контролю за якістю знань та пізнавальною діяльністю майбутніх моряків. Перехід контрольної-оцінювальної компоненти навчального процесу на якісно новий вищий рівень з регулярним самоконтролем надає можливість усунення недоліків у засвоєнні знань в індивідуальному темпі. Формування компетентностей на базі дистанційного навчального курсу у системі Moodle, що включає адаптивні навчальні технології, забезпечує демократизацію навчального процесу його суб'єктів і розширює коло іншомовного спілкування. Дозованість, різноманітність і регулярність наповнення дидактичним матеріалом та заплановані контрольні заходи у дистанційному курсі формують у студентів дисциплінованість і системність в оволодінні навчальним матеріалом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Басараба Н. Платформа дистанційного навчання Moodle та її використання в організації навчального // *Нова педагогічна думка: наук.-метод. журн.* – Рівне: Рівнен. обл. ін-т післядиплом. пед. освіти, 2013. – № 2 – С. 63 – 66.
2. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року [Електронний ресурс]. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MU78K01U.html
3. Осадча К.П. Інформаційно-комунікаційні технології здійснення тьюторської діяльності у системі шкільної освіти // *Науково-педагогічний журнал «Молодь і ринок».* – № 9 (128). – Дрогобич: ДДПУ ім. І. Франка, 2016. – С. 22 – 26.
4. Осадчий В.В. Технології дистанційного навчання. Робота з Moodle 2.4: навч. метод. посіб. / В.В. Осадчий, К.П. Осадча. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – 396 с.
5. *Практическая андрагогика.* – Книга 1: Современные адаптивные системы и технологии образования взрослых / Под ред. В. И. Подобеда, А. Е. Марона. – СПб.: ГНУ ИОВ РАО, 2003. – 406 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В ЗМІШАНОМУ ЕКІПАЖІ

Маєвський О. О.

Херсонська державна морська академія

Науковий керівник – Золотаренко В.Ф., старший викладач

Вступ. В останні роки світова економіка і ринок судноплавства значно змінилися. Дослідження, проведені для цього звіту, показують, що як і раніше є значний попит на кваліфікованих моряків, які можуть успішно працювати зі своїми колегами з інших країн і культур, і, ймовірно, буде нестача таких людей.

Особливу увагу слід приділити міжкультурним відносинам, працюючи в змішаній команді. Правила і норми однієї культури повністю відрізняються від правил іншої. Тому важливо, для кожного моряка, особливо для офіцера, мати стратегію для створення ефективного міжкультурного екіпажу. Другий розділ даної статті присвячений опису нинішніх тенденцій на світовому ринку праці, способам боротьби з культурними відмінностями в змішаних екіпажах і старанням Чорноморських морських навчальних закладів для співпраці в цій галузі. Третій розділ містить деякі узагальнені висновки, засновані на огляді.

Основна частина. Останнім часом спостерігається тенденція збільшення світового обсягу торгівлі морськими товарами, викликаного як глобалізацією світової економіки, так і зростанням населення світу. Близько 80 % обсягу глобальної торгівлі здійснюється морем і обробляється портами по всьому світу.

У 2015 році (вперше за даними ЮНКТАД) обсяг світових морських перевезень перевищив 10 млрд. тон. У перевезеннях наливних вантажів були відзначені найвищі темпи зростання з 2008 року [1].

Згідно зі звітом Балтійського і міжнародної морської ради (БІМКО) і Міжнародної федерації судновласників (МФС) поточний попит на моряків становить близько 1545000 чоловік, причому потрібно приблизно 790500 офіцерів і 754500 рядових. Тому судноплавним компаніям для ефективного функціонування в ринковому середовищі необхідно мати високо мобільний і орієнтований на постійний розвиток персонал [2].

У 2010 році лідируючими країнами-постачальниками офіцерів були Далекий Схід, Індія і Східна Європа. Слід підкреслити, що Східна Європа, до якої входять країни Чорноморського регіону, такі як Болгарія, Грузія, Румунія, Росія, Туреччина і Україна, набуває ще більшого значення через збільшення числа офіцерів за останні роки. У Чорноморському регіоні спостерігається найшвидше пропорційне зростання числа офіцерів в період з 1990 року (див. Таблицю 1).

Таблиця 1 – Кількість офіцерів і рядових в країнах Чорноморського регіону (BIMCO / ISF).

№	Країна-постачальник екіпажу	Офіцери	Рядові
1	Туреччина	36734	51009
2	Україна	27172	11000
3	Росія	25000	40000
4	Румунія	18575	5768
5	Болгарія	10890	22379
Загальна кількість у світі		624062	692542

Слід зазначити, що хоча турецькі моряки займають лідируючі позиції в регіоні, більше половини їх офіцерів мають ліцензії з обмеженнями в областях навігації, тоннажу або потужності електроустановок.

Європейські судновласники і менеджери, що зіштовхуються з співвідношенням «ціна-якість», віддають перевагу морякам зі Східної Європи (Росія, Україна, Болгарія, Румунія і т. д.).

Україна в 2015 році зайняла 6-е місце за кількістю моряків, які працюють на глобальному ринку що склало 69 тисяч моряків [3].

Якість судноплавства в значній мірі залежить від добре освічених і кваліфікованих моряків. Поява міжкультурної комунікації, ділової етики та англійської мови як справжньої міжнародної мови досягло особливої уваги в 1990-х роках. Щоб отримати оптимальний робочий синергізм, а також практичні питання, такі як мова, релігія та харчування.

Недавні дослідження в цій області продемонстрували сучасний рух до глобального використання англійської мови [4]., тому ми очікуємо, що для моряків, чий міжнародні поїздки приводять їх в світ міжкультурного подорожі, ділових зустрічей, міжнародних конвенцій, професійних занять та інших офіційних зібрань, знання мови має величезне значення.

Англійська мова стала міжнародною морською мовою в формі основного для міжнародного морського використання.

Також основою будь-якої стратегії повинно бути усвідомлення дійсних відмінностей в різних культурах. Кожен офіцер повинен відповісти на деякі питання в самому початку рейсу:

- Який ступінь відмінності між культурними нормами всередині екіпажу?
- Який вплив можуть надати офіцери і капітани на ефективну роботу екіпажу, ґрунтуючись на розумінні їх власних культурних норм, а також різних груп на судні?

Оскільки моряки зіштовхуються з реальністю питань відмінності, чуйність і розуміння офіцерів можуть врегулювати різного роду конфлікти.

Всьому екіпажу необхідно розуміти, приймати і поважати міжрасові відмінності для того, щоб були побудовані ефективні робочі відносини.

Навчання міжкультурної обізнаності поширене в багатьох компаніях. Тренінги грають важливу роль не тільки в створенні кращих команд і в створенні більш багатого досвіду роботи, але також в підвищенні морального духу і мотивації.

Слід підкреслити, що багатонаціональні екіпажі потребують активного культивування з точки зору розуміння і обробки культурних відмінностей для збільшення потенціалу кожної людини і створення ще більш збагачуючої і ефективної робочої середовища.

Основними питаннями, які необхідно вирішити і які можуть стати реальними проблемами на борту судна, є наступні:

У східних культурах, багато моряків з таких країн, як Філіппіни, Індія, Пакистан, Китай і т.д. переважно, не беруть владу під сумнів. Проблема в цьому відношенні – це культура «так», при якій люди завжди будуть говорити «так», коли справжньою відповіддю може бути «ні», якщо питання або інструкція не зрозумілі.

Європейські моряки зазвичай намагаються прояснити ситуацію для себе, якщо вони не розуміють інструкцій старших офіцерів, в той час як азійські моряки цього не роблять.

Будь-яка критика чи виправлення публічно, може вважатися ганьбою у багатьох східних країнах. Тоді як в українських морських університетах та академіях протягом усього п'ятирічного періоду навчання щоранку перед заняттями у курсантів є ранкове побудова, де їх командири-вихователі хвалять їх за успіхи в навчанні або роблять догану за погане навчання або поведінку. В українській культурі вважається, що добре мати як позитивні, так і негативні приклади. Коли наші студенти закінчують університети і стають старшими офіцерами, деякі з них намагаються критикувати і вимовляти моряків інших культур публічно, вважаючи, що це добре для кожного. В результаті моряк, який вважає, що український офіцер образив його, скаржиться інспекторам або представникам

профспілок на поведінку офіцера. Це ситуація реального конфлікту і іноді її дуже складно вирішити.

Контекст, що мається на увазі важливий для не західних культур в їх мисленні і комунікаціях. Європейці мають тенденцію фокусуватися лінійно і тому можуть виникнути розчарування.

Культурні відмінності включають переваги в області харчування, наприклад, мусульманські моряки не їдять свинину і не п'ють алкоголь, а індуси – чисті вегетаріанці. Всі члени екіпажу повинні знати про ці звичаї.

Мусульманським морякам необхідна молитва п'ять разів на день і пост в місяць Рамадан.

Англійська мова в морському судноплаванні безсумнівно має вплив на безпеку, ефективний зв'язок і надання інструкцій, і являється потенціалом для збагаченого досвіду.

Щоб бути моряком, необхідне постійне вдосконалення. Морякам надається постійна перевірка знань і навичок на міжнародному ринку праці, отже, потрібна безперервна освіта, що надається деякими сертифікованими навчальними центрами, що пропонують курси оновлення, підвищення кваліфікації та спеціалізовані курси.

На сьогодні, морські університети з шести країн – Морська академія Нікола Вапцарова (Болгарія), Батумська державна морська академія (Грузія), Морський університет Констанци (Румунія), Державний морський університет ім. Адмірала Ушакова (Росія), Морський факультет Стамбульського технічного університету (Туреччина) і Одеська національна морська академія (Україна) – заснували Чорноморську Асоціацію Морських Інститутів (ЧАМІ) 2 квітня 2010 року на морському факультеті Стамбульського технічного університету.

ЧАМІ розглянула питання про підтримку обміну інформацією та досвідом щодо модернізації систем освіти в Організації чорноморського економічного співробітництва (ЧЕС), спрямованих на підвищення стійкого зростання і створення товариств заснованих на цих знаннях.

Цілі ЧАМІ полягають в тому, щоб виконати зобов'язання в якості команди для подальшого просування себе в якості основного глобального центру високоякісних морських людських ресурсів за допомогою знань, інновацій і реалізації в майбутньому.

В даний час ЧАМІ знаходиться в процесі встановлення партнерства з Організацією Чорноморського Економічного Співробітництва (ОЧЕС), яка виникла як модель багатосторонньої політичної та економічної ініціативи, спрямованої на взаємодію і гармонію між державами-членами, а також на забезпечення миру, стабільності і процвітання, заохочуючи дружні відносини в Чорноморському регіоні.

Висновок. Дослідження показало, що країни Чорноморського регіону мають потенціал для подальшого підвищення рівня підготовки морських фахівців, приділяючи особливу увагу культурному навчання і хорошим перспективам успішної конкуренції на світовому ринку робочої сили в умовах зростаючого попиту на кваліфікованих морських фахівців. Спеціальна міжкультурна підготовка дозволить майбутнім офіцерам торгового флоту, бути чуйними до складних міжнародних культур, підвищити необхідну гнучкість, не намагаючись нав'язати надмірну «культуризацію» і виявити інноваційний потенціал багатонаціонального екіпажу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Конференция организации ООН по торговле и развитию, ЮНКАД 2016 [Электронный ресурс].: // URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2016_ru.pdf
2. Пасюк Е.Д., Аболенцева Н.А. / Комплексная оценка плавсостава морских судов с учетом подхода и тенденций развития мирового судоходства [Электронный ресурс].: // URL: <http://uecs.ru/economika-truda/item/4652-2017-11-24-07-21-47>

3. Ильинский К. / Украина заняла шестое место среди стран – поставщиков моряков [Электронный ресурс].: // URL: <https://ports.com.ua/articles/ukraina-zanyala-shestoe-mesto-sredi-stran-postavshchikov-moryakov>

4. Crystal, D., (2004). The language revolution. Polity Press. Cambridge, UK
[Электронный ресурс].://URL:
<https://journals.equinoxpub.com/index.php/SS/article/viewFile/3143/2056>

ПІДГОТОВКА ОФІЦЕРІВ ДЛЯ ПРАЦІ В ЗМІШАНИХ ЕКІПАЖАХ

Носко А. С., Белянський В. Д.

Азовський морський інститут НУ «ОМА» (м. Маріуполь)

Науковий керівник – Позднякова В. В., к.т.н., доцент

Вступ. Щороку українські морські навчальні заклади випускають тисячі дипломованих штурманів і механіків, але їхні професійні навички не завжди відповідають високим стандартам сучасного ринку праці. Молоді кадри, прийшовши після, або під час навчання на судно, частіш за все, мають лише поверхневу та неактуальну інформацію про те, що відбувається в реальних умовах на судах. Отримані знання часто не підкріплені практикою, простіше кажучи вони ніколи не чіпали своїми руками будь яке сучасне обладнання, та навіть не мають повного уявлення про стандартні процедури безпеки та судові документи, з якими вони повинні будуть мати справи кожного дня.

