

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова**

Буй Ань Тхи

УДК621.436. 12.001.2

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ УСТАНОВОК ПРИ РОБОТІ НА
ПАЛИВАХ ШИРОКОГО ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ**

спеціальність 05.08.05 - "Суднові енергетичні установки"

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Миколаїв – 2007

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Економічна ефективність транспортного флоту суттєво залежить від паливної складової від експлуатаційних витрат суднових енергетичних установок (СЕУ). В сучасних умовах постійне зростання цін на нафту та нафтові палива призводить до значного підвищення вартості морських перевезень. Не зважаючи на це, існують шляхи зниження паливної складової експлуатаційних витрат СЕУ, які полягають у використанні нафтових палив широкого фракційного складу.

В умовах країн Південно-Східної Азії та, наприклад, у В'єтнамі існує достатня база сировини для виробництва палив широкого фракційного складу на нафтових та газоконденсатних родовищах "Білий тигр", "Дракон" та інших родовищах, які розташовані на континентальному шельфі півдня В'єтнаму, в районі Тонкинської затоки.

Вартість таких палив є суттєво нижчою, ніж вартість стандартних палив нафтового походження. Відповідно до "Правил Регістра судноплавства України", які введені у дію на території України з 01.09.2001 г., дозволяється використання палив широкого фракційного складу у якості енергоносіїв для суднових дизельних двигунів. Однак до теперішнього часу в літературі не вдалося знайти даних, які б дозволили негайно приступити до використання таких палив у СЕУ. Проведені раніш дослідження були спрямовані виключно на вивчення робочого процесу у ДВЗ при використанні паливних сумішей (дизельне паливо + бензин, дизельне паливо + керосин тощо) та не вирішували проблему застосування палив широкого фракційного складу, які мають іншу колоїдну структуру і, відповідно, фізико-хімічні властивості, які у значній мірі визначають характер робочого процесу. Розв'язанню цієї науково-прикладної задачі присвячена ця дисертаційна робота.

Основною умовою використання цих палив є забезпечення надійної та довготривалої, економічної, екологічно безпечної роботи дизельних двигунів у складі СЕУ при використанні зазначених палив.

Адаптація дизельних енергетичних установок з метою можливості використання палив широкого фракційного складу є конче актуальним завданням для суднобудівної галузі В'єтнаму, оскільки світовий транспортний та технологічний флот має тенденцію сталого розвитку та, відповідно, споживання палива. Так, наприклад, у 2006 році збільшення тоннажу світового транспортного і технологічного флоту склало 3,9%.

Сучасні суднові дизельні двигуни мають оптимально організовані робочі процеси, які відбуваються всередині циліндру та забезпечують високі показники економічності. Використання палив широкого фракційного складу без відповідних організаційно-технічних заходів, які базуються на теоретичних та експериментальних дослідженнях робочих процесів, може викликати порушення у роботі суднових ДВЗ, зниженню надійності та ресурсу, паливної економічності, підвищенню токсичності випускних газів. В такій постановці дослідження, спрямовані на вивчення та удосконалення робочого процесу суднових ДВЗ при експлуатації на паливах широкого фракційного складу є винятково актуальними. В даній роботі такі дослідження виконані на основі математичного і фізичного моделювання робочих процесів з урахування особливостей згоряння палив широкого фракційного складу у циліндрах суднового ДВЗ.

Отримані результати дозволяють достатньо надійно визначити вхідні дані, які необхідні для оперативного керування робочим процесом суднового ДВЗ при його роботі на паливах широкого фракційного складу і, таким чином, забезпечити ефективну та надійну роботу СЕУ.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дисертаційна робота виконана у відповідності до тематичного плану фундаментальних науково-дослідних робіт Міністерства науки і освіти України №1241 - "Дослідження процесів у стаціонарному та транспортному енергетичному обладнанні, у якому використовуються альтернативні робочі тіла та енергоносії", реєстраційний №0197U012951, а також у рамках наступних науково-дослідних госпдоговірних робіт №1511 — "Визначення схемних рішень перспективних систем енергопостачання на основі турбопоршневих енергоагрегатів з використанням конвенційних та альтернативних палив", реєстраційний №0104U003291; №1513 - "Дослідження ефективності технічних рішень, які забезпечують роботу ГТД на сирій нафті в умовах арктичної добуваючої платформи, реєстраційний №0104U003292; №1521 - "Створення наукових основ проектування енергетичних установок спеціалізованих суден та комплексів", реєстраційний №0104U003093; №1540 - "Оптимізація параметрів системи автономного енергопостачання на основі газотурбінних двигунів, які використовують альтернативні палива", реєстраційний №0104U008262; №1560 - "Експериментальне дослідження показників турбопоршневих двигунів систем автономного енергопостачання при роботі на альтернативних паливах", реєстраційний №0104U008262.

Мета і задачі дослідження. Метою цієї дисертаційної роботи є підвищення паливної економічності суднових дизельних енергетичних установок шляхом використання нафтових палив широкого фракційного складу.

Задачі дослідження:

- теоретично та експериментально визначити особливості робочого процесу у судновому ДВЗ при його експлуатації на нафтових паливах широкого фракційного складу,

- експериментально уточнити емпіричні залежності, які характеризують робочий процес у судновому ДВЗ при його експлуатації на нафтових паливах широкого фракційного складу, які необхідні для формування адекватної математичної моделі; розробити математичну модель робочого процесу у судновому ДВЗ, яка дозволяє адекватно відображати дійсний характер цього процесу при експлуатації двигуна на нафтових паливах широкого фракційного складу;

- експериментально перевірити та довести адекватність розробленої математичної моделі;

- визначити раціональні граничні технохімічні характеристики палив широкого фракційного складу, при яких досягається економічна, надійна та довготривала робота суднового ДВЗ;

- визначити параметри налагодження паливної апаратури суднового ДВЗ, які забезпечують його ефективну роботу на нафтових паливах широкого фракційного складу;

- розробити та запровадити у практику рекомендації щодо ефективної експлуатації дизельних СЕУ на нафтових паливах широкого фракційного складу.

У якості об'єкту дослідження у дисертаційній роботі розглянутий робочий процес у судновому турбопоршньовому двигуні внутрішнього згоряння при його експлуатації на нафтових паливах широкого фракційного складу.

У якості предмета дослідження у роботі розглянуті показники робочого процесу у циліндрі суднового ДВЗ та характеристики налагодження паливної апаратури, які забезпечують ефективне використання нафтових паливах широкого фракційного складу.

Методи і методики дослідження. У дисертаційній роботі використані відомі методи фізичного та математичного моделювання на підставі фундаментальних рівнянь газової динаміки та термодинаміки. Розроблені математичні моделі побудовані з використанням системного підходу на основі перевірених методик, з зі застосуванням початкових та граничних умов, які забезпечують надійність та імовірність результатів. Теоретичні дослідження процесів, які відбуваються у циліндрі суднового ДВЗ при використанні палива широкого фракційного складу, здійснювалось зі застосуванням об'єктивних критеріїв порівняльної ефективності впливу діючих у робочому циліндрі двигуна. Експериментальні дослідження проводилися із застосуванням найбільш перевіреного й інформативного методу індиціювання робочого процесу з використанням сучасної цифрової вимірювальної апаратури зі застосуванням комп'ютерної системи збору та обробки інформації.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукове положення, сформульоване по результатах проведених досліджень, полягає у наступному: раціональна організація робочого процесу у суднових ДВЗ та налагодження паливної апаратури дозволяють ефективно використовувати палива широкого фракційного складу. Термодинамічна та експлуатаційна ефективність дизельних СЕУ при використанні палив широкого фракційного складу, становить, у всякому разі, на рівні базового варіанта при застосуванні традиційних палив.

Використання палив широкого фракційного складу дозволяє зменшити долю паливної складової у експлуатаційних витратах та, відповідно, вартість 1 тонно-мили морських перевезень приблизно на 12...28 % при кон'юктурі та цінах на початок 2007 р.

Це наукове положення підтверджується новими результатами, які отримані уперше:

- встановлено, що використання у судновому ДВЗ палива широкого фракційного складу зі збільшенням вмістом легких фракцій та зниженням вмістом важких фракцій призводить до збільшення максимального тиску у циліндрі на 4...7 % на режимі повної потужності та на 1...3 % на часткових режимах;

- встановлено, що в випадку використання палива широкого фракційного складу на малих навантаженнях кут затримки запалення збільшується на 2...3 град, п.к.в, а на режимах близьких до номінального - зменшується на 4...5 град, п.к.в;

- встановлено, що жорсткість робочого процесу при використанні палива широкого фракційного складу на режимі повної потужності збільшується 2...4 %, а на режимах часткової потужності - практично остається незмінною;

- доказано, що використання палив широкого фракційного складу у суднових ДВЗ може бути здійснено без змін у конструкції двигуна та його систем, а тільки при корегуванні настройки паливної апаратури в межах заводських регулювань.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що на практиці встановлена технічна можливість експлуатації дизельних СЕУ на паливах широкого фракційного складу. Встановлені раціональні межі зміни технохімічних властивостей палив широкого фракційного, при котрих забезпечується ефективна, надійна та довготривала робота ДВЗ. Розроблені практичні рекомендації щодо використання палив широкого фракційного у дизельних СЕУ, які дозволяють використовувати ці палива, як для перспективних суднових ДВЗ, так й для тих, що знаходяться у експлуатації. Результати дослідження дозволили визначити раціональні діапазони змін параметрів робочого циклу суднового турбопоршньового ДВЗ при експлуатації на паливах широкого фракційного складу. Використання палив широкого фракційного складу у судновій енергетиці дозволить знизити паливну складову експлуатаційних витрат приблизно на 19... 34 % та, відповідно, вартість 1-ой тонно-мили морських вантажних перевезень. Розроблена та реалізована математична модель робочого процесу з урахуванням технохімічних властивостей палив широкого фракційного складу дозволяє виконувати практичні розрахунки показників суднового ДВЗ в умовах експлуатації та корегувати настройки паливної апаратури з метою забезпечення ефективної роботи двигуна, визначати показники перспективних зразків суднових ДВЗ, розробляти рекомендації для їх проектування.

Крім того, результати дослідження можуть бути поширені на ДВЗ іншого призначення, наприклад, стаціонарні, автотранспортні та спеціального призначення, що, безумовно, підвищує практичну цінність роботи.

Результати дисертаційної роботи передані і використовуються у наступних організаціях: БАТ "Чорноморсуднопроект" (м. Миколаїв), БАТ "Мотор Січ" (м. Запоріжжя), В'єтнамському морському університеті "VIMARU", науково-дослідному кораблебудівному інституті В'єтнаму "SHIPCITECH", а також навчальному процесі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв). Впровадження результатів роботи у цих організаціях підтверджується відповідними актами.

Особистий внесок здобувача полягає у аналізі задач, пов'язаних з ефективним використанням палив широкого фракційного складу та, особисто, організації раціонального робочого процесу у циліндрі суднового ДВЗ з урахуванням технохімічних властивостей цих палив, настройки паливної апаратури та низки режимних факторів.

Розроблена особисто здобувачем математична модель, дозволяє враховувати вплив кутів упередження впорскування, характеристик впорскування, циклової дози палива, коефіцієнта надлишку повітря, маси повітряного заряду, масових витрат та температур повітря та випускних газів на показники робочого процесу судового ДВЗ при використанні палив широкого фракційного складу, визначені завдання моделювання та основні параметри математичної моделі. Особисто здобувачем модернізована експериментальна установка на базі судового дизель-генератора ДГР100М/1500 (двигун К-164 6ЧН12/14), на якій проведені дослідження, пов'язані з визначенням характеристик робочого процесу при використанні палив широкого фракційного складу та виконана перевірка адекватності математичної моделі. На підставі досліджень здобувачем особисто розроблені рекомендації щодо використання палив широкого фракційного складу у судових ДВЗ.

Апробація результатів дисертації. Основні положення цієї роботи докладалися та обговорювалися на науково-практичних семінарах кафедри ДВЗ та науково-технічних радах по судовій енергетиці Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова в термін 2003-2007 рр., Міжнародних Конгресах двигунобудівників, на протязі 2004-2006 рр., технічних нарадах ведучих спеціалістів ВАТ "Черноморсуднопроект" та ВАТ "Мотор-Січ" у 2007 рр., де отримали позитивну оцінку наукової спільноти.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 4 друкованих роботи, у тому разі 1 - без співавторів. Ці роботи у достатньо повній мірі відображають зміст дисертації та її основні результати.

Структура й обсяг дисертації. Робота складається з вступу та п'яти розділів, які викладені на 152 аркушах, переліку літературних джерел з 94 найменувань, 7 додатків. Робота ілюстрована 42 малюнками та містить 8 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розкривається стан проблеми, обґрунтовується актуальність теми дисертаційної роботи, встановлений зв'язок роботи з науковими програмами, сформульована мета та задачі дослідження, визначені об'єкт та предмет дослідження, методи і методики, які використовувалися при проведенні дослідження, відбиті наукова новизна та практична цінність роботи, впровадження результатів дослідження, виділений особистий внесок здобувача, подано перелік основних результатів, що виносяться на захист.

У першому розділі розглянуті стан та основні шляхи вирішення науково-прикладної задачі використання палив широкого фракційного складу (ПШФС) в судових дизельних енергетичних установках, як більш дешевого енергоносія, та підходи до організації робочого процесу в турбопоршневих двигунах, які використовують ці палива. Показано, що ця науково-прикладна задача не є вирішеною до теперішнього часу та її розв'язання дозволить отримати суттєвий економічний ефект, який базується на зменшенні паливної складової у експлуатаційних витратах СЕУ. Встановлено, що для судових дизельних енергетичних установок танкерів, суден FPSO (Floating Production Storage and Offloading), нафтовидобуваючих платформ та інших суден, які мають на борту сиру нафту, перспективним вбачається використання ПШФС нафтового походження. Основними задачами які ставляться при конвертації дизельних двигунів на ПШФС є збереження конструкції базового дизельного двигуна, його паливної апаратури та забезпечення характеристик робочого процесу близьких до тих, що мають місце при використанні стандартного дизельного палива.

Наведені приклади та аналіз стану використання деяких ПШФС у СЕУ деяких іноземних суден (танкера, суден FPSO та нафтовидобуваючої платформи), на яких були зроблені намагання використання ПШФС. Показано, що у вітчизняній та іноземній науковій літературі відсутні надійні та вірогідні данні про робочі процеси, які відбуваються у циліндрі ДВЗ при використанні ПШФС.

На підставі проведеного аналізу виділені основні шляхи вирішення поставленої науково-прикладної задачі та сформульована мета дослідження - підвищення паливної економічності судових дизельних енергетичних установок шляхом використання нафтових палив широкого фракційного складу - та визначені основні завдання цього дослідження:

- теоретично та експериментально визначити особливості робочого процесу у судовому ДВЗ при експлуатації його на нафтових паливах широкого фракційного складу;

- уточнити емпіричні залежності, які характеризують робочий процес у судовому ДВЗ при його експлуатації на нафтових паливах широкого фракційного складу, які є необхідними для формування адекватної математичної моделі;

- розробити математичну модель робочого процесу у судовому ДВЗ, яка дозволяє адекватно відображати дійсний характер цього процесу при експлуатації двигуна на паливах широкого фракційного складу;

- експериментально перевірити та доказати адекватність розробленої математичної моделі;

- визначити раціональні граничні технохімічні характеристики палив широкого фракційного складу, при яких здійснюється економічна, надійна та довготривала робота судового ДВЗ;

- встановити параметри настройки паливної апаратури судового ДВЗ, які забезпечують ефективну його роботу на поливах широкого фракційного складу;

- розробити та впровадити у практику рекомендації щодо забезпечення ефективної експлуатації дизельних СЕУ на паливах широкого фракційного складу.

У другому розділі викладені основні методи та методики досліджень. Основні положення дисертації досліджені методами фізичного та математичного моделювання. Дослідження робочих процесів, що відбуваються у дизельному двигуні при використанні ПШФС, здійснювалось з використанням об'єктивних критеріїв порівняльної ефективності впливу чинників, діючих у робочому циліндрі і двигуні в цілому. Розроблена математична модель побудована з використанням системного

підходу на основі фундаментальних рівнянь термодинаміки з урахуванням впливу технохімічних характеристик ПШФС і перевірених методик.