Основна частина. Як вважає Е.Тюпиков, управляючий директор компанії «СМА ШИПС Україна», [2] основними проблемами при працевлаштуванні українських моряків є низький рівень знання англійської мови, банальна нестача досвіду та непрофесійне ставлення до своєї праці, яке виражається у повторюваних випадках надмірного споживання алкоголю та зниження мотивації після заключення контракту. «Молодим офіцерам відмовляють в першу чергу через низький рівень підготовки в навчальних закладах: через повсюдну корупцію середній бал не відображає реальних знань випускника. Нарешті, грає свою роль і дуже високий пріоритет грошей: багато офіцерів готові постійно міняти компанії за мінімальну надбавку до зарплати. Такою поведінкою вони порушують стабільність на судах. Через це судовласник змушений повністю відмовитися від найму конкретної національності і шукати більш лояльних офіцерів» каже Е.Тюпиков.

Розглядаючи недостатність практичного досвіду при навчанні треба дивитися в корінь проблеми. На даному етапі у нас немає такої матеріальної бази яку мають європейські вузи, наші моряки не мають можливості отримати повноцінні практичні навички з використання сучасного обладнання в стінах навчальних закладів, будь то навігаційні прилади тощо. Наприклад, в Щецині, курсанти мають можливість під час навчання на штурмана повністю ознайомитися з кількома варіантами радарів, AIS, як мінімум проходять практику на кількох типах ECDIS. [1] Випускники європейських навчальних закладів зазвичай мають достатній рівень знання щодо основних морських конвенцій, таких як SOLAS і MARPOL.

Якщо порівнювати систему підготовки курсантів у Польщі та Україні, в першу чергу можна звернути увагу на матеріальну частину. Польська влада та Європейський союз виділяють досить великі ресурси не тільки на підготовчий процес, а й на наукові дослідження, що у свою чергу стимулює розвиток усієї галузі. За останні 18 років тільки цим навчальним закладом було реалізовано понад 50 проектів на які було отримано приблизно 1 500 000 євро та 74 000 000 злотих. Протягом навчання, вже с першого року, курсанти мають можливість потрапити на діюче морське судно, до реалістичних умов, з якими вони будуть мати справу у майбутньому. Судно має все необхідне обладнання як в машинному відділенні так и на палубі. На другому році навчання, курсанти потрапляють на пороми компанії «PolishBalticFerry». [3] У другому найбільшому морському закладу Польщі –»AkademiaMorskawGdyni» так само мають власні судна для проходження морської практики, які не просто стоять у порту, а роблять справжні морські переходи. В таких обставинах, курсанти мають можливість отримати справжні практичні навички несення ходової вахти, швартовних операцій, роботи судових приладів тощо. Навіть їхні колеги з Бельгії, які не мають власних суден для проходження морської практики, використовують польські судна для надання бельгійським курсантам та їх викладачам практичного досвіду. Нажаль наші курсанти такої можливості не мають.

Вимоги до моряків зараз зводяться не тільки до хорошого знання своєї професії, а й до певного володіння англійською мовою. [4] Реальність є такою, що зараз на багатьох судах, у багатьох судовласників повністю змішані екіпажі. Рівень володіння англійською мовою, з яким приходять на судна українські моряки, частіш за все, не відповідає навіть мінімальним вимогам і це завдає дуже багато перешкод та небезпеку, оскільки комунікація між членами екіпажу майже відсутня. Ця проблема актуальна як для більш досвідчених моряків, так і для молодого покоління. Особливо ця проблема простежується серед рядового складу та механіків.

Висновок. Для вирішення даної проблеми потрібен системний підхідна всіх рівнях навчання. Необхідна синергія всіх основних напрямків підготовки (Теоретичні знання, практичні знання, англійська мова) (рис.1). Вивчення цих аспектів зокрема один від одного, як показує світова практика не є ефективним. Потрібно чітко розуміти, що професія моряка в нашій країні, невід'ємно пов'язана з іноземним досвідом та мовою, за відсутності сучасного українського флоту.



Рисунок 1 – Схема основних напрямків підготовки майбутніх офіцерів

Існує тісний взаємозв'язок між трьома загальними аспектами підготовки курсантів: теоретичними, практичними основами, та вивченням англійської мови. Вони існують не як окремі напрями, а як одне ціле. Це має дуже велике значення і дає необхідний результат у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пазынич Г.И. Некоторые особенности контроля качества подготовки судоводителей в современных условиях / Г. И. Пазынич // Рыбное хозяйство Украины. - 2013. - № 4.
2. Спецпроект: судовладельцы и руководители круизов рассказывают, что делать украинским морякам в кризис// РаботникМоря.Всеукраинскаяморская газета. От 27.05.2016 URL<http://seafarers.com.ua/how-crisis-influences-jobs-availability-for-seafarers/8476/>
3. GdyniaMaritimeSchool// Non-publictrainingcourses.URL <http://morska.edu.pl/en/page/196/start-page>.
4. The world's largest international shipping association// bimco/icsmanpowerreportpredict s.URL <https://www.bimco.org/>

РОЗВИТОК ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ, ЯК СПОСІБ ПІДГОТОВКИ КОМПЕТЕНТНИХ ФАХІВЦІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКІВ У КОЛЕДЖІ

Пітель А. С.

Морський коледж Херсонської державної морської академії

Науковий керівник – Буряк Т. С., викладач МК ХДМА

Вступ. Сучасна освіта спрямована на особистий розвиток і творчу самореалізацію особистості. Проблема формування творчих здібностей майбутніх кваліфікованих фахівців надзвичайно актуальна сьогодні. Щоб знайти належне місце у суспільстві, курсант Морського коледжу ХДМА повинен гнучко адаптуватися у змінних життєвих ситуаціях, вміти застосовувати набуті знання на практиці для розв'язання різних проблем з метою знаходження «свого місця» протягом усього життя; самостійно критично мислити, вміти побачити труднощі, які виникають у реальному світі, і відшукати шляхи їх раціонального подолання; чітко усвідомлювати, де і яким чином знання, якими він володіє, можуть бути використані в навколишній дійсності; бути здатним генерувати нові ідеї, творчо мислити [1].

Для того, щоб бути конкурентоздатним на ринку праці, необхідно володіти здатністю до створення «нового» у сфері власної професійної діяльності, тобто бути «незамінним». А для цього, що очевидно, діяльність повинна мати творчий характер. З урахуванням цього, на одне з перших місць в професійній освіті курсантів виходить завдання формування творчих здібностей майбутніх електромеханіків.

Теоретичні положення про технічну творчість. При залученні до технічної творчості викладачі спеціальності повинні створити умови при яких курсанти і студенти другого курсу спеціалізації «Експлуатація електрообладнання та автоматики суден» і «Монтаж і обслуговування електроустаткування суднового електрообладнання» Морського коледжу ХДМА прагнули б займатися самостійною творчою роботою.

Курсанти, які виявляють творчі здібності, характеризуються порівняно високим розвитком мислення, довготривалим запам'ятовуванням навчального матеріалу, сформованими навичками самоконтролю в навчальній діяльності. Їм притаманна неординарність, свобода висловлення думки, вміння наукового осмислення певних явищ. Вони самостійно і охоче здобувають відсутні знання з різних джерел; вчаться користуватися набутими знаннями для вирішення пізнавальних і практичних завдань; набувають комунікативні вміння (вміння виявлення проблем, збору інформації, спостереження, аналізу, побудови гіпотез, узагальнення); розвивають системне мислення.

Багато хто з вчених бачать в творчому процесі три загальні фази: пускову (спонукальну і підготовчу), пошукову і виконавчу. Кожна з них має свою специфіку.

Перша фаза, яка названа «пусковою», характеризується інтелектуальною ініціативою або умінням самостійно бачити і ставити проблеми. В цій фазі, яка називається ще і підготовчою, проявляються індивідуальна готовність до творчості, розвиток пізнавальних процесів, емоційна і раціональна здібність, потреба в напруженій діяльності. Всі вимоги даної фази є програмою розвитку творчих здібностей, цільовою матрицею цього процесу. Початком спонукання до роботи є внутрішні і зовнішні чинники. Перша фаза є найскладнішою, оскільки пусковим механізмом для неї завжди є або бачення нового або уявне відкриття нового.

Друга фаза – пошукова, починається з гострого бажання втілити задумане, протікає в пошуку засобів для його здійснення і кінчається їх знаходженням, прийняттям рішення щодо конкретних способів втілення. Продуктом пошукової фази є конкретне бачення втілення задуму.

Третя фаза – виконавча, реалізація задуманого в діях, контролі за проміжними результатами і корекції способів виконання, критичної оцінки макету, пристрою та інші.

Саме на виконавчій фазі відбувається формування основних компонентів творчості на рівні не тільки несвідомого, але і свідомості [3].

Тобто, елементи науково-технічної творчості (фази) у різному спів відношенні проходять крізь всі етапи підготовки виробництва нової продукції. Зокрема, згідно з обрахунками американських вчених при конструюванні перша фаза займає близько 20 % часу, друга фаза – 5 %, третя виконавча фаза – 75 %.

Науково-технічна творчість – ефективний засіб формування у курсантів професійно важливих якостей особистості спеціаліста. Вона є педагогічним процесом, який організовується з метою формування та розвитку професійно важливих якостей спеціаліста і передбачає залучення студентів до різноманітних видів діяльності.

В чому полягають особливості проблеми формування та розвитку творчої активності курсантів? Практика показує, що ще й досі випускаються спеціалісти з низьким потенціалом, тобто людей нетворчих, а іноді просто непідготовлених до роботи в сучасних динамічних виробничих та соціальних умовах. Це обумовлено індивідуальними особливостями курсантів, їх слабкою теоретичною та практичною підготовкою. Сьогодні змінюються критерії оцінки здібностей спеціаліста. Професійна компетентність, ерудованість були й залишаються суттєвими професійними якостями спеціаліста. Але в умовах прискорення науково-технічного прогресу та ускладнених інформаційних процесів цього вже замало. Курсанти повинні не лише орієнтуватися на потоках професійної інформації, але й правильно обробляти, вміти самому шукати нові знання. Для формування і розвитку творчої активності курсантів потрібна творча самовіддача від викладачів, педагогічна діяльність яких повинна спонукати до примноження творчого потенціалу. З огляду на рівень прояву творчості курсантів нами використовуються наступні види самостійних робіт:

1) Репродуктивна самостійна робота, що здійснюється за певним зразком (виготовлення пристроїв за типовими завданнями, та ін.). Ці завдання вимагають осмислення, запам'ятовування і простого відтворення раніше отриманих знань;

2) Евристична самостійна робота спрямована на вирішення проблемних завдань, отримання нової інформації, її використання в нових ситуаціях (складання порівняльних таблиць, опорних конспектів та ін.).

3) Дослідницька самостійна робота, яка орієнтована на самостійні дії курсанта (проведення теоретичної підготовки, складання проекту, розробка електричних схем та схем з'єднань, виготовлення пристрою, його випробування та ін.) [2].

Залучення курсантів до технічної творчості є одним із шляхів задоволення їх особистісних потреб, стимулювання прагнення розвинути індивідуальні здібності, розширення обсягу знань допрофесійної підготовки, вирішення особистісних проблем спілкування з однолітками, змістовної організації вільного часу, формування основних компетенцій, яких вимагає сучасне суспільство.

На електротехнічній спеціальності Морського коледжу ХДМА технічна творчість розвивається за такими напрямками:

- виготовлення наочних посібників і технічних засобів навчання,
- монтаж і ремонт лабораторного обладнання
- вивчення досягнень науки, техніки і виробничого досвіду;
- підготовка рефератів з дисциплін із елементами творчих пошуків і її захисту;
- підготовка експонатів на виставки.

Наведені вище напрями науково-технічної творчості курсантів дають змогу активізувати цю вкрай важливу роботу в коледжі і виховувати творчу особистість майбутніх спеціалістів.

Робота на шляху технічної творчості з курсантами проводиться з урахуванням компетентностних вимог до умінь фахівців електромеханіків. Вони на практиці

використовують свої базові знання з електротехніки, технічної механіки, креслення для виготовлення діючих макетів, стендів, пристроїв та ремонту лабораторного обладнання.

Щороку викладачі циклової комісії проводять Тижні електротехнічних дисциплін з широким спектром поза навчальних заходів: олімпіади з електротехнічних дисциплін, конкурси, презентації технічної творчості курсантів і студентів. Наприклад, попередній тематичний Тиждень електротехнічних дисциплін мав назву: «Навігатори формування професійної компетентності електромеханіка». Він був організований головою циклової комісії Трубач Л.В. та завідувачем бібліотеки Прокопчук Г.І. В межах заходу, який відбувався, була представлена виставка – панорама творчих робіт курсантів і студентів на тему: «Формування фахової компетенції – від теорії до практики». З цікавістю та захопленням присутні знайомилися з технічними розробками електричних та електронних пристроїв, які розробили курсанти Коза Д., Солошенко Я., Чікунов Є., Майстренко В., Данілов А., Балашов В., Кузнецов А., Бакатов В., Маюня Н. та інші. На виставку технічної творчості був запрошений студент суднобудівного відділення 421 групи Алхімов В., який розробив універсальний вимірювач параметрів радіоелектронної апаратури та вимірювач часових і кліматичних параметрів. Демонстрація цих приладів здивувала і сильно вразила курсантів – електриків.