Експериментальне дослідження проводилось із застосуванням найбільш перевіреного й інформативного методу зняття індикаторних діаграм натурального суднового дизельного двигуна з урахуванням теплового балансу. Для вимірювання та реєстрації параметрів ДВЗ при експериментальних дослідженнях була використана сучасна сертифікована та атестована апаратура. При експериментальних дослідженнях робочих процесів використовувалась стандартні методи та методики згідно до ГОСТ 2.106-68, ГОСТ 10448-80, ГОСТ 26964-86 і "Методика определения удельного расхода топлива серийных образцов дизелей и дизель-генераторов при приемосдаточных и периодических испытаниях".

Викладене вище дає змогу вважати, що застосовані при виконанні роботи методи та методики дозволяють одержувати надійні та вірогідні результати.

У третьому розділі викладені мета та завдання дослідження - визначення роботоздатності судових турбопоршневих двигунів при експлуатації на паливах широкого фракційного складу та перевірка адекватності розробленої математичної моделі судового ДВЗ при роботі на ПШФС. На рис.1 наведена схема експериментальної установки для дослідження робочих процесів у судовому ДВЗ при його експлуатації на ПШФС.

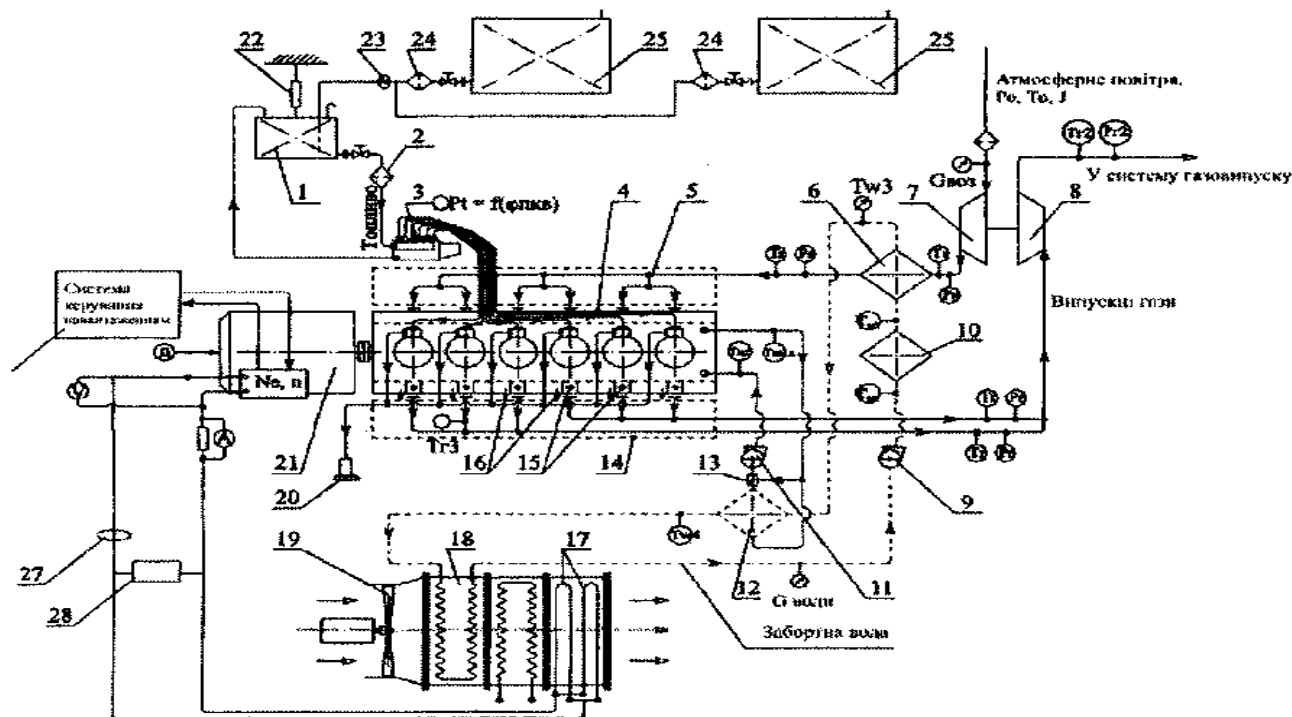


Рис.1. Схема експериментальної установки на базі судового ДВЗ 6ЧН12/14
1 – витратна паливна цистерна; 2, 24 – фільтри грубої очистки; 3 – паливний насос високого тиску; 4 – ДВЗ 6ЧН12/14; 5 – впускний трубопровід; 6 – охолоджувач наддувочного повітря;
7 – компресор; 8 – турбіна; 9 – насос заборотної води; 10 – охолоджувач масла; 11 – водяний насос; 12 – водо-водяний теплообмінник; 13 – регулятор температури охолоджуючої води; 14 – випускний трубопровід; 15 – датчики температури; 16 – датчик індикаторного тиску; 17 – навантаження; 18 – водо-повітряний теплообмінник; 19 – осьовий вентилятор; 20 – електронні ваги; 21 – електричний генератор; 22 – датчик сили; 23 – підкачувальний насос; 24 – фільтр грубої очистки; 25 – цистерна; 26 – система керування навантаженням; 27 датчик току; 27 – вимірювальний перетворювач.

Експериментальна установка була обладнана комп'ютерною системою реєстрації та обробки інформації, принципова схема якої представлена на рис.2. Така система дала можливість отримати у реальному часі показники робочого процесу судового ДВЗ при його роботі на різних сортах палива. Усі датчики, вторинні прибори та уся система цілком була відтарирована, що дало змогу зменшити сумарні похибки при визначенні тиску, температур, витрат рідин та газів, електричних параметрів до 12%.

З метою перевірки роботоздатності установки та оцінки реальних похибок вимірювань проведена оцінка достовірності індикаторних діаграм, результати якої представлені на рис.3. Аналіз цих даних дає змогу стверджувати, що похибка експериментальних даних при отриманні індикаторних показників не перевищує 11%.

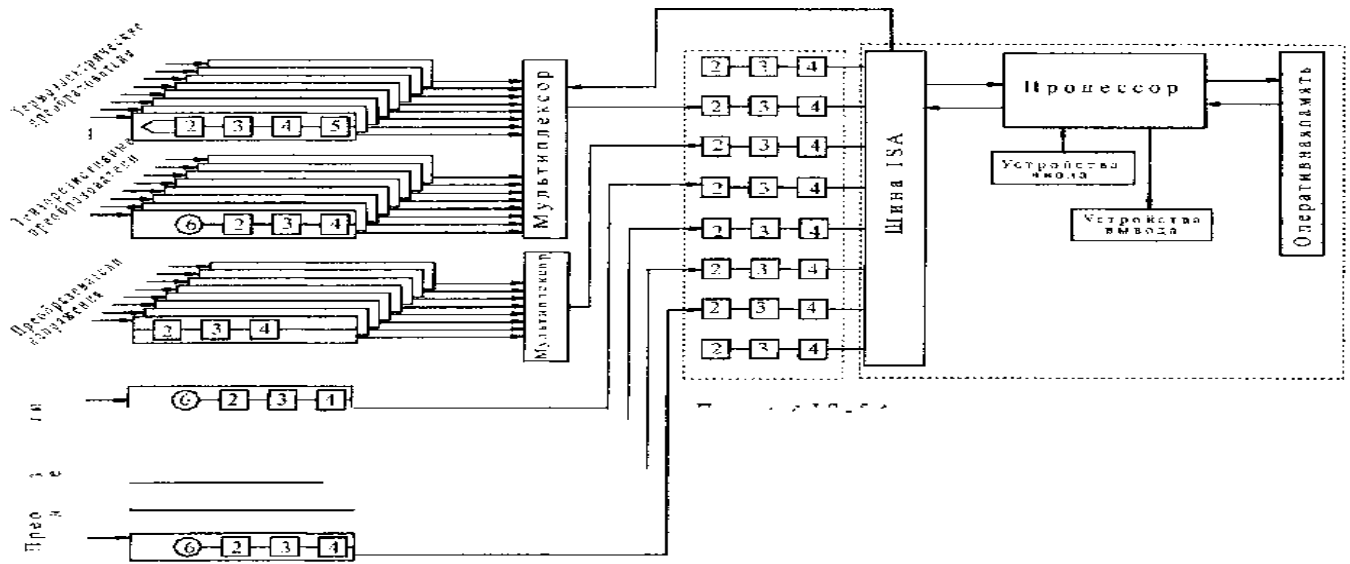


Рис.2. Принципова схема системи вимірювання та реєстрації параметрів КСИРД-2-256.

1 - термоелектричні перетворювачі температури; 2 - операційні підсилювачі; 3 - аналого-цифрові перетворювачі; 4 - цифровий фільтр; 5 - блок корегування; 6 - тензорезистивний перетворювач тиску; 7 - універсальний перетворювач.

Це дає підстави вважати, що створена експериментальна установка відповідає вимогам, які ставляться до дослідиного обладнання, та може бути використана для досліджень робочого процесу у судновому ДВЗ

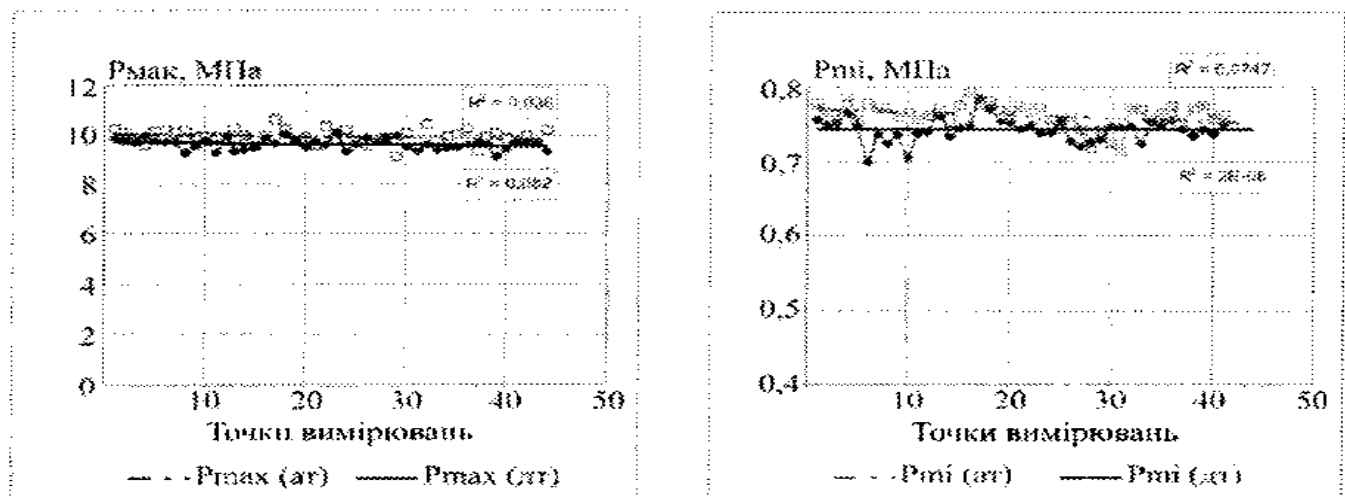


Рис.3. Оцінка похибки вимірювання індикаторного тиску у циліндрі ДВЗ.

Четвертий розділ роботи присвячений математичному моделюванню робочих процесів у судновому ДВЗ, який використовує палива широкого фракційного складу. В основу моделі покладені фундаментальні залежності термодинаміки, газової динаміки, теорії згоряння органічних палив та емпіричні залежності отримані при експериментальних дослідженнях попередніми авторитетними дослідниками та деякі залежності, отримані автором особисто. При розробці математичної моделі були прийняті наступні припущення:

- процеси у циліндрі ДВЗ є квазістаціонарними та квазірівноважними;
- класичні рівняння фізичних та хімічних процесів достатньо точно враховують вплив технохімічних властивостей палива на параметри ДВЗ;
- процеси згоряння палива достатньо точно описуються рівняннями, запропонованими А.С.Лишевським, Н.Ф.Разлейцевим, Б.П.Пугачовим, В.К.Кошкіним, И.И.Вібе та В.С.Семеновим;

- теплопередача від газу до стінки циліндру та поршня відбувається при однаковій інтенсивності процесу у всіх напрямках, без урахування можливої зміни коефіцієнтів теплоотдачі та локальних температур поверхонь.

Ці припущення є загальноприйнятими та використовуються більшістю дослідників робочих процесів у ДВЗ.

У найбільш загальній постановці диференціальна математична модель робочого процесу у судовому ДВЗ складається з 24 рівнянь та має такий вигляд:

$$\alpha = \frac{M}{g_{\Pi} L_0} = \frac{p_s \eta_H}{T_s g_e} \times \frac{60 V_s n_i}{L_0 N_e \chi}; \quad (1)$$

$$\xi_z = x_z - \frac{Q_{wz}}{Q_H g_{\Pi}}; \quad (2)$$

11

$$\mu C_v = A + B \cdot T; \quad (3)$$

$$i_0 dM = d(Mu) + p dV + dQ_w; \quad (4)$$

$$dV = \frac{V_s}{2} \left(\sin \varphi + \frac{\lambda}{2} \sin 2\varphi \right) d\varphi; \quad (5)$$

$$dM = G d\tau; \quad (6)$$

$$Q_{\omega} = K(T_r - T_n) F \tau \quad (7)$$

$$I_{I_x}, \eta_{aH} = f(G, n_{TK}) \quad (8)$$

$$\tau_i = (0.36 + 0.22 \cdot C_m) \times \exp \left[E_A \left(\frac{1}{R \cdot T} - \frac{1}{17190} \right) + \left(\frac{21.2}{p - 12.4} \right)^{0.63} \right]; \quad (9)$$

$$U_0 = \frac{24 \cdot G_H n}{\varepsilon_c \pi \cdot d_c^2 i_c \rho_f \Phi_{BHP}} \quad (10)$$

$$We = \frac{U_0^2 d_c \rho_f}{\sigma_f} \quad (11)$$

$$M = \frac{\mu_f^2}{\rho_f d_c \sigma_f} \quad (12)$$

$$\rho = \rho_B / \rho_f \quad (13)$$

$$d_{32} = E_K d_c (\rho \cdot We)^{-0.266} M^{0.0733} \quad (14)$$

$$b_{HT} = \frac{K}{d_{32}^2}, \quad (15)$$

$$b_H = Y \cdot b_{HT} = Y \cdot (H \cdot n \cdot d_{32})^{0.75} b_{HT}; \quad (16)$$

$$\tau_H = \frac{d_{mp}^2}{K^*} = \frac{B^2 d_{32}^2}{K^*} = \frac{a_z}{b_H} \quad (17)$$

$$\varphi_z = \varphi_{BHP} + 6n(\tau_H - \tau_i) \quad (18)$$

$$\left(\frac{d\sigma_H}{d\tau} \right)_1 = \left[1 - (1 - b_H \tau)^{3/2} \right] \cdot \frac{\sigma}{\tau}; \quad (19)$$

$$\left(\frac{d\sigma_H}{d\tau} \right)_2 = \frac{[1 - b_H(\tau - \tau_{BHP})]^{3/2} - (1 - b_H \tau)^{3/2}}{\tau_{BHP}}; \quad (20)$$

$$\sigma_H = \int_0^\tau \left(\frac{d\sigma_H}{d\tau} \right) d\tau \quad (21)$$

$$\left(\frac{dx}{d\tau} \right)_1 = k \frac{[A]}{[A]_0} n_0 + k_H \frac{d\sigma_H}{d\tau} + \varphi_1 \frac{[A]}{[A]_0} x \quad (22)$$

$$\left(\frac{dx}{d\tau} \right)_2 = A_2 \cdot \alpha_r \cdot (1 - \Delta_r - x) \cdot x \quad (23)$$

$$x = \int_{\varphi_B}^{\varphi} \left(\frac{dx}{d\tau} \right) d\tau. \quad (24)$$

Розв'язання цих рівнянь використане чисельне рішення з використанням пакету МАТНСАО. Для реалізації цієї математичної моделі був використаний метод модульного програмування, який дозволяє найбільш ефективно отримувати рішення та вносити корегування, як у вхідні дані, так й у склад математичної моделі.