Серед найцікавіших виробів, які виготовлені курсантами другого курсу електромеханічного відділення: фіксатор рівня води з звуковою та світловою сигналізацією, мультивібратор на геконі, підсилювач звукової частоти, діючий макет вітряної електростанції, яка є альтернативним джерелом живлення, стабілізовані джерела живлення на різну постійну та змінну напругу, діючі макети, які пояснюють перетворення механічної енергії у електричну та навпаки, різні планшети з напівпровідниковими приладами.

Наприклад – курсанти ознайомилися з застосуванням енергії вітру, з'ясували, що енергія вітру екологічно чиста, не потрібно будувати дорогі плотини гідровузлів, нищити сільськогосподарські угіддя, забруднювати воду, спалювати цінне оргпаливо, будувати очисні споруди для збереження біосфери. Тому вітряні електростанції відносяться до альтернативних джерел живлення. Курсанти спочатку з'ясували проблему (перша фаза), далі розробили проект вітряної електростанції, як альтернативного джерела електроенергії (друга фаза) і далі практично збудували діючий макет вітряної електростанції (третья фаза). Макет вітряної електростанції можна використовувати, як наочне приладдя, на заняттях з дисциплін «Загальна електротехніка та основи електроніки», «Теоретичні основи електротехніки» та «Суднові електричні машини». Отримання конкретного результату – завжди є деяка матеріалізована ідея. Основним показником реалізації цієї ідеї є робота діючого макету – здобуття електричної енергії з енергії вітру. Курсанти не тільки обґрунтували застосування вітряних електростанцій, її переваги та недоліки, ознайомили з роботою діючого макету курсантів інших груп спеціальності, привели схему з'єднань та інструкцію по застосуванню пристрою.

При виготовленні електронних підсилювачів, стабілізованих джерел живлення, студенти спочатку з'ясовують призначення приладу, його застосування, а потім проектують схему чи використають типовий зразок схеми. Вони самостійно визначають параметри та характеристики напівпровідникових приладів та ІМС, режими роботи їх при розрахунку схем підсилювачів, випрямлячів змінного струму, стабілізаторів постійної напруги. Потім, реалізують проект – здійснюють монтаж, перевірку працездатності блоку живлення, естетично оформлюють прилад. Блоки живлення застосовують у навчальному процесі при проведенні лабораторних робіт, де потрібна додаткова напруга – «Дослідження законів Кірхгофа», «Дослідження методу суперпозиції».

В процесі роботи з курсантами другого курсу викладачі Попіженко В.С., Трубач Л.В., Буряк Т.С. рекомендують виконувати наочні приладдя, діючі моделі приладів та діючі електричні схеми, які у подальшому застосовуються у навчальному процесі.

Курсанти залучаються до участі у підготовці лекційних демонстрацій, монтажу та налагодження лабораторних робіт.

Участь у презентації своїх творчих робіт дає курсантам досвід, який можна назвати одним з дієвих у становленні фахівця.

Таким чином, однією з важливіших складових якісної підготовки фахівців, які відповідають запитам сьогодення, є самостійна творча підготовка, оскільки вона сприяє глибшому сприйняттю обраної спеціальності і швидшій адаптації випускників до умов роботи на виробництві.

Висновки. Отже, ми бачимо, що для формування загальнопрофесійних компетентностей під час організації творчої самостійної роботи курсантів необхідні такі умови:

- 1) Формування потреби й інтересу до технічної творчості;
- 2) Врахування індивідуальних особливостей курсантів (рівень інтелектуального розвитку, провідний тип темпераменту, мотив навчальної діяльності та ін.) під час виконання індивідуальних чи групових творчих завдань;
- 3) Розробка індивідуальних творчих завдань для самостійної роботи курсантів над проблемними темами курсу і керівництво нею з боку викладача;
- 4) Володіння курсантами вміннями та навичками самостійної навчальної діяльності (робота з довідниками, технічною літературою, вміння робити електричний монтаж схеми, проводити тестування приладу та ін.)
- 5) Грамотне керівництво роботою курсантів і надання вчасної допомоги для усунення недоліків при виготовленні приладів, макетів, пристроїв та ін.

Науково-технічна творчість важлива складова підвищення якості підготовки електромеханіків. Розвиваючи творчі задатки курсантів, ми формуємо фахові компетентності, виховуємо їх здатними до критичного аналізу й об'єктивного оцінювання різних явищ і фактів, до творчих пошуків і надбань, до оригінального розв'язання проблем, тобто формуємо повноцінну, інтелектуально розвинену й духовно багату особистість, розвиваємо її творчі здібності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи / [під заг. ред. О.В. Овчарук]. – К.: К.І.С., 2004. – 112 с.
2. Кузьмінський А.І., Омеляненко В.Л. Педагогіка: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 418 с.
3. Михелькевич В.Н., Радомский В.М., «Основы научно-технического творчества», Серия «Высшее техническое образование», Ростов н/Д, издательство «Феникс», 2004 г.
4. Володькина Т. А., Казарин В. Е. Техническое творчество сегодня – вдохновение для успеха в профессии завтра // Молодой ученый. – 2015. – № 12.2.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Столяр В. В.

*Морской колледж Херсонской государственной морской академии
Научный руководитель – Трубач Л. В., преподаватель Морского колледжа
Херсонской государственной морской академии*

Вступление. В настоящее время в условиях развития новой экономики, в которой основным ресурсом становится мобильный и высококвалифицированный человеческий капитал, в Украине идет становление новой системы образования. В качестве главного результата образования рассматривается готовность и способность молодых людей, заканчивающих учебное заведение, нести личную ответственность как за собственное благополучие, так и за благополучие общества.

Основная часть. Целями образования становится развитие у студентов способности действовать и быть успешными, формирование у них профессионального универсализма, способности менять сферы и способы деятельности на достаточно высоком уровне. Востребованными становятся такие качества личности: мобильность, решительность, ответственность, способность усваивать и применять знания в незнакомых ситуациях, способность выстраивать коммуникацию с другими людьми.

Основным результатом деятельности образовательного учреждения должна стать не только система знаний, умений и навыков, а и способность человека действовать в конкретной жизненной ситуации

Современное общество ставит перед образовательными учреждениями задачу подготовки выпускников, способных:

- ориентироваться в меняющихся жизненных ситуациях, самостоятельно приобретая необходимые знания, применяя их на практике для решения разнообразных возникающих проблем, чтобы на протяжении всей жизни иметь возможность найти в ней свое место;
- самостоятельно критически мыслить, видеть возникающие проблемы и искать пути рационального их решения, используя современные технологии;
- четко осознавать, где и каким образом приобретаемые ими знания могут быть применены;
- генерировать новые идеи, творчески мыслить;
- грамотно работать с информацией: собирать необходимые для решения определенной проблемы факты, анализировать их, делать необходимые обобщения, сопоставления с аналогичными или альтернативными вариантами решения, устанавливать статистические и логические закономерности, делать аргументированные выводы, применять полученный опыт для выявления и решения новых проблем;
- быть коммуникабельными, контактными в различных социальных группах, уметь работать сообща в различных областях, в различных ситуациях, предотвращая или умело выходя из любых конфликтных ситуаций;
- проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности за свои решения;
- применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий;
- разрабатывать и реализовывать планы информатизации предприятий и их подразделений на основе информационно-телекоммуникационных технологий;
- понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;

– оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы.

XXI век породил взрыв новой информации. Расширение пространства знаний, объем информации, ее многопрофильность сделали очевидным тот факт, что все знать и уметь невозможно, а значит и невозможно сохранять те методы и средства, которые характерны для репродуктивного обучения. Проблема удовлетворения потребностей общества в высококвалифицированных специалистах одинаково актуальна как для нашей страны, так и для всего мира. Стремительно меняющиеся требования предъявляемые к профессионалу, сверхскоростные потоки информации и новейшие технологии, проникшие во все сферы жизни общества требуют поиска и использования новых методов обучения.

В настоящее время учебный процесс требует постоянного совершенствования, так как происходит смена приоритетов и социальных ценностей: научно-технический прогресс все больше осознается как средство достижения такого уровня производства, который в наибольшей мере отвечает удовлетворению постоянно повышающихся потребностей человека, развитию духовного богатства личности. Поэтому современная ситуация в подготовке специалистов требует коренного изменения стратегии и тактики обучения в вузе.

С развитием научно-технического прогресса, увеличивается объем информации, обязательной для усвоения. Информация быстро устаревает и нуждается в постоянном обновлении. Отсюда следует, что обучение, которое ориентировано главным образом на запоминание и сохранение материала в памяти, уже только отчасти сможет удовлетворять современным требованиям. Значит, выступает проблема формирования таких качеств мышления, которые позволили бы студенту самостоятельно усваивать постоянный поток новой информации, развитие таких способностей, которые, сохранившись и после завершения образования, обеспечивали человеку возможность не отставать от ускоряющегося научно-технического прогресса. Нужны новые методы и подходы в обучении, которые могли научить студентов учиться, т. е. самостоятельно находить и усваивать нужную информацию. Роль преподавателя направлять и подводить итог проделанной работе студента, указывать на ошибки в процессе выполнения заданий.

Сегодня стало очевидным, что надо управлять не личностью, а процессом ее развития. А это означает, что:

– происходит отказ от лобовых методов, от лозунгов и призывов, воздержание от излишнего дидактизма, назидательности;

– вместо этого выдвигаются на первый план диалогические методы общения, совместный поиск истины, развитие через создание воспитывающих ситуаций, разнообразную творческую деятельность;

– преподаватель должен стать организатором самостоятельной индивидуальной и групповой учебной.

Исследования показывают, что применение на занятиях именно инновационных методов обеспечивает обучающемуся условия усвоения материал наиболее полно и с пользой для себя.

К инновационным методикам обучения относятся интерактивные и компьютерные технологии. Интерактивные технологии обучения включают:

– круглый стол (дебаты и диспуты);

– мозговой штурм (проблемное изложение материала);

– ролевые и деловые игры (игровое моделирование производственных отношений);

– эвристические беседы;

– кейс-метод (анализ определенной реальной ситуации);

– тренинг;

– мастер-класс;

– метод проектов;

- работа с иллюстративным материалом;
- компьютерные симуляторы;
- лекции с запланированными ошибками;
- конференции.

Компьютерные технологии обучения предполагают сбор, переработку, хранение и передачу информации от обучающего обучаемому и наоборот.

Преимущества интерактивных форм обучения очевидны:

- обучающиеся осваивают новый материал не пассивными слушателями, а в качестве активных участников процесса обучения;
- сокращается доля аудиторной нагрузки и увеличивается объем самостоятельной работы;
- обучающиеся приобретают навык владения современными техническими средствами и технологиями обработки информации;
- вырабатывается умение самостоятельно находить информацию и определять уровень ее достоверности;
- актуальность и оперативность получаемой информации; обучающиеся оказываются вовлеченными в решение проблем – расширяется их кругозор;
- гибкость и доступность. Обучающиеся могут подключаться к учебным ресурсам и программам любого компьютера, находящегося в сети;
- использование таких форм, как электронные тесты (промежуточные и итоговые), позволяет обеспечить четкое администрирование учебного процесса;
- интерактивные технологии дают возможность постоянных, а не эпизодических контактов студентов с преподавателем, при этом важно понимать, что использование сетевых ресурсов не должно исключать непосредственного общения студентов с преподавателем и между собой.

Вывод. Главной задачей высшего учебного заведения на современном этапе является подготовка специалистов, способных нестандартно, гибко и своевременно реагировать на изменения, которые происходят в мире. Ориентируясь на происходящие изменения, современная система образования переходит в особый инновационный режим развития, в котором, как указывают ряд исследователей, необходимо сохранить лучшие традиции отечественного образования и одновременно учесть тенденции развития систем подготовки специалистов в других странах, соотнести отечественный опыт с мировыми нормами и стандартами.

Очевидно, что переход к учению сосредоточенном на самом обучающемся, представляют для педагога значительные трудности, поскольку превращают его из механического переносчика информации в партнера по процессу добычи знаний. При внешней сухой технологичности, данная модель оставляет педагогу широкой поле деятельности для профессионального роста и реализации личных качеств.

В связи с большим арсеналом приемов им методов, входящих в технологию, каждый преподаватель может выбрать те, которые близки лично ему. Для каждого педагога эта система может стать персонифицированной. Это очень важно, т.к. в таком случае педагогический процесс становится личностно ориентированным.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
2. Загрекова Л. В. Основы педагогических технологий // Высшее образование в России. – 1977. – № 4. – С. 97 – 108.
3. Грудзинская Е. Ю., Марико В. В. Активные методы обучения в высшей школе. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Современные педагогические и информационные технологии» [Текст]. / Е. Ю. Грудзинская, В. В. Марико. – Нижний Новгород, 2007 – 182 с.

СУЧАСНА ПІДГОТОВКА УКРАЇНСЬКИХ МОРЯКІВ В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ НА СВІТОВОМУ РИНКУ ПРАЦІ

Тарасов Ю. О.

Азовський морський інститут НУ «ОМА» (м. Маріуполь)

Науковий керівник – Дергаусов М. М., доцент, к.т.н.

Вступ. Ринок морської праці за останні роки досить динамічно змінюється. Стандарти підготовки моряків щороку зростають, особливо з огляду на той факт, що основною причиною аварійних ситуацій залишається людський фактор.

За останні роки сильно зростає частка азійських моряків, що не може не позначатися на наших позиціях на ринку. Це вже в повній мірі відчули члени рядового складу, яким з кожним роком все важче знайти роботу і бути конкурентоспроможними. Основними проблемами цього є якість професійної підготовки та рівень володіння англійською мовою. Для того щоб не втратити свої позиції, а в майбутньому навіть їх посилити всьому українському морському сектору потрібно об'єднатися і бути готовим до змін. Українська держава повинна в корні змінити ставлення до своєї ролі у цьому питанні.

Україна з кожним роком стає невід'ємною частиною європейського суспільства. Але вже зараз можна побачити тенденцію, коли європейські судновласники віддають перевагу на ключові позиції на судах своїм співвітчизникам з ЄС, а також мають квоти на працівників з ЄС, членом котрого Україна поки що не є, що так само ускладнює життя українським морякам.

Основна частина. Згідно з останнім звітом Manpower Report Україна посідає 6 місце на морському ринку праці та має близько 39000 офіцерів і 30000 моряків рядового складу(рис.1), але перші місця займають азійські країни і враховуючи динамічний розвиток ринку морських перевезень, слід очікувати що їхня доля на ринку праці буде мати динаміку зросту і українським морякам потрібно буде запропонувати щось судновласникам щоб не втратити свої позиції.[1]

№	країна	усього офіцерів та рядових	офіцери	рядові	% від загальної кількості
1	Китай	243 635	101 600	142 035	14,78
2	Філіппіни	215 500	72 500	143 000	13,08
3	Індонезія	143 702	51 237	92 465	8,72
4	Росія	97 061	47 972	49 089	5,89
5	Індія	86 084	69 908	16 176	5,22
6	Україна	69 000	39 000	30 000	4,18
7	Турція	38 985	18 568	20 417	2,36
8	Малазія	35 000	6 313	28 687	2,13

Рисунок 1 – Основні країни постачальники моряків для торговельного флоту

15 листопада 2017 року в Одесі відбулася конференція на тему «Український кріюінг - роль якості підготовки моряків і розвиток сфери зайнятості в умовах конкуренції на світовому ринку праці» на якій директор ВОКК капітан Вячеслав Кисловський відмітив що витіснення зі світового ринку праці українських фахівців молодшого складу вже прийняло постійний характер.[2] Судновласники воліють наймати представників інших національностей. І це питання не національності, як такої, а рівня підготовки і якості персоналу в першу чергу, та підкреслив необхідність налаштувати тісний взаємозв'язок

між морськими освітніми установами, центрами з підготовки морських фахівців, українським кріюінгом, як посередником між моряком і судновласником.

Але нажалі цього недостатньо, бо перш за все потрібно залучити державу, яка чомусь, у свою чергу не приймає участі у житті українського моряка.

Потрібно переглядати систему підготовки щоб привести її до більш високих стандартів яких вимагає сучасний ринок праці.

Незважаючи на те що більшість судновласників починають використовувати все більш скорочені екіпажі, попит на офіцерів все одно залишається великим, хоча їх кількість швидко зростає, на відмінність від рядового складу, в якому надглядається надлишок кадрів (рис.2). [3]

	офіцери	рядові	усього
пропозиція	835 000	904 000	1 739 000
попит	849 000	774 000	1 623 000
баланс	14 000	130 000	116 000
%	1,90%	14,40%	6,60%

Рисунок 2 – Баланс попиту та пропозиції моряків у 2017 р.

За прогнозами міжнародних організацій дефіцит офіцерів торговельного флоту до 2025р. досягне приблизно 150 тисяч осіб і українські моряки матимуть можливість посилити свої позиції на міжнародному ринку праці. Але нажалі на даний момент ми програємо цю конкуренцію.

Наші моряки програють у конкурентній боротьбі за робочі місця більш підготовленим кадрам, або більш дешевим. Факт того, що азіатські моряки почнуть витіснити українських моряків з ринку праці, здавався нам майже неможливим, але ми можемо бачити цей процес вже зараз, навіть у тих компаніях, де українці працювали роками. Спочатку нас потіснили на ринку рядового складу, а зараз це відчувається навіть на ринку командного складу. Динаміка цих змін не передбачає стабільності на ринку праці для українських моряків.[4]

Підготовка офіцерів і рядових в країнах Азії (Китай, Філіппіни, Індія, Індонезія) не стоїть на місці і в найближчому майбутньому якщо ситуація не буде змінюватися ми можемо втратити свої позиції (рис. 3).

штурманів і механіків, але їхні професійні навички не завжди відповідають високим стандартам сучасного ринку праці. Молоді кадри прийшовши після, або під час навчання на судно, частіш за все мають лише поверхневу та неактуальну інформацію про те, що відбувається в реальних умовах на судах. Отримані знання часто не підкріплені практикою, простіше кажучи вони ніколи не чіпали своїми руками будь яке сучасне обладнання, та навіть не мають повного уявлення про стандартні процедури безпеки та судові документи, з якими вони повинні будуть мати справи кожного дня.[7]

При оцінці конкурентоспроможності українського моряка на ринку праці потрібно чітко розмежовувати проблеми і перспективи членів рядового і командного складу.[6] Якщо звернути увагу на членів рядового складу, то тут на першу роль виходить погане володіння англійською мовою, другою основною проблемою можна відзначити банальну нестачу досвіду, на третє місце можна винести слабку мотивацію і зловживання алкоголем. Також потрібно пам'ятати, що досить велика частка рядового складу проходила профпідготовку ще за радянською системою і потрібно розуміти що в недалекому майбутньому їм на зміну прийдуть молодші фахівці і проблема нестачі досвіду і знань стане більш актуальною. Це зайвий раз підкреслює те, що проблему потрібно вирішувати комплексно, а не звертати увагу лише на деякі аспекти.



Рисунок 3 – Порівняння числа моряків на торгівельному флоті [5]

Щороку українські морські навчальні заклади випускають тисячі дипломованих

Що стосується офіцерів – тут ситуація виглядає трохи по іншому. На перше місце виходить проблема нестачі знань і досвіду, на відміну від рядового складу, але проблема з англійською мовою все так же залишається однією з основних, особливо це простежується серед механіків, ця проблема посідає друге місце. Третій пункт можна назвати «Джамперство», простіше кажучи, проблема полягає в тому, що вже затребувані члени офіцерського складу готові постійно міняти компанії за мінімальну надбавку до зарплати, що в свою чергу порушує стабільність на судах. Це може привести до негативних наслідків для цілого національного сегмента. Як наслідок судовласник може скористатися послугами менш вимогливих і більш стабільних кадрів [8].

Важливо відзначити роль держави в даному питанні. Якщо Україна і далі хоче залишити за собою статус морської держави потрібно більш активно брати участь в підготовці, контролі, працевлаштуванні і захисті своїх моряків.

Висновок. Таким чином, на сьогоднішній день українські моряки ще досить привабливі для іноземних судновласників, але щоб не втратити свої позиції на ринку праці необхідні зміни на всіх рівнях, включаючи відношення саме моряків до своєї роботи. Можливо навіть доведеться на деякий час погоджуватись на менш привабливі умови праці, щоб не втратити позиції зовсім. Навчальні заклади та держава повинні розробити принципово нові та сучасні методи підготовки як офіцерського так і рядового складу, які будуть відповідати сучасним тенденціям, а можливо й опереджати їх. Потрібно зробити усе можливе, щоб привабити у дану галузь сучасних спеціалістів та надати їм усі необхідні ресурси для роботи.

Не можна більше недооцінювати проблему англійської мови серед українських моряків. Необхідно посилити контроль за вивченням іноземної мови, а також донести до майбутніх спеціалістів необхідність та актуальність її у сучасному флоті. Можливо необхідно розробити програму на державному рівні про підвищення рівня англійської мови серед діючих моряків. Можна перейняти досвід Європейських країн в яких багато актуальних проблем обговорюються та викладаються також іноземною мовою, що у майбутньому облегшує адаптацію до реальних умов на судні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ManpowerReport// Theglobalsupplyanddemandforseafarersin 2015. Date of update: 07.09.2016. URL <http://www.ics-shipping.org/docs/default-source/resources/safety-security-and-operations/manpower-report-2015-executive-summary.pdf?sfvrsn=16>.
2. Конференція под егідою «ВОКК» от 15.11.2017 Одеса. URL <https://sudohodstvo.org/ukrainian-sea-labor-market-time-to-consolidate>.
3. Томилина С.Н. Особенности обучения и воспитания курсантов морских вузов в постсоветских республиках / С.Н. Томилина // Научный журнал КубГАУ.–Кр.: КубГАУ,2015. –№113(09)
4. Пазынич Г.И. Некоторые особенности контроля качества подготовки судоводителей в современных условиях / Г. И. Пазынич // Рибне господарство України. - 2013. - № 4.
5. Спецпроект: судовладельцы и руководители круизных рассказывают, что делать украинским морякам в кризис// Работник Моря. Всеукраинская морская газета. От 27.05.2016 URL <http://seafarers.com.ua/how-crisis-influences-jobs-availability-for-seafarers/8476/>
6. Global marine trends 2030. URL <http://www.futurenavitics.com/wp-content/uploads/2013/10/GlobalMarineTrends2030Report.pdf>
7. Maritime portal Safety4sea. URL: <https://safety4sea.com/>
8. Морський новинний портал// The Maritime Telegraph. Від: 11.05.2018 URL: <http://mtelegraph.com/japan-and-singapore-are-ready-to-employ-ukrainian-sailors.html>

THE ROLE OF EFFECTIVE COMMUNICATION IN INCREASING SAFETY ABOARD

Terentyev V.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisors – Barsuk S., teacher

As we look at the statistics on the causes of accidents at sea, a human factor and bad communication are the key questions which make things different. The effectiveness of bridge cooperation, both internal and external, is extremely important for the success of the entire ship operation. On a cargo ship a bridge watch usually comprises two or even one person - an OOW and Lookout. Communication within the bridge team regardless the ranks, as well as bridge and engine room cooperation is an ultimately important part of internal communication to obtain the whole situation awareness. The hesitation to call the Captain if situation gets wrong is a sign of absence of open line communication and a bad leadership aboard. The link between vessels or VTS and other ships, whether it is normal operation or in emergency, as a part of external communication is extremely important for collision avoidance.

One of the most important task in future deck officers training is to integrate Maritime English within other professional subjects to meet the industry standards of training and IMO requirements. By applying the fundamental principles of communicative and competency-based approaches, such as orientation on trainees' needs and authentic meaningful communication to perform profession-oriented tasks and get things done, the trainees develop their professional communicative competence. The mandatory requirements for the communicative competence, which are listed in Table A-II/2 of the STCW Code, stipulate masters and chief mates «are to use English in written and oral form to:

- plan a voyage and maintain safe navigation;
- coordinate search and rescue operations;
- establish watchkeeping arrangements and procedures;
- respond to navigational emergencies;
- manoeuvre and handle a ship in all conditions;
- plan and ensure safe loading, stowage, securing, care during the voyage and unloading of cargoes;
- monitor and control compliance with legislative requirements and measures to ensure safety of life at sea, security and the protection of the marine environment;
- use leadership and managerial skill;
- organize and manage the provision of medical care on board» [1].

The need in accurate and clear on-board communication for safety of the crew and vessel is ultimately important, as the majority of accidents are caused by communication failures and misunderstandings. By integrating the Maritime Resource Management (MRM) course into training curriculum for the future deck officer, the trainees get familiarized with the concept of Effective Communication. The course meets the requirements of STCW 2010 in the area of leadership and managerial skills development and was created to motivate behavior changes and establish safe organizational culture aboard. It states the principles of good communication, setting the climate for an effective team oriented operation, establishes interactive and a closed loop communication style. It is emphasized the importance of information exchange between team members and a pilot, sets out the guidelines for good briefings / debriefings and communication. Master as a team leader is responsible for coordinating operational procedures with the team, informing on any significant changes, ensuring the briefings and communications are used with the purpose to change the situation for better and correct the errors.