Перевірка адекватності математичної моделі виконана на підставі порівняння результатів математичного моделювання та експериментальних даних при індиціюванні робочого процесу судового ДВЗ 6ЧН12/14

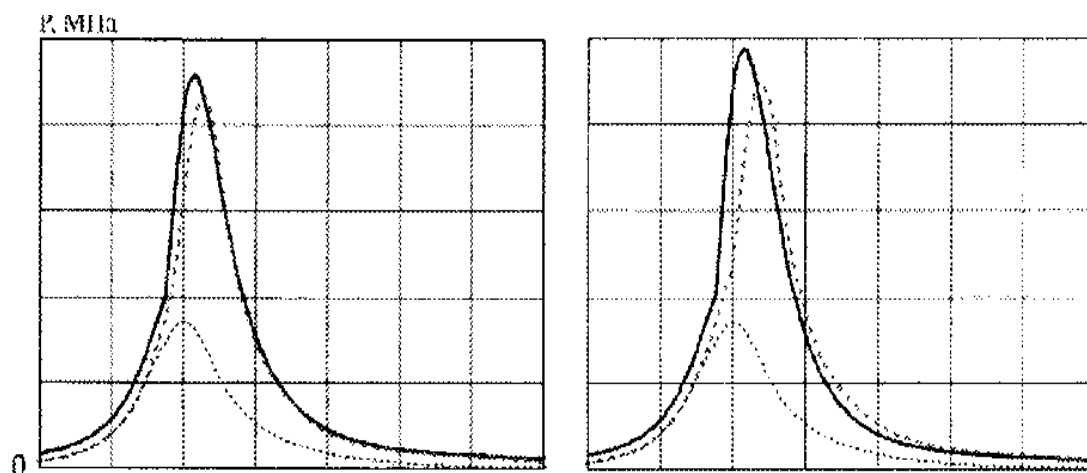


Рис. 4. Показатели индикаторного давления судового ДВС 6ЧН12/14 при работе на ДТ (а) и на ТШФС-1 (б) по: (.....) моделированию и () экспериментальным данным

На рис. 4. представлені індикаторні діаграми судового ДВЗ 6ЧН12/14 при роботі на стандартному дизельному паливі та на ТШФС-2, отримані розрахунками на основі математичного моделювання та експериментально. Максимальне середньоквадратичне відхилення розрахункових даних, отриманих на основі розробленої математичної моделі, в випадку використання стандартного палива, не перевищує 10%. Довірчий інтервал при цьому складає 0,95. У випадку використання ПШФС середньоквадратичне відхилення не перевищує 15%, а довірчий інтервал, розрахований для цього варіанта, складає 0,93.

Такі значення похибок та довірчих інтервалів дають підстави вважати, що математична модель у достатній мірі відображає реальні процеси, які відбуваються у циліндрі ДВЗ при використанні палив широкого фракційного складу, і може бути застосована для дослідження показників судового дизельного двигуна при його експлуатації на ПШФС.

У н 'ятому розділі наведені результати дослідження впливу технікохімічних властивостей ПШФС на основні показники судового ДВЗ. У таблиці 1 наведені основні властивості палив широкого фракційного складу, які використовувалися у експериментах, у порівнянні зі стандартним паливом ДТ

п/п	Властивості	Зазначення палива			
		ДП	ПШФС-1	ПШФС-2	ПШФС-3
1.	Цетанове число, не менш	50	48	46	44
2.	Фракційний склад:				
3.	50 % переганяється при температурі, °С, не вище	280	250	230	215
4.	90 % переганяється при температурі (кінець перегонки), °С, не вище	360	370	355	340
5.	Кінематична в'язкість при 20 °С, мм ² /с	3,0...6,0	3,6	3,3	3,2
6.	Температура застигання, °С, не вище,	-10	-15	-15	-17
7.	Температура помутніння, °С, не вище,	-5	-10	-12	-15
8.	Температура спалаху у закритому тиглі, °С	62	60	58	56
9.	Масова доля сірки, %, не вище,	0,2	0,2	0,19	0,17
10.	Масова доля меркаптанової сірки, %, не вище	0,01	0,01	0,01	0,009
11.	Вміст фактичних смол, мг/100 см ³ палива, не вище	40	40	38	38
12.	Кислотність, мг КОН/100 см ³ палива, не вище	5	5	5	5
13.	Йодне число, г І ₂ /100 г палива, не вище	6	6	6	6
14.	Зольність, %, не вище	0,01	0,01	0,01	0,01
15.	Коксуємість 10 %-ного залишку, %, не вище	0,20	0,20	0,20	0,20
16.	Коефіцієнт фільтрації, не вище	3	2,5	2,5	2,5
17.	Щільність при 20 °С, кг/м ³ , не вище	860	840	820	805

У відповідності до мети дослідження у роботі був досліджений вплив технікохімічних властивостей на період затримки запалення ПШФС, тиск та швидкість його зростання у циліндрі та питому витрату палива суднового ДВЗ.

На рисунку 7 наведені результати порівняння періоду затримки запалення у від навантаження (середнього ефективного тиску) ДВЗ та складу ПШФС-2, отримані шляхом математичного моделювання та експериментально.

Аналіз цих результатів показує, що у порівнянні зі стандартним паливом, період затримки запалення ПШФС зменшується при збільшенні навантаження,

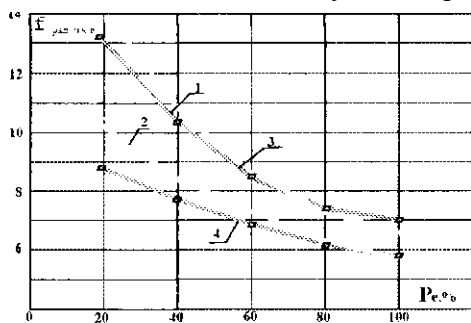


Рис. 7. Період затримки запалення суднового ДВЗ 6ЧН12/14 при роботі: на ПШФС-2:1 – розрахунок, 3 – експеримент; на ДТ 2 – розрахунок, 4 – експеримент.

двигуна, як наслідок його тури паливоповітряної суміші у охолодження при випаровуванні цих фракцій та зниження цетанового числа палива. Крім того, наявність легкокиплячих фракцій приводить до деякого зниження швидкості згоряння палива, що також негативно впливає на робочий процес суднового ДВЗ.

При роботі суднового ДВЗ на дизельному паливі та ПШФС-2 на режимі номінальної потужності і при часткових навантаженнях було встановлено, що період затримки запалення при роботі на ПШФС більше на 1 ...3,8 град. п.к.в., що приводить до зміщення начала запалення до ВМТ та підвищенню

що безпосередньо пов'язане з ефективним тиском газів у циліндрах. Так, при навантаженні 20% затримка запалення ПШФС, визначена експериментально, складає 12,7 град. п.к.в. та перевищує аналогічний показник для стандартного дизельного палива на 3,8 град. п.к.в. Визначені шляхом математичного моделювання ці величини складають відповідно 13,5 і 3,7 град. п.к.в. Це явище пояснюється тим, що наявності в ПШФС легкокиплячих фракцій приводить до зниження темпера-циліндрі

жорсткості процесу. При роботі двигуна 6ЧН12/14 на ПШФС характерно інтенсивне тепловиділення зразу після запалення з наступним уповільненням процесу згоряння та догоряння палива. Більш інтенсивне тепловиділення на початку згоряння при роботі на ПШФС обумовлене підвищеним значенням сіР/сіф у порівнянні з роботою на дизельному паливі.

З рисунку 8 видно, що на режимах великого навантаження значення максимального тиску $P_{\text{отп}}$, максимальної швидкості зростання тиску $\dot{P}$ при використанні ПШФС у всіх проведених дослідках вище, ніж для дизельного палива. При роботі двигуна на ПШФС-2, потужності генератора 70 кВт та частоті обертання 1500 об/хв., зростає швидкість зростання тиску, яка перевищує аналогічний показник для дизельного палива на 0,5 МПа; абсолютне значення підвищення максимального тиску на ПШФС складає 0,45 МПа, а середнього - на 0,3 МПа у порівнянні з роботою на дизельному паливі.