Case study is one of the most effective way to analyze human behavior and attitudes to improve safety aboard as real life situations bring to life the fact that «accidents don't just

happen to others» [2]. Below there are three cases to demonstrate how improper communication, negligence and rules violation lead to the major losses at sea.

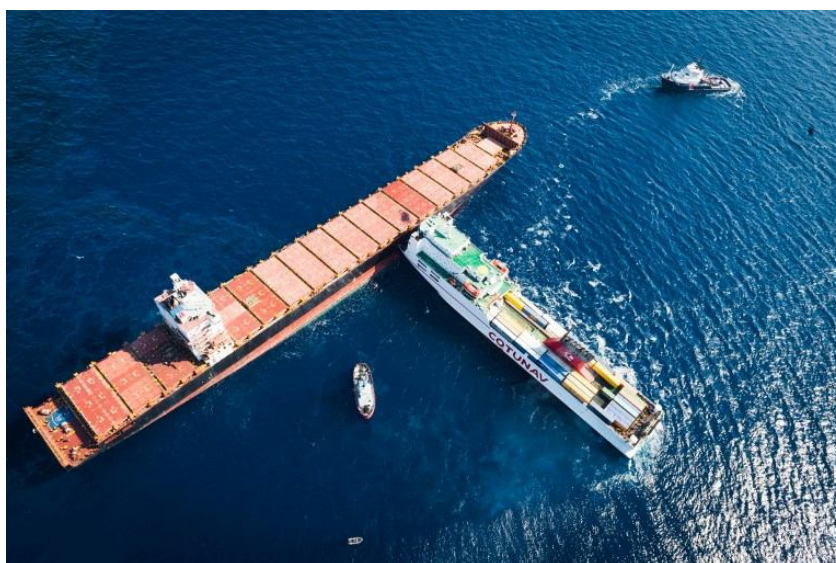
Case Study. Synopsis one: Collision between RoRo and Containership, Oct 7, 2018 [3].



Picture 1 – RoRo has run into container vessel

The container ship CSL VIRGINIA was anchored north of Cap Corse, northern Corsica peninsula, France, Tyrrhenian sea, since late September. The Tunisian ferry ULYSSE, which was en-route from Genoa (Italy) to Tunis (Tunisia) rammed into the anchored ship at around 0600 UTC Oct 7. It was ascertained the container ship was in a lay-up and not under way at the time of collision. The ferry was the only to blame for the collision. The container ship suffered a several meters hull breach on starboard side. There were no reports on ferry damages, but ferry's bow for sure has sustained damages, probably serious. As of 1330 UTC, ULYSSE was, according to the track, still stuck to CSL VIRGINIA, with a tug nearby. ULYSSE was kept in that position, because the container ship might have flooded through a big hole in a short time.

Later the ships were uncoupled in the evening Oct 11 at around 2130 LT, both remained on site, with CSL VIRGINIA being anchored.



Picture 2 – RoRo has run into container vessel - top view

Causes: The investigation is on progress, but the questions to answer are obvious:

1. What actions did Officer of the Watch and Muster of the RoRo vessel take to avoid a collision with such a highly visible target? (COLREGs Rule 5)

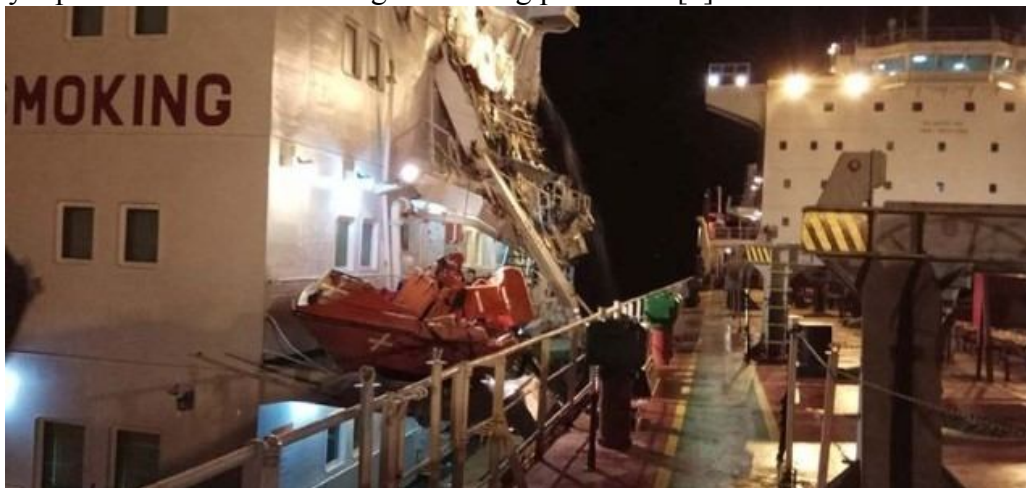
2. Did the bridge team of the container ship take any preventive measures to avoid collision? (COLREGs Rule 7 and 8)

3. If OOW of the container identified the vessel (due to proper look-out instead of non-essential activities), did he try to communicate with RoRo or call the Muster?

4. If communication was established between the vessels, did they understand each other or have a communication gap due to language, race or other barrier? (COLREGs Rule 36)

Till now the government has given no answers.

Synopsis two: Collision during overtaking procedure [4].



Picture 3 – Collision in Suez Canal

At 0304:40 on 1 July 2017, two Hong Kong registered vessels, the bulk carrier Huayang Endeavour and the oil tanker Seafrontier, collided in the Dover Strait approximately 5 nautical miles to the west of Sandettie Bank. Both vessels were damaged in the collision but were able to proceed to nearby ports for damage assessment. The accident did not result in any injuries or pollution.

The MAIB investigation identified that a Very High Frequency (VHF) radio conversation between the two vessels had resulted in the two bridge teams holding conflicting views as to what had been agreed regarding Huayang Endeavour overtaking Seafrontier.

Causes:

- Seafrontier's master was operating within his maximum permitted working hours however he was probably experiencing fatigue which resulted in his decision making and reaction times being affected;

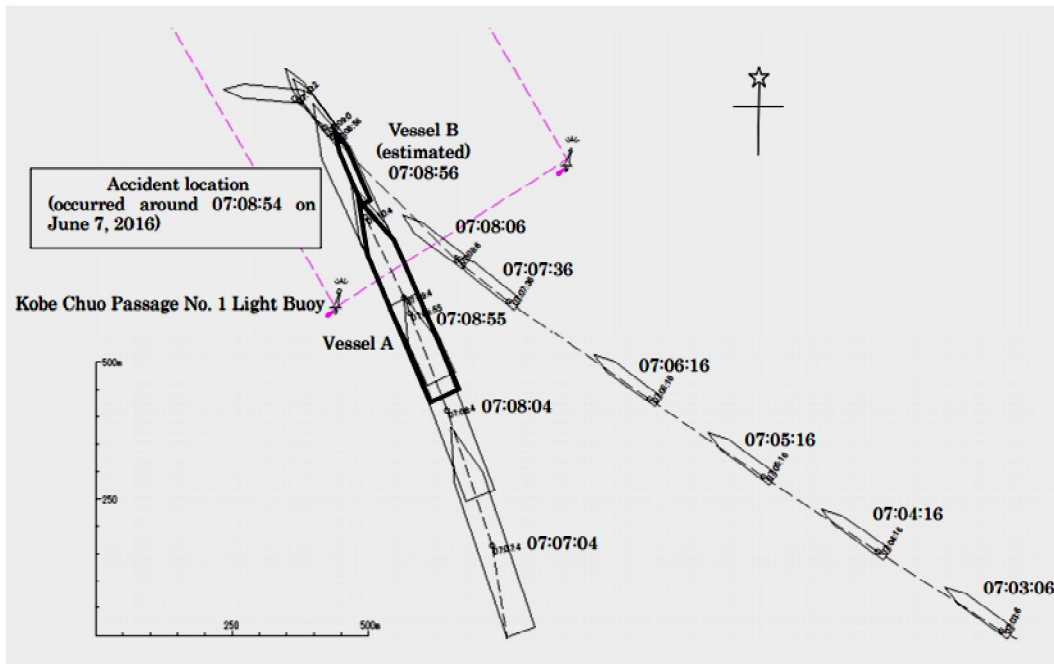
- Huayang Endeavour's bridge team did not complete effective long-range scanning as required by the Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREGs Rule 5);

- The use of VHF to resolve the situation was inappropriate as it did not allow sufficient time for effective action to be taken, the language used was not precise or clear and it did not result in a shared plan (COLREGs Rule 7);

- Seafrontier's bridge team did not monitor Huayang Endeavour's manoeuvres after the VHF conversation and as they did not check for sea room before altering course, were unaware of the bulk carrier's actual position (COLREGs Rule 13);

Synopsis three: Collision in the Kobe Chuo Passage [5].

While the container ship ESTELLE MAERSK (Vessel A), with the Master, 27 crew members and a pilot on board, was proceeding north toward the South Entrance of Kobe Chuo Passage in the Kobe Section of Hanshin Port under escort by the pilot, and the container ship JJ SKY (Vessel B), with the Master and 21 crew members on board, was proceeding west-northwest toward the South Entrance of Kobe Chuo Passage, the two vessels collided near the South Entrance of Kobe Chuo Passage at around 07:08:54 on June 7, 2016.



Picture 4 – Navigation Routes

Causes: The accident probably occurred due to the wrong actions of both ships. While Vessel A was proceeding north and Vessel B west-northwest toward the Passage in the Kobe Section of Hanshin Port they would both enter the Passage at about the same time. The Pilot of Vessel A thought that the ship would be given priority when entering the Passage and thus continued to proceed north toward the South Entrance of the Passage. The same time Master of Vessel B, thinking that Estelle would navigate astern of Vessel B, increased the speed in an attempt to cut diagonally the Passage toward the scheduled docking quay. As a result, two vessels collided. Both vessels demonstrated lack of communication, low level of situation awareness, and rules violation (COLREGs Rules 15, 16, 17).

Conclusion. The rapid development of technology aimed to facilitate ship operations and make the ship safer place to work and live cannot secure ships from the contingencies caused by the limitations of human performance. Work in a dangerous environment under constant stress and work overload contributes to the occurrence of error. The current tendency to speed up goods transportation by reducing the time for cargo operations in ports, and get the shipping industry more profitable by shortening the crew, leads to the risk of emergencies growing and necessity of thorough training during learning process. To develop professional communicative competence, trainees need to interact and simulate professional tasks, implement their knowledge to develop ability to converse: anticipate hazards, maintain situation awareness, prioritize tasks and distribute duties. Careful training combined with communication and adherence to the International Safety Management Code is able to improve safety at sea.

LIST OF LITERATURE

1. IMO Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping Code (STCW Code). – London: International Maritime Organization (IMO), 2001. – 346 p.
2. Kanki, B.G., 2010. Communication and crew resource management. In: Kanki, B.G., Helmreich, R.L., Anca, J. (Eds.), Crew Resource Management. Academic Press, London, UK, pp. 111 – 145.
3. Bunker Spills : article [Electronic resource]. / World Maritime News Staff // World Maritime News. – 2018. – Access: <https://worldmaritimeneews.com/>
4. Collision: article [Electronic resource]. / Marine Accident Investigation Branch // Government Digital Service. – 2018. – Access: <https://www.gov.uk>

5. Annual collision brochure [Electronic resource]. // Japan transport safety board. – 2018 – Access: <http://www.mlit.go.jp/>
6. Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREGs) // Institute of legislation, «Law of Ukraine», volume 14.
7. Navigational claim brochure [Electronic resource]. / Lars A. Malm, Anders Hultman, Joakim Enström // Navigational Claims. – 2014. – Access: <https://www.swedishclub.com/>

WAYS OF CREATING CADETS' PERSONAL SAFE AND STRESS FREE ENVIRONMENT DURING THE FIRST SHIPBOARD PRACTICE

Shmat A., Kovalenko M.

Kherson State Maritime Academy

Scientific supervisors – Malakhivska T., teacher

Introduction. It is well acknowledged that the maritime system is a people system, and human errors are prominent in emergency situations. Human errors may be caused by bad communication, lack of knowledge or experience, poor training, remissness, wrong management system and many others. Understanding the role of the human element within the system is essential for safety improvement [1].

There always exist dangers at sea, which are different from those ashore, thus cadets' first shipboard practice should become a strict training process cultivating strong spiritual power, physical strength, vocational adaptability and functional capability in trainees.

The main statement. First shipboard practice is the best environment for learning, as one has all the necessary equipment, time and resources available in one place. It consists more of practical, interactive exercises which is an ideal methodology for learning, being a good stepping stone for junior staff who has gained the knowledge but need more hands on training with actual equipment and scenarios.