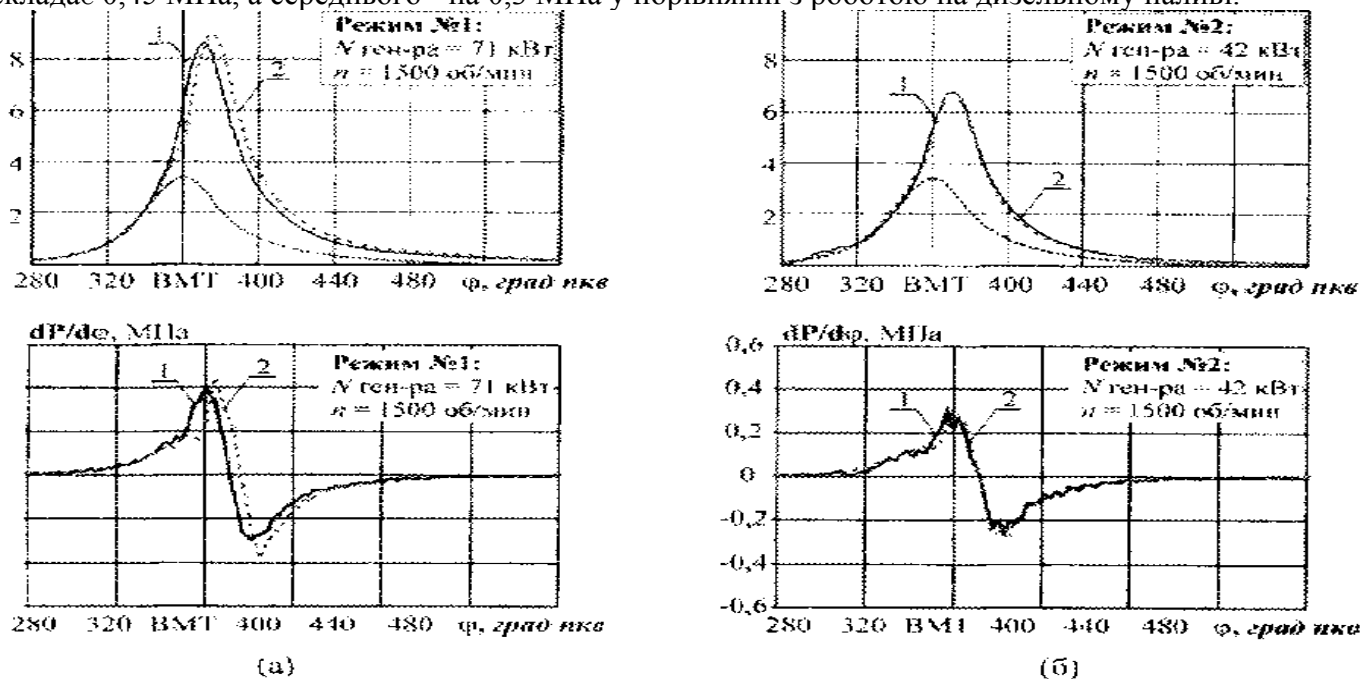


Рис.8. Порівняння тиску та швидкості зростання тиску у циліндрі суднового ДВЗ 6ЧН12/14 при роботі на ДТ (1) та ПШФС-2 (2) а, в - режим 1; б, г - режим 2.

При зменшенні навантаження період затримки запалення ПШФС ще більш перевищує аналогічний показник для стандартного палива (різниця складає 3,8 град. п.к.в. при навантаженні 20%). у наслідку чого більш висока швидкість згоряння палива у початковий період не приводить до росту P_{max} та більш пізнього початку запалення і розвитку процесу згоряння при збільшуючомуся об'ємі циліндра. Так, при роботі на середніх навантаженнях період затримки запалення ПШФС більш, ніж у дизельного палива приблизно на 1,8 град. п.к.в. та приблизно однаковому P_{max} , абсолютне значення підвищення максимального тиску на ПШФС складає 0,05 МПа (рис.8б). На режимах 20% до 40% навантаження значення максимального тиску у циклі при роботі на ПШФС, яке визначене експериментально, є меншим, ніж цей же показник при роботі на дизельному паливі.

Це викликане тим, що паливо з високим цетановим числом, при інших рівних умовах, має кращу здібність до самозапалення. ПШФС с низькими цетановими числами (суттєво нижче, ніж у дизельного) більш випаровуються та активуються, відповідно, більша частина цих палив буде знаходитися у збудженому стані, але горить по більшості у гетерогенному середовищі, не отримав належної активації. Це явище негативно впливає на якості згоряння.

ДВЗ буде працювати з підвищеною витратою палива, пониженою потужністю та підвищеною димністю. З іншого боку, зі збільшенням періоду затримки запалення, негативна робота циклу до ВМТ збільшується, максимальний тиск газів не досягає свого оптимального значення. В результаті цього відбувається зниження індикаторного ККД. Найбільша частина тепловиділення відбувається на такті розширення, завдяки цьому ефективність використання теплоти, яка виділилася, і повнота згоряння знижуються, зростають втрати тепла з відпрацьованими газами, зменшуються індикаторний, механічний та ефективний ККД, знижуються потужність і економічність дизеля, зростає питома ефективна витрата палива.

Дослідження показали, що параметри робочого процесу та динаміка тепловиділення залежать від цетанового числа палива та від кількості вмісту у ньому ароматичних вуглеводнів. Для зменшення негативного впливу зазначених факторів на робочі показники суднового ДВЗ необхідно регулювати кут випередження подачі палива у межах 1,5...7,5 град. п.к.в. у залежності від технохімічних властивостей ПШФС, які використовуються.

На рис. 9 надані розрахункові та експериментальні залежності питомої витрати ПШФС від середнього ефективного тиску у циліндрі суднового ДВЗ 6ЧН12/14.

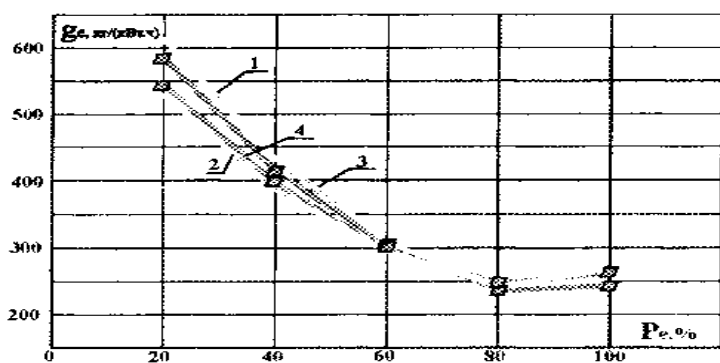


Рис. 9. Питома витрата палива суднового ДВЗ 6ЧН12/14 при роботі: на ГППФС-1: 1 – розрахунок, 3 – експеримент; на ДТ: 2 – розрахунок, 4 – експеримент.

Загальна висока питома витрата палива пов'язана з тим, що двигун працює поза зоною раціонального навантаження, що призводить до суттєвого зростання питомої витрати палива. У зоні раціональних навантажень ($P_e = 60 \dots 100\%$) відбувається суттєве зниження загальної та відносної питомої витрати ГППФС у порівнянні із стандартним дизельним паливом. Так, при $P_e=100\%$ в випадку використання ГППФС-1, розрахункова питома витрата палива складає 260 г/(кВт·год) та підвищується на 10 г/(кВт·год) у порівнянні з витратою дизельного палива, а експериментальні значення складають 257 г/(кВт·год) та 12 г/(кВт·год), відповідно. На режимі, близькому до оптимального при $P_e=80\%$, ці показники є суттєво кращими і складають: розрахункові - 248 г/(кВт·год) та 4 г/(кВт·год), а експериментальні - 250 г/(кВт·год) та 6 г/(кВт·год), відповідно.

Впровадження результатів дисертаційної роботи здійснено у В'єтнамському морському університеті "VIMARU", науково-дослідному кораблебудівному інституті В'єтнаму "SHIPCITECH", БАТ "Чорноморсуднопроект" (м. Миколаїв), БАТ "Мотор Січ" (м. Запоріжжя), а також навчальному процесі Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв).

Для В'єтнамського науково-дослідного кораблебудівного інституту "SHIPCITECH" були виконані розробки щодо суднової енергетичної установки супертанкера "Sea Dragon", принципова схема якого надана на рис. 10. Показано, що перехід на ГППФС СЕУ цього супертанкера, яка складається з головного двигуна 12К98МЕ номінальною потужністю 68640 кВт виробництва MAN B&W, та трьох дизель-генераторів 6Л27/38 потужністю 1920 кВт кожний, дозволить отримати економічний ефект за один рейс, довжиною у 1800 миль біля 200 тис. дол. США.

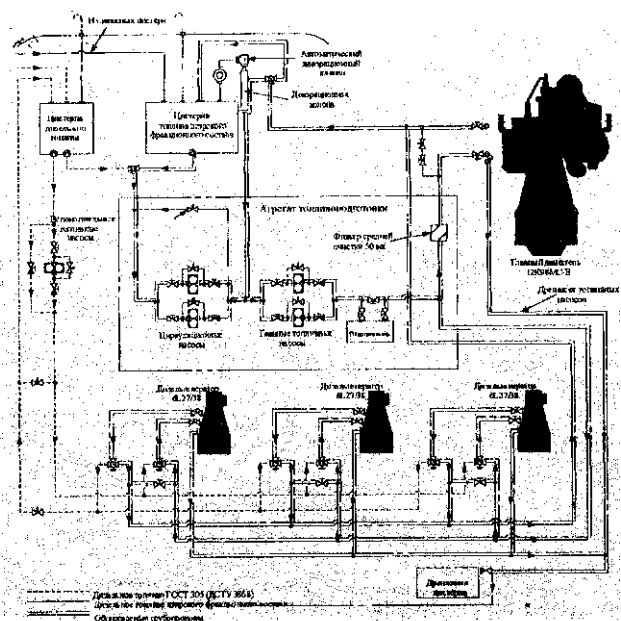


Рис. 10. Схема суднової дизельної енергетичної установки танкера "Sea Dragon", яка використовує нафтове паливо широкого фракційного складу.

Для суднобудівної компанії В'єтнаму "HAI BINH" були виконані проробки енергетичної установки для нафтовидобуваючої платформи "Білий тигр-7".

Головна енергетична установка цієї платформи складалася з 4-х газо-дизельних генераторних агрегатів типу 8ЧН25/34-3, загальною потужністю 3200 кВт. Згідно з рекомендаціями цієї роботи, було проведено заміну цих агрегатів на більш сучасні та економічні 8Л23/30Н виробництва "MAN B&W".

Та становлено обладнання для неповної атмосферної переробки сирої нафти з метою отримання ІППФС. Розташування енергетичного обладнання на цій платформі наведено на рис. II. Така модернізація дозволяє отримати річний економічний ефект тільки на одній платформі біля 1,9 млн. дол. США.

Результати роботи були також передані ВАТ "ЧОРНОМОРСУДНО-ПРОЕКТ" (м. Миколаїв) та конструкторсько-технологічному управлінню з ДВЗ підприємства "Мотор-Січ" (м. Запоріжжя), де використовуються у перспективних розробках двигунів для суднобудування, наземного транспорту та стаціонарної енергетики. Результати цієї роботи використовуються також у навчальному процесі кафедри "Двигуни внутрішнього згоряння" Національного університету кораблебудування (м. Миколаїв) при викладанні курсів "Теорія робочих циклів" та "Теорія робочих процесів", курсовому та дипломному проектуванні.

ВИСНОВКИ

На підставі результатів дисертаційної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз вітчизняної та іноземної літератури дозволив встановити можливість підвищення економічної ефективності суднових дизельних енергетичних установок за рахунок зменшення паливної складової експлуатаційних витрат шляхом використання нафтових палив широкого фракційного складу, вартість яких при виробництві на борту судна складає

40...70 доларів США за тону та є суттєво нижче, ніж вартість стандартних дизельних палив.

2. Прийняті у роботі методи та методики досліджень відповідають сучасним вимогам, достатньо перевірені при дослідженнях робочих процесів у дизельних двигунах та дозволили отримати надійні результати. Середньоквадратичне відхилення показників при перевірці адекватності математичної моделі не перевищує 15%, а довірчий інтервал для значення індикаторного тиску - не менш, ніж 0,93.

3. Експериментально встановлено, що технохімічні властивості нафтових палив широкого фракційного складу, отримані шляхом неповної перегонки, припускають використання цих палив для суднових дизельних двигунів. Цетанові числа цих палив знаходяться у межах 45... 55, вміст легких фракцій - 10...40%, кінематична в'язкість при 20°C - 3,2... 3,6 мм²/с, температура застигання - 15...-17°C, кислотність - 5 мг КОН/100 см³ палива, вміст фактичних смол - 38...40 мг/100 см³ палива, йодне число - 5 г І₂/100 г палива, коксуємість 10 %-ного залишку - 0,2 %, щільність при 20 °C - 805... 840 кг/м³.

4. Встановлено експериментально, що технохімічний склад палива широкого фракційного складу становить найбільш суттєвий вплив на період затримки запалення на часткових навантаженнях судового ДВЗ. У межах навантаження 20... 60% від номінального період затримки запалювання ІТШФС складає 12... 14 град. п.к.в. або на 4...6 град. більше, ніж стандартного дизельного палива. У межах навантаження 60... 100% від номінального період затримки запалення ІППФС перевищує аналогічний показник для стандартного палива всього на 0,5... 1,5 град. п.к.в. Визначаючим у цьому випадку є вміст легких фракцій, які, випаровуючись, знижують температуру паливоповітряної суміші, що й збільшує час, потрібний для досягнення умов самозапалення.

5. У результаті експериментальних досліджень встановлено, що параметри робочого процесу та динаміка тепловиділення залежать від цетанового числа палива і від вмісту ароматичних вуглеводнів. Для зменшення негативного впливу зазначених факторів на робочі показники судового ДВЗ необхідно регулювати кут випередження подачі палива у межах 1,5... 7,5 град. п.к.в. у залежності від технохімічних властивостей ТШФС, які використовуються.

Встановлено експериментально, що присутність у паливі широкого фракційного складу легких фракцій збільшує питому витрату палива судового ДВЗ. У найбільшій мірі це проявляється при навантаженнях у межах 20...40% від номінальної та складає у залежності від вмісту легких фракцій 4,0...7,5% та пов'язане, як з погіршенням розпилю палива, так й з пониженням його щільності та, відповідно, масової теплотворної спроможності циклової подачі. На навантаженнях у межах 40... 100% збільшення питомої витрати палива складає всього 1,5...2,0% та пояснюється виключно більш низькою щільністю цього палива та, відповідно, меншою енергетією, яка вноситься з цикловою дозою палива в циліндр двигуна.

7. Розроблена диференціальна математична модель робочого процесу у циліндрі судового ДВЗ, яка враховує вплив технохімічних властивостей палива, достатньо адекватно описує процеси, які відбуваються у цьому двигуні. Відхилення розрахункових величин, отриманих математичним моделюванням, не перевищує 20% від значень, отриманих експериментальним шляхом. Така модель може бути використана для дослідження та аналізу робочих процесів і виробітки рекомендацій по налагодженню паливної апаратури при роботі судового ДВЗ на паливах широкого фракційного складу та альтернативних паливах при вмісті легких фракцій у діапазоні 0...40%.

8. Використання палива широкого фракційного складу може бути реалізоване у суднових двигунах, які знаходяться у експлуатації без змін у конструкції двигуна. Необхідне переналагодження паливної апаратури, у відповідності до рекомендацій цієї роботи, може бути здійснене у межах заводських регулювань.

9. Використання палив широкого фракційного складу для енергетичних установок танкерів, суден FPSO, а також для нафтодобуваючих платформ та інших суден, які перевозять нафту та нафтопродукти, дозволяє знизити долю паливної складової у експлуатаційних витратах у 1,5...3,5 рази, що при потужностях дизельних енергетичних установок у діапазоні 5000...20000 кВт дає річну економію приблизно 1,5... 6,0 млн. доларів США.