The importance of it being indisputable, training on a ship is different from all the previous education and training, being 24/7 education in itself, and may prove to be stressful for a first time cadet onboard alongside with all the other peculiarities of work and life at sea. Of course, for some cadets dormitory life training at their alma mater can prove to be a good preparation step towards one's first shipboard practice. And yet there will remain a handful of difficulties and challenges to face and adjust to. Hence this abstract aims at investigating into ways of creating cadet's personal safe and stress-free environment during the first shipboard practice.

Most prominent changes to adjust to and common challenges to overcome during one's first shipboard practice can be grouped into several categories: operational conditions, living conditions, communication in a multilingual and/or multinational crew, impact of external situations, homesickness, project work and time management. Let's have a closer look at the categories to be able to outline probable ways of minimizing stressful influences of each.

Specific operational and living conditions, impact of stressful external situations, and improper time management might result in health risks, such as fatigue and impacts on mental occupational health. But fatigue as well as connected health risks can be prevented by following certain rules, like developing a habit of taking strategic naps (a short term relief technique to help maintain performance levels during long periods of wakefulness which one should take whenever there is an opportunity), maintaining a pre-sleep routine (a warm shower or reading calming material), making one's sleep environment conducive to sleep, eating well-balanced meals and exercising regularly, drinking sufficient amount of water. Moreover a cadet should also realize that it is important to inform supervisors when fatigue is impairing his or her performance. Another way of avoiding stress and fatigue is by mixing up tasks to break up monotony and combining work that requires high physical or mental demand with low-demand tasks.

«It is important to think about what risks and situations are unacceptable in advance not to have to deal with them when fatigued and unsure» [2]. Shore-based training, planning one's actions in advance, participation in musters and drills may go some way to avoiding taking a chance in the first instance. The opportunity of taking part in well-planned trainings and drills during seamanship practice not only will enable future officers to learn the proper procedures for emergency situations, but through training them in organised response to dangerous situations will raise their confidence and reduce stressful impacts of highly unpredictable external

situations at sea. Thus, despite extensive work load, cadets should avoid diminishing the role of onboard trainings just to an obligatory duty. Careful observation and active participation in detailed discussions will help predict possible mistakes and ways of avoiding them, providing a substantial amount of knowledge and ensuring a good quality of performance in real life situations.

Conclusions. To meet the challenges of communication in a multinational crew, to deal with homesickness a cadet should bear in mind that communication on board starts at home, and make sure he knows his ship, contract details, company history well before embarkation. Communication is an important tool for social interaction and, more importantly, for safety at work, that's why participation in social recreational activities on board, such as birthday celebrations, barbeques, darts, table tennis tournaments, sport games should not be ignored or avoided.

Well trained, likable, interactive, open individuals with high tolerance levels and adjustable/adaptable attitudes will be to the benefit of all involved in the Maritime industry, the environment and the ship, minimizing the risks of accidents.

LIST OF LITERATURE

1. Barsan E. Factors of Human Resources Competitiveness in Maritime Transport / E. Barsan, F. Surugiu, C. Dragomir // International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – 2012. – March. – no. 1. – P. 89 – 92.
2. Patraiko D. Planning to succeed // The Navigator. – 2013. – June. – no. 3. – P. 2.

ОБ'ЄКТИ ПРОМИСЛОВОЇ І ЦИВІЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА ХЕРСОНА, ОРІЄНТОВАНІ НА РОЗВИТОК СУДНОПЛАВСТВА І СУДНОБУДУВАННЯ, ІСТОРІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Фостик П. П.

Херсонський державний аграрний університет

Научные руководители – Кутузова Т. Ю., к.агр.н., доцент Херсонського державного аграрного університету; и Алексенко В. Л., старший викладач Херсонської державної морської академії

Вступ. Херсонщина - транзитна область з потужною розгалуженою транспортною системою, до складу якої входить залізничний, морський, річковий, автомобільний і авіаційний транспорт. З огляду на те, що Україна включена в індикативні карти Європейської транспортної мережі TEN-T, у Херсонщини, і зокрема у Херсона, з'являється величезний шанс до ефективного розвитку. Це означає необхідність якомога швидше стати єдиним цілим з інфраструктурою ЄС і розвиватися в гармонійному поєднанні. Швидкість, якість, безпека мультимодальних перевезень повинні відбуватися за європейськими стандартами. Для інвесторів і міжнародних партнерів - це потужний сигнал, про те, що інфраструктура Херсона, як і всієї України розвивається, має європейське майбутнє і в неї можна і потрібно вкладати кошти. Особливе місце в транспортному комплексі області займає водний транспорт. Промислова і цивільна інфраструктури міста Херсона, орієнтовані на розвиток судноплавства і суднобудування, представлені: Херсонським морським портом, річковим портом, ПАТ Херсонський суднобудівний завод, Державним заводом «Паллада», Філією ПАТ «СК «Укррічфлот», Херсонським суднобудівно-судноремонтним заводом ім. Комінтерну «, ВАТ Херсонським судноремонтним заводом ім. Куйбишева, Херсонською державною морською академією, Херсонською філією національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, Державним вищим навчальним закладом «Херсонське морехідне училище рибної промисловості», Свято-Миколаївським морським собором, Херсонським яхт-клубом, пам'ятником першим корабелам і ін.

Виробнича інфраструктура. *Херсонський морський порт* розташований на правому березі Дніпра, в 15 кілометрах від гирла річки і в 95 км від Чорного моря. Навігація в порту триває цілий рік.. Херсонський морпорт приймає судна довжиною до 200 м з осадкою до 7,6 м в прісній воді. У порту переробляються генеральні, навалочні та насипні вантажі. Транспортна інфраструктура Херсона дозволяє доставляти вантажі в порт автомобільним, залізничним, морським і річковим транспортом. На жаль, Херсонський морпорт у 2017 році скоротив вантажообіг в порівнянні з 2016 роком на 10%. Питома вага порту в вантажообігу морських портів України склала 2,5% проти 2,8% в 2016 році. У 2018 році ДП «Адміністрація морських портів України» запланувала провести експлуатаційне днопоглиблення в Херсонському морському порту в обсязі 387 тис. кубометрів.

Херсонський річковий порт. Сьогодні це частина інфраструктури логістичного оператора «Укррічфлот» і великий транспортний вузол, що забезпечує взаємодію річкового, морського, залізничного та автотранспорту. У 1778 році разом з містом Херсон була заснована річкова пристань, яка приймала необхідний для зведення верфі і фортеці вантаж. У 1946 році транспортний вузол, розташований в гирлі Дніпра, набув статусу Херсонського річкового порту. Порт має можливість обробляти судна з осадкою від 7,8 м - до 5 м. Пропускна здатність - 1 800 000 тонн. У перелік послуг Херсонського річкового порту входили: перевалка і зберігання вантажу; транспортно-експедиторське обслуговування, рейдові перевалки вантажу «борт – борт», а також комплексне обслуговування флоту.

Суднобудування. Суднобудування в Херсоні має усталені традиції і саму довгу історію в Україні. З'явилося воно більше 200 років тому, з часу заснування Херсона. Тоді були спущені зі стапелів десятки суден військового призначення для Чорноморського флоту Росії. Пізніше будувалися судна торгового призначення.

ПАТ Херсонський суднобудівний завод (ХСЗ) – суднобудівне підприємство, одне з найбільших на Україні. Засноване в 1951 році. Через кілька років почалося виробництво суховантажних суден. Після розпаду СРСР на заводі почалися важкі часи. Різко скоротилися замовлення, впали обсяги виробництва. Суднобудування знаходилося в глибокій кризі. У цей період завод освоює новий для себе напрям - судноремонт. Це забезпечило: відродження підприємства, контракти на будівництво нових суден і їх модернізацію, виконання програми відродження суднобудування. Сьогодні виробничі потужності підприємства дозволяють будувати різні типи суден, зокрема і затребувані на ринку судна офшорного типу. За роки незалежності України херсонські суднобудівники побудували близько 25 різних суден для судновласників Норвегії, Данії, Росії, ПАР, Китаю, Філіппін і Норвегії, групи компаній SVL (Мальта) і серії самозасмоктуючих якорів для компанії SAIPEM. Нагороди: 1970 рік - завод нагороджений орденом Леніна; 1980 рік - міжнародний приз «Золотий Меркурій»; 1996 рік - міжнародний приз Арки Європи «Золота Зірка».

Державний завод «Паллада», єдине підприємство на території країн колишнього Радянського Союзу яке спеціалізується на виробництві доків, серед яких і композитні. Завод має дуже цікаву історію. Був заснований в 1936 році як «ДОКСтрой», був кілька разів перейменований. Але незалежно від назви Херсонський державний завод «Паллада» - це унікальне підприємство, яке створює сучасні залізобетонні композитні плавучі доки, більшість з яких не мають аналогів в світі. Вони працюють в країнах з різними кліматичними умовами: Кольський півострів, Камчатка, Далекий Схід, Балтійське море, Каспійське море, в Японії, Південній Кореї, В'єтнамі, Нігерії, Алжирі, Єгипті, Туреччині, Хорватії, Болгарії, Мальті, Південній Африці та ін. країнах. У 2017 році Херсонський державний завод «Паллада», що входить до складу Державного концерну «Укроборонпром», спустив на воду новітній композитний автономний плавучий док вантажопідйомністю 7 100 тонн. Після спуску на воду фахівці заводу «Паллада» провели весь цикл випробувань дока, підготувавши його до сертифікації Американським бюро судноплавства.

Філія ПАТ «СК» Укррічфлот «Херсонський суднобудівний-судноремонтний завод ім. Комінтерну. У 1853 році на березі Дніпра механіки брата Вадон побудували невелику механічну майстерню, яка згодом стала суднобудівним і судномеханічним заводом. До 1895 року на ньому було побудовано 35 приватних і казенних суден. Напередодні першої світової війни завод отримав замовлення на виготовлення 3 міноносців. Складні періоди випали на долю підприємства після Жовтневої революції 1917 року, другої світової війни. Херсонська промисловість у ці періоди вельми постраждала, так зокрема, німецькі окупанти відступаючи, прагнули вивезти все цінне обладнання. Робітники заводу імені Комінтерну демонтували 15 найцінніших верстатів, сховали інструментарій. Вже через 20 днів на заводі відновили два цехи. За участь у розробці річкових трамваїв типу «Москвич» конструктор підприємства Василь Федорович Терек був удостоєний звання Лауреата Сталінської премії.

Херсонський судноремонтний завод ім. Куйбишева. У серпні 1930 року Український Чорноморський рибний трест почав у Херсоні будівництво верфі для рибальського флоту (згодом завод ім. Куйбишева). Випускалися парусно-моторні морські судна місткістю в 30 і 40 тонн для рибного лову. Намітилася споруда залізних суден місткістю до 140 тонн, призначених для так званого сейнерного (глибинного) лову за образом Каспійського моря і Мурманська. За часів Радянського Союзу підприємство стало одним з провідних у галузі. Завод спеціалізувався на комплексному ремонті і переобладнанні суден, будівництві доків

та нових суден. Підприємство сертифіковане Регістром Судноплавства України. Відомості про його функціонування в даний час практично відсутні.

Цивільна інфраструктура. *Херсонська державна морська академія.* Історія Херсонської державної морської академії нерозривно пов'язана з історією розвитку міста Херсона як центра кораблебудування. З його розвитком загострювалися питання підготовки національних морських фахівців - штурманів і шкіперів. 20 лютого 1834 р. за клопотанням графа Воронцова та резолюцією імператора Миколи I було відкрито училище торгового мореплавання. Указ був такий: «Мета цього навчального закладу полягає в приготуванні молодих людей, по-перше: в штурмани і шкіпери на приватні купецькі морехідні судна, і, по-друге: будівельники комерційних суден...». Особливістю морського навчального закладу була змішана форма фінансування. Крім вихованців на казенному утриманні, штатом передбачалося навчання ще 10-14-ти осіб за власні кошти і кілька вільних слухачів з числа моряків-практикантів.

Першому в Україні морському закладу випала доля зміцнити й оновити флот, замінити на ньому іноземних шкіперів. З роками формувалися традиції училища, росла його популярність серед молоді. У 1859 році Т.Г. Шевченко із заслання писав братові Варфоломію: «Пишеш, що тебе не було вдома, що ти юнаків возив до Херсону. Добре зробив еси! Та тільки чи прилаштував їх в те училище торгового мореплавання? Якщо прилаштував, то молися Богу і лягай спати. З юнаків люди будуть». На своєму шляху училище неодноразово реорганізовувалося і набувало статусу відповідно до освітньої політики держави. 15 червня 2011 року Урядом прийнято розпорядження «Про створення Херсонської державної морської академії». Серед її випускників: Герої Радянського Союзу і Соціалістичної Праці, адмірала, генерали, письменники, лауреати Державної премії СРСР, вчені, керівники підприємств та відомств. 32 суднам присвоєно імена випускників. Це є найвищим показником авторитету морського навчального закладу. У січні 2011 року отримано Сертифікат і Знак відповідності вимогам міжнародного стандарту ДСТУ ISO 9001: 2009 в реєстрі судноплавства України.