10. Визначені шляхи подальшого удосконалення робочого процесу у судовому ДВЗ з метою наближення характеристик цього процесу до оптимальних значень, які відповідають мінімальним витратам палива та,

відповідно, зниженню доли паливної складової у експлуатаційних витратах на СЕУ та судно у цілому.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ткач М. Р., Тимошевский Б. Г., Тхы Б. А. Математическое моделирование рабочих процессов ДВС при работе на альтернативных топливах // Научно-методический журнал. Т. 43. Вып. 30. Техногенная безопасность. - Николаїв: Вид-во МДГУ ім. Могили, 2005. - С. 69-75.
2. Ткач М. Р., Тимошевский Б. Г., Тхы Б. А. Повышение точности измерения индикаторного давления в цилиндре ДВС методом прямого преобразования Фурье // Двигатели внутреннего сгорания: Науч.-техн. журнал. - Х.: НТУ "ХПИ", 2005. - №2. - С. 23-25.
3. Ткач М. Р., Тимошевский Б. Г., Тхы Б. А. Экспериментальное исследование работы судового ДВС на альтернативном топливе // Двигатели внутреннего сгорания: Науч.-техн. журнал. - Х.: НТУ "ХПИ", 2006. - №2. - С. 114-118.
4. Тхы Б. А. Исследование рабочего процесса в двигателе внутреннего сгорания, использующего нестандартное топливо // Збірник наукових праць НУК. - Миколаїв: НУК, 2007. - №1 (412). - С. 84-88.

АНОТАЦІЯ

Буй Ань Тхи. Підвищення ефективності судових дизельних установок при роботі на паливах широкого фракційного складу. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.08.05 - "Суднові енергетичні установки".

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв 2007.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності морських перевезень нафти та нафтопродуктів танкерами, суднами FPSO (Floating Production Storage and Offloading), нафтовидобуваючих платформ та іншими суднами, які мають на борту сиру нафту, за рахунок використання дизельними енергетичними установками цих суден отриманого на борту палива широкого фракційного складу.

Визначений вплив технохімічних властивостей цих палив на основні показники робочого процесу судового ДВЗ. Показано, що наявність легких фракцій у складі ПШФС підвищує кут затримки самозапалення паловоповітряної суміші у циліндрах ДВЗ на 0,5...6,0 град, п.к.в. у залежності від навантаження двигуна та вмісту легких фракцій.

Встановлено, що параметри робочого процесу та динаміка тепловиділення залежать від цетанового числа палива і від вмісту ароматичних вуглеводнів. Для зменшення негативного впливу зазначених факторів на показники судового ДВЗ необхідно регулювати кут випередження подачі палива у межах 1,5... 7,5 град, п.к.в. у залежності від технохімічних властивостей ПШФС, які використовуються.

Визначений вплив легких фракцій на паливну економічність судових ДВЗ. Встановлено, що наявність цих фракцій збільшує питому витрату палива на 1,5...7,5% у залежності від навантаження двигуна, вмісту легких фракцій та щільності палива.

Результати дослідження дали змогу встановити принципову можливість ефективної експлуатації судових ДВЗ на паливах широкого фракційного складу. При цьому використання ПШФС можливе без модернізації двигуна за рахунок раціональних регулювань паливної апаратури.

Ключові слова: суднові дизельні енергетичні установки, паливо широкого фракційного складу, технохімічні властивості, індикаторна діаграма, питома витрата пального, період затримки самозапалення.

АННОТАЦИЯ

Буй Ань Тхи. Повышения эффективности судовых дизельных установок при работе на топливах широкого фракционного состава. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.05. - "Судовые энергетические установки".

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, Николаев 2007.

Диссертация посвящена повышению эффективности морских перевозок нефти и нефтепродуктов танкерами, судами FPSO (Floating Production Storage and Offloading), нефтедобывающих платформ и другими судами, которые имеют на борту сырую нефть, за счет использования дизельными энергетическими установками этих судов полученного на борту топлива широкого фракционного состава.

Установлено влияние технoхимических свойств этих топлив на основные показатели рабочего процесса судового ДВС. Показано, что присутствие легких фракций в составе ТШФС повышает угол задержки самовоспламенения топливовоздушной смеси в цилиндрах ДВС на 0,5...6,0 град, п.к.в. в зависимости от нагрузки двигателя и содержания легких фракций.

Установлено, что параметры рабочего процесса и динамика тепловыделения зависят от цетанового числа топлива и содержания ароматических углеводородов. Для снижения негативного влияния указанных факторов на показатели судового ДВС необходимо регулировать угол опережения подачи топлива в пределах 1,5...7,5 град, п.к.в. в зависимости от технoхимических свойств используемых ТШФС.

Определено влияние легких фракций на топливную экономичность судовых ДВС. Установлено, что присутствие этих фракций увеличивает удельный расход топлива на 1,5...7,5% в зависимости от нагрузки двигателя, содержания легких фракций и плотности топлива.

Результаты исследования дали возможность установить принципиальную возможность эффективной эксплуатации судовых ДВС на топливах широкого фракционного состава. При этом использование ТШФС возможно без модернизации двигателя за рациональной регулировки топливной аппаратуры.

Ключевые слова: судовые дизельные энергетические установки, топливо широкого фракционного состава, технотхимические свойства, индикаторная диаграмма, удельный расход топлива, период задержки самовоспламенения.

ANNOTATION

Bui Anh Thu. Increasing efficiency of the marine diesel power plant's in its operating with fuel of wide fraction content. - Manuscript.

The dissertation on competition for a scientific degree of candidate in technical sciences on a specialty 05.08.05 - "Marine Rower Plants".

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev, 2007.

The dissertation is devoted to increase the efficiency of sea transportations of oil and oil-products by tankers, FPSO vessels (Floating Production Storage and Offloading), oil-extracting platforms and other vessels which have onboard crude oil, due to usage for marine diesel power plants of these vessels the fuel of wide fractional content (FWFC) received onboard.

It is established experimentally, that properties the wide fractional content fuel, received by incomplete distillery atmospheric, suppose application of these fuels for marine diesel engines. Cetane numbers of these fuels are within the limits of 45...55, by the light fractions present in a range of - 10...40 %, kinematical viscosity at 20°C, 3.2... 3.6 mm²/sec, temperature of hardening - 15...-17°C, acidity - 5 mg KOH/100 sm³ of fuel, the content of actual pitches - 38... 40 mg/100 of sm³ of fuel, iodine number - 5 g 12/100 g of fuel, coke-ability of the 10 %-th rest -0.2 %, density at 20 °C - 805 ... 840 kg/m³

The developed differential mathematical model of the operating process in the cylinder of marine ICE which considers influence technical and chemistry properties of fuel, adequately enough describes the processes proceeding in this engine. Deviations of the settlement sizes received by mathematical modeling, do not exceed 20 % from the values received experimental by. Such model can be used for research and the analysis of operating processes and development of recommendations on adjustment of the fuel equipment of marine ICE on operating with fuel of wide fractional content and alternative fuels at the light fractions content into a range of 0 ... 40 %.

The influence of the technical and chemistry properties of these fuels on the basic parameters of the marine ICE operating process is established. It is shown, that presence of light fractions inside of FWFC raises a angle of the air-fuel mixes selfignition delay in ICE cylinders on 0,5...6,0 angle r.c. depending on engine's loading and the light fractions content.

It is established, that parameters of operating process and dynamics of a thermal emission depend on fuel cetane numbers and the aromatic hydrocarbons content. For decrease in negative influence of the specified factors on parameters ship *ABC* it is necessary to adjust a corner of an advancing of submission of fuel within the limits of 1.5...7.5 angle r.c. depending on technical and chemical properties of FWFC.

The influence of light fractions on fuel profitability marine ICE is certain. It is established, that presence of these fractions increases the specific fuel consumption on 1.5..7.5 % depending on loading of the engine, light fractions content and fuel density.

It is established experimentally, that presence in fuel of wide fractional content of light fractions increases the specific fuel consumption of marine ICE a little. To the greatest degree it is shown at loadings in the rage of 20...40 % from nominal load and makes depending on the content of light fractions of 4.0..7.5 % and is connected, both with deterioration fuel spraying, and with its lowered density and, accordingly, ability of mass caloric capacity of cyclic submission doze. On loadings