Херсонська філія національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. У 1967 році наказом Міністра суднобудівної промисловості СРСР і Міністра вищої і середньої спеціальної освіти СРСР № 200/437 було засновано Херсонську філію Миколаївського кораблебудівного інституту. Згодом університет отримав статус національного. За час свого існування філія підготувала понад 6 тисяч (6561 станом на 30.06.2018 р) інженерів кораблебудівників, машинобудівників, програмістів, економістів та фахівців зварювання, а також понад 5 тисяч бакалаврів відповідних напрямів підготовки.

Державний вищий навчальний заклад «Херсонське морехідне училище рибної промисловості». Училищу 82 роки. Підставою для його створення став стрімкий розвиток рибної промисловості на території країн СРСР. Училище було створено в якості технікуму рибної промисловості в 1932 році, який згодом був перенесений до Херсону. Цей навчальний заклад відомий не тільки на території України, а й на територіях багатьох інших країнах світу. Значна кількість колишніх вихованців училища займають провідні місця не тільки на підприємствах, але і в міністерствах, наукових організаціях. У 2002 і 2007 роках педагогічні працівники училища отримали нагороду від Кабінету Міністрів України.

Свято-Миколаївський морський собор зведений у 1842 р на кошти нащадка гетьманського роду Дорошенко, колезького асесора Я.Дорошенко. Розташований у так званій Забалці. Перший дерев'яний храм Св. Миколая Чудотворця з'явився тут на поч. ХІХ ст., але швидко занепав, і тоді виникла необхідність будівництва нової церкви. У центрі ринкової площі було зведено новий кам'яний храм в стилі класицизму, зі сферичним куполом і двох'ярусною дзвіницею. До 1904 р. церкву розширили двома бічними прибудовами. У роки Кримської війни в церкві відспівували захисників Севастополя, які померли в херсонських госпіталях. Пізніше в 1918 р церкву вивели з

військового відомства і перетворили в звичайну парафіяльну. У 20-х рр. 20 ст. з церкви були вилучені всі цінності і зняті дзвони «для індустріалізації країни». Місцеві жителі робили все можливе, для того щоб відновити церкву: збирали пожертви, відновлювали іконостас. У 2007 р. Свято-Миколаївському храму було присвоєно статус морського собору. Зараз це діюча церква, в якій проводяться богослужіння. Морський собор є однією з окрас міста.

Херсонський яхт-клуб заснований в 1908 році. Першим головою яхт-клубу було обрано князя Олександра Дмитровича Максудова. У 1913 році було побудовано дуже красиву будівлю яхт-клубу. Будівництво велося завдяки фінансовій допомозі місцевого поміщика П.І.Соколова. В архітектурі будівлі яхт-клубу органічно поєднуються цегляна кладка і ажурні дерев'яні деталі. Широкі виносні карнизи, навіси, альтанки надають будівлі південну легкість і витонченість, а високий цоколь забезпечував захист будівлі від можливих весняних паводків. Після революції 1917 року яхт-клуб не працював, а відновив роботу тільки влітку 1926 року. Після війни 1941-1945 років яхт-клуб реорганізовувався міняв власників, там розміщувався Херсонський завод спортивного інвентарю. З вересня 2009 року по жовтень 2010 року президент Херсонської федерації вітрильного спорту Анатолій Федорович Толчинський у складі екіпажу одеської яхти «Іваноїс» здійснив кругосвітнє плавання, є багато інших активних учасників різних регат. У клубі працює дитяча спортивна секція, де здійснюють підготовку яхтсмени в класах «Оптиміст», «Кадет», «420», «Луч».

Пам'ятник першим корабелам. Пам'ятник першим корабелам - найвідоміший символ Херсона, з 1972 р прикрашає міську набережну. Розташований на місці верфі, де проводилося будівництво перших кораблів Чорноморського флоту. Пам'ятник досягає висоти 15 метрів, виконаний у вигляді трищоглового вітрильника. Проект пам'ятника розроблено скульпторами І.Белокурором, В.Потребенко, В.Шкуропадом, а виконаний архітекторами Ю.Тарасовим і І.Сікало. На бічній стороні нижньої частини постаменту зображені майстри, солдати і офіцери під час будівництва кораблів в кінці 18 ст. З іншого боку - образи сучасних херсонських суднобудівників. Лицьову сторону постаменту прикрашає напис: «Здесь в 1783 г. построен первый 66-пушечный линейный корабль Черноморского флота «Слава Екатерины»». З тильного боку постаменту написано: «...в месте к сему удобном назначивая оное по соображению выгод морских и сухопутных ...построить крепость и соорудить верфь ...место сие повелеваем наименовать Херсоном. /Санкт-Петербург 1778 г./». Сьогодні цей пам'ятник є візитівкою Херсону.

Висновки. Наявність у місті Херсоні такої багатой, виробничой і цивільної інфраструктури, орієнтованої на розвиток судноплавства і суднобудування, дозволяє йому стати флагманом України з її збереження і розвитку, дає можливість реалізувати унікальний шанс стати своєрідним полігоном, де розумна економічна політика зможе успішно поєднувати регіональні, державні і міжнародні інтереси, забезпечувати прогрес у соціально-економічному житті. Отже, мова йде про вибір правильного стратегічного курсу розвитку щодо залучення інвестицій та впровадження нових форм здійснення господарської діяльності. Наявність у нашому місті ряду прекрасних навчальних закладів може забезпечити швидко можливість їх впровадження. Важливим елементом цього процесу виступає його інвестиційне забезпечення - знаходження і раціональне використання значних фінансових коштів. Залучення приватних, державних або змішаних інвестицій з їх певними резервами, які можуть компенсувати підвищений ризик, забезпечують вихід на якісно вищий рівень господарювання. До того ж, як показав досвід багатьох країн з нестійкою економікою, перехід до інноваційної моделі функціонування національної економіки можливий лише за умови сприйняття нею інновацій. Така модель не буде життєздатною без реформування економічного середовища в цілому на основі докорінної перебудови господарського механізму. Державно-приватне партнерство (ДПП) - одна з найбільш популярних в світі форм співпраці між державою та бізнесом. Досить згадати проект ДПП з розвитку лондонського метрополітену, який дозволив залучити

десятки мільярдів фунтів в модернізацію лондонського метро і приніс прибуток інвесторам - учасникам проекту. Приклад Великобританії в контексті ДПП дуже показовий. Саме ця країна є одним зі світових лідерів по реалізації проектів ДПП. На сьогоднішній день тільки в сфері охорони здоров'я тут реалізують понад 130 проектів ДПП. Для Херсона, як і для всієї України, ДПП - один з найбільш перспективних способів залучення інвестицій в існуючу державну і комунальну інфраструктуру. Це дозволило б Херсону зберегти унікальну за своєю суттю виробничу і цивільну інфраструктуру, орієнтовану на розвиток судноплавства і суднобудування. Зокрема, можуть представляти інтерес і такі форми інновацій як випуск продукції побутового ширвжитку на підприємствах суднобудування, з метою отримання швидкого прибутку який необхідно використовувати для збереження високотехнологічного суднобудівного виробництва, розвиток малого суднобудування, орієнтованого на розвиток виробничої і туристичної діяльності, випуск доків, спеціалізованих на різні виробничі і житлові потреби і багато іншого. Особливу увагу слід приділити розвитку різноманітних форм туризму. Вельми ефективною формою інноваційної діяльності, на мій погляд, є створення кластерів за участю навчальних закладів Херсона. Слід зазначити що Херсонська державна морська академія є прикладом, початку такої діяльності. Необхідно також широке залучення громадських організацій до вищевказаної діяльності. Особливо студентських спільнот. Такі заходи могли б допомогти отримати Херсону статус бази для впровадження пілотних проектів і забезпечити не тільки економічні вигоди, але і реалізацію його історичної місії - бути форпостом судноплавства і суднобудування на півдні України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Херсонский судостроительный завод. Очерки истории. Симферополь. Издательство Таврия. 1993 – 290 с.
- 2 Херсонская крепость. Симферополь. Издательство Таврия. 1994 – 14 с.
- 3 Мой город – Херсон; URL: <http://mycity.kherson.ua/istoriya.html>. Дата звернення 10.10.2018.
- 4 Art КАВУН; URL: http://artkavun.kherson.ua/osnovanie_hersona.htm. Дата звернення 10.10.2018.
- 5 ХЕРСОНСКИЙ МОРСКОЙ ТОРГОВЫЙ ПОРТ; URL:<https://seaport.kherson.ua/>. Дата звернення 12.10.2018.
- 6 Херсон Інфо; URL: <http://www.kherson.info/history>. Дата звернення 12.10.2018.
- 7 ХЕРСОН. ГРОМАДА. ІНІЦІАТИВА; URL:<http://www.hgi.org.ua/?ch=kh3>. Дата звернення 13.10.2018
- 7 Міста і області України; URL: <http://ukrainian.su/kherson/kherson-v-sovetskiy-period.html>. Дата звернення 14.10.2018.
- 8 SMG Smart Maritime Group; URL: <http://smart-maritime.com/ru/>. Дата звернення 14.10.2018.
- 9 Паллада Херсонський Державний Завод; URL: <http://www.pallada-doc.com/>. Дата звернення 15.10.2018.
- 10 Сведения о члене ТПП Украины; URL: <http://www2.ucci.org.ua/synopsis/members/synopscm.cgi?CGIQUERY=13&lng=2&selc=13976>. Дата звернення 15.10.2018.
- 11 POSUK; URL: <http://www.poshuk.com/00461126/>. Дата звернення 16.10.2018.
- 12 ХЕРСОНСЬКА ДЕРЖАВНА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ; URL: <http://kma.ks.ua/ua/>. Дата звернення 16.10.2018.
- 13 Херсонська філія національного університету суднобудування ім.адмірала Макарова; URL: <http://kb.nuos.edu.ua/History-ru.html>. Дата звернення 17.10.2018.
- 14 Державний вищий навчальний заклад «Херсонське морехідне училище рибної промисловості» URL: <http://fishers.com.ua/> Дата звернення 17.10.2018.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

- Akinkunmi Ajiboye
Ojedapo, 192
Al Mardzhani Al Hussein
Salih Khalil, 20
- Dadonov V., 61
Degeltsev M., 64
- Kaliberda V., 87
Kolokolov E., 61
Kovalenko M., 245
- Litusenko S., 119
- Popkov P., 142
- Shikolenko O., 119
Shmat A., 245
- Terentyev V., 240
- Zakharyan R., 213
- Абрамов Д.О., 189
Авраменко А.М., 5
Аврамов О.С., 11
Агібалов Р.С., 14
Азаматов Р. Р., 16
Андрющенко М.С., 194
Арешкин В. Р., 23
- Байденко М.Н., 138
Балабан І. В., 158
Балюк В.А., 28
Бацак Б. В., 30
Белошкурский А.А., 35
Белянський В. Д., 227
Беседин К. С., 38
Белецький І. В., 41
Білецький С. В., 30
Бондар І.Ю., 43
Бондарчук А.К., 45
Бондарчук А.К., 45
Бруд А.С., 48
Будко В. П., 51
- Буряк Д. М., 197
Бухтияров В. П., 155
- Васильєв Д.Е., 57
- Гапон И.Н., 43
Григор'єв Д. О., 89
- Данілова Т. О., 201
Дельгас Д.О., 5
Дереза В. В., 66
Діденко Д. Д., 71
Дученко А. Э., 75
- Євтодій М. С., 16
- Жуковський А. В., 78
- Заноздра І.І., 206
Затуливітер К. С., 210
- Іванов А. В., 82
- Ковальчук В. В., 217
Ковза Ю. В., 89
Козловський
М.І., 91
Койчева О. Д., 206
Коровка Є.В., 98
Косогор О. О., 220
Кузнецов М. В., 41
Курпас Д. Г., 101
Кучер В. О., 103
Кушнір С. І., 110
- Левченко В.В., 112
Лепьохін К. С., 114
Лимарєв В. А., 30
Лісовець В. Е., 160
- Маєвський О.О., 223
Маркін І. М., 110
Марченко К. М., 163
Масько С. А., 122
Моїсєєв О. М., 220
- Нарожний І. О., 126
Недбай К. В., 160
Николенко Д. В., 197
Новак В. Д., 220
Новикова К.А., 28
Носко А. С., 227
- Павлов К.Е., 129
Павлюченко Д. Г., 132
Палій С. А., 122
Панасенко А.М., 14
Петков О. О., 101
Питель А.С., 138
Пітель А. С., 229
Подоляк С.В., 126
Пожар Д.Н., 35
- Радкевич Е. А., 23
Романенко Р. М., 144
Руденко Д. О., 147
- Самохвалов И.Е., 149
Сахно В. О., 23
Селиванов А.Л., 153
Синькевич В. А., 155
Скрипченко О. С., 158
Спиридонов В. В., 83
Столяр В. В., 233
- Таран Е. А., 144
Тарасов Ю. О., 236
Терлецький В. О., 160
Тітевський І. В., 89
Тонконог О. М., 163
Торопа А.А.,
91
Труба С.М., 165
- Ферапонтов А.С., 14
Філат В. В., 217
Філіпшук О.М., 169
Фостик П.П., 247
- Цвигуненко С. Н., 173

Чебаненко И. И., 177	Шипієв Маіс Х Ананга
Чеботаєв Є. Г., 210	огли, 158
Челарский Е. Б., 180	
Червоняк О. О., 182	Яцимирський Д.О., 189
Чередниченко М.С., 186	
Чернов М. В., 217	
Черноштан С. В., 210	
Чикунов Е. А., 66	

ЗМІСТ

ВСТУПНЕ СЛОВО	3
СУДНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ	
ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНО- ДВИЖИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ СУДОВ-ЭЛЕКТРОХОДОВ <i>Авраменко А.М., Дельгас Д.О.</i>	5
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ БАЛАСТНИМИ НАСОСАМИ КОНТЕЙНЕРОВОЗА SMG SMA HERODOTE <i>Аврамов О.С.</i>	11
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНИХ ТИПІВ ДИЗЕЛІВ НА МОРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СУДНАХ <i>Агібалов Р.С., Панасенко А.М., Ферапонтов А.С.</i>	14
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ВЯЗКОСТІ ВАЖКОГО ПАЛИВА <i>Азаматов Р. Р., Євтодій М. С</i>	16
INCREASING THE DIAGNOSTICS EFFICIENCY OF THE FUEL SUPPLY SYSTEM OF MARINE ENGINES <i>Al Mardzhani Al Hussein Salih Khalil</i>	20
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АСИНХРОННОГО ПРИВОДА ПРИ ПИТАНИИ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ <i>Арешкин В. Р., Радкевич Е. А., Сахно В. О.</i>	23
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОГО ОПРЕСНИТЕЛЯ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ С ВНЕДРЕНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА - ВЕТРОГЕНЕРАТОРА <i>Балюк В.А., Новикова К.А.</i>	28
РЕГУЛЯТОРИ ПІДІДЗ В СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ СУДНОВИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ УСТАНОВКАМИ <i>Бацак Б. В., Білецький С. В., Лимарев В. А.</i>	30
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ СУДОВЫХ ВАЛОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК <i>Белошкурский А.А., Пожар Д.Н.</i>	35
РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ В ЗАДАННЫХ ГРАНИЦАХ <i>Беседин К. С.</i>	38
АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДЕН <i>Білецький І. В., Кузнецов М. В.</i>	41

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ГРЕБНОЮ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ	43
<i>Бондар И.Ю., Гапон И.Н.</i>	
ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО СУДОВОГО ТОПЛИВА ИЗ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ	45
<i>Бондарчук А.К., Бондарчук А.К.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНОЇ СИСТЕМИ ТАНКЕРА	48
<i>Бруд А.С.</i>	
КОРЕГУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ РЕМОНТУ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ МАЛООБЕРТОВИХ ДВИГУНІВ ФІРМИ MAN B&W ЗА ПОКАЗНИКАМИ БЕЗВІДМОВНОСТІ	51
<i>Будко В. П.</i>	
ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ СХЕМ СУДНОВИХ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ	57
<i>Васильєв Д.Е., Бальоха О.М.</i>	
DESIGNS' COMPARISON OF FUEL SUPPLY SYSTEMS TO THE CYLINDER ON MARINE DIESEL ENGINES MAN B&W OF DIFFERENT GENERATIONS	61
<i>Dadonov V., Kolokolov E.</i>	
SIMPSON'S FIRST RULE AND ITS APPLICATION IN SHIP STABILITY	64
<i>Degeltsev M.</i>	
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ	66
<i>Дереза В. В., Чикунов Е. А.</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ ДЕТОНАЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТЯ	71
<i>Діденко Д. Д.</i>	
ЧАСТОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ КОМПРЕССОРА ПУСКОВОГО ВОЗДУХА	75
<i>Дученко А. Э.</i>	
СУЧАСНІ МЕТОДИ РІЗАННЯ В СУДНОБУДУВАННІ	78
<i>Жуковський А. В.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	83
<i>Иванов А. В., Спиридонов В. В.</i>	
GENERATOR IS A MAIN SOURCE OF ELECTRICAL POWER ON BOARD	87
<i>Kaliberda V.</i>	

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПРЕСОРНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ СУДНОВИХ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК	89
<i>Ковза Ю. В., Григор'єв Д. О., Тітєвський І. В.</i>	
АНАЛІЗ РОБОТИ БЕЗКОНТАКТНИХ СИНХРОННИХ МАШИН В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ПРИВОДУ	91
<i>Козловський М.І., Торопа А.А.</i>	
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК НА СУДНАХ-ВІТРОХОДАХ	98
<i>Коровка Є.В.</i>	
АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ТЕПЛОТИ СУДНОВОЇ ПАРОКОМПРЕСОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ	101
<i>Курнас Д. Г., Петков О. О.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГОЛОВНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ БАЛКЕРУ КЛАСУ PANAMAХ В УМОВАХ ТРОПІЧНОГО КЛІМАТУ	103
<i>Кучер В. О.</i>	
ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЗРІДЖЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ЯКОСТІ ПАЛИВА НА ВАНТАЖНИХ СУДНАХ	110
<i>Кушнір С. І., Маркін І. М.</i>	
СИСТЕМА КЕРУВАННЯ СТІЙКІСТЮ СУДНА	112
<i>Левченко В.В.</i>	
ОПОЗИТНИЙ ПОРШНЕВИЙ ДВИГУН	114
<i>Лєп'охін К. С.</i>	
ADVANTAGES OF SCRUBBERS' INSTALLATION ON SHIPS OF THE MERCHANT FLEET	119
<i>Litusenko S., Shikolenko O.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВ НА СУДНАХ	122
<i>Масько С. А., Палій С. А.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КОЛИВАЛЬНОГО ВІТРОГЕНЕРАТОРА ЯК АВАРІЙНОГО ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ	126
<i>Нарожний І. О., Подоляк С.В.</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В СУДОВОЖДЕНИИ	129
<i>Павлов К.Е.</i>	
ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ В НАПРЯМКУ СТВОРЕННЯ АДІАБАТНОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	132
<i>Павлюченко Д. Г.</i>	

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ИЗОЛЯЦИИ <i>Питель А.С., Байденко М.Н.</i>	138
WAYS TO REDUCE THE USE OF POWER ON SHIPS <i>Рорков Р.</i>	142
ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ДВИГУНАХ MAN, КЛАСУ ME <i>Романенко Р. М., Таран Е. А.</i>	144
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ПРІСНОЇ ВОДИ СУДНОВОЮ СИСТЕМОЮ КОМФОРТНОГО КОНДИЦІОНУВАННЯ <i>Руденко Д. О.</i>	147
ГІДРОРЕАКТИВНИЙ СУДОВИЙ ДВИГУН <i>Самохвалов И.Е.</i>	149
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО СУДНА <i>Селиванов А.Л.</i>	153
РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ <i>Синькевич В. А., Бухтияров В. П.</i>	155
АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ НА БАЛКЕРАХ І ТАНКЕРАХ <i>Скрипченко О. С., Шипієв Маіс Х Ананга огли, Балабан І. В.</i>	158
ДИНАМІЧНІ ВТРАТИ IGBT ТРАНЗИСТОРІВ У ВИХІДНИХ МОДУЛЯХ СУДНОВИХ ЧАСТОТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ <i>Терлецький В. О., Недбай К. В., Лісовець В. Е.</i>	160
АНАЛІЗ СИСТЕМ ВІДТАЮВАННЯ ПОВІТРООХОЛОДЖУВАЧІВ СУДНОВИХ ТРЮМІВ <i>Тонконог О. М., Марченко К. М.</i>	163
ГІДРОРЕАКТИВНИЙ СУДНОВИЙ ДВИГУН <i>Труба С.М.</i>	165
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТРИФАЗНОГО АКТИВНОГО ВИПРЯМЛЯЧА НАПРУГИ НА ЯКІСТЬ НАПРУГИ СЕЕС <i>Філіпчук О.М.</i>	169
СОВРЕМЕННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ <i>Цвигуненко С. Н.</i>	173
ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДА ЦИЛИНДРОВОГО МАСЛА ДИЗЕЛЯ MAN 6S70MC <i>Чебаненко И. И.</i>	177

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ	180
<i>Челарский Е. Б.</i>	
ВПРОВАДЖЕННЯ 3D ТЕХНОЛОГІЙ У МАШИНОБУДУВАННІ	182
<i>Червоняк О. О.</i>	
РОЗРОБКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ПРОПУЛЬСИВНОГО КОМПЛЕКСУ З ГЕНІРАТОРНОЮ УСТАНОВКОЮ НА ТАНКЕРІ «BERING SEA»	186
<i>Чередниченко М.С.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК	189
<i>Яцимирський Д.О., Абрамов Д.О.</i>	
КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	
CAREER AWARENESS TRAINING OF FUTURE SEAFARERS	192
<i>Akinkunmi Ajiboye Ojedapo</i>	
КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД У ЕФЕКТИВНОМУ ПРОВЕДЕННІ ТРИВОГ ТА ТРЕНУВАНЬ НА СУДНІ	194
<i>Андрющенко М.С.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ СУДНОВОДІВ	197
<i>Буряк Д. М., Николенко Д. В.</i>	
ІНКЛЮЗИВНА ОСВІТА. ОСНОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НА ПРАКТИЦІ	201
<i>Данілова Т. О.</i>	
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ НАВЧАННЯ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	206
<i>Заноздра І.І., Койчева О. Д.</i>	
ІНТЕГРАЦІЯ МОРСЬКОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ У СВІТОВИЙ МОРСЬКИЙ ОСВІТНІЙ ПРОСТІР	210
<i>Затулівітер К. С., Чеботаєв Є. Г., Черноштан С. В.</i>	
THE METHODS OF HAZARD STUDIES AS THE KEY WAYS FOR FURTHER SPECIALISTS' PROFESSIONAL COMPETENCY DEVELOPMENT	213
<i>Zakharayan R.</i>	
ПРОБЛЕМА ПІДГОТОВКИ МОРСЬКИХ ФАХІВЦІВ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ КОМПЕТЕНТІСНОГО ПІДХОДУ В УКРАЇНІ	217
<i>Ковальчук В. В., Філат В. В., Чернов М. В.</i>	

АНАЛІЗ ЗАСАД ВИКОРИСТАННЯ MLS MOODLE ЯК ІНСТРУМЕНТАРІЮ РЕАЛІЗАЦІЇ АДАПТИВНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ	220
<i>Косогор О. О., Моїсєєв О. М., Новак В. Д.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В ЗМІШАНОМУ ЕКІПАЖІ	223
<i>Маєвський О.О.</i>	
ПІДГОТОВКА ОФЦЕРІВ ДЛЯ ПРАЦІ В ЗМІШАНИХ ЕКІПАЖАХ	227
<i>Носко А. С., Белянський В. Д.</i>	
РОЗВИТОК ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ, ЯК СПОСІБ ПІДГОТОВКИ КОМПЕТЕНТНИХ ФАХІВЦІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКІВ У КОЛЕДЖІ	229
<i>Пітель А. С.</i>	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ	233
<i>Столяр В. В.</i>	
СУЧАСНА ПІДГОТОВКА УКРАЇНСЬКИХ МОРЯКІВ В УМОВАХ КОНКУРЕНЦІЇ НА СВІТОВОМУ РИНКУ ПРАЦІ	236
<i>Тарасов Ю. О.</i>	
THE ROLE OF EFFECTIVE COMMUNICATION IN INCREASING SAFETY ABOARD	240
<i>Terentyev V.</i>	
WAYS OF CREATING CADETS' PERSONAL SAFE AND STRESS FREE ENVIRONMENT DURING THE FIRST SHIPBOARD PRACTICE	245
<i>Shmat A., Kovalenko M.</i>	
ОБ'ЄКТИ ПРОМИСЛОВОЇ І ЦИВІЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА ХЕРСОНА, ОРІЄНТОВАНІ НА РОЗВИТОК СУДНОПЛАВСТВА І СУДНОБУДУВАННЯ, ІСТОРІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	247
<i>Фостик П.П.</i>	
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК	252

Херсонська державна морська академія

**МАТЕРІАЛИ VIII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА БЕЗПЕКА
МОРЕПЛАВСТВА»**

ТОМ 2

Відповідальний за випуск *Врублевський Р. Є.*
Друк, фальцювальні-палітурні роботи *Удов В. Г.*
Комп'ютерна верстка *Клементьєва О. Ю.*

Підписано до друку 16.11.2018. Формат 84×108/32.
Папір офсетний. Друк цифровий.
Ум. друк. арк. 16,25. Наклад 150 прим.

Видавець і виготовлювач ХДМА
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 4319 від 10.05.2012
73000, м. Херсон, просп. Ушакова, 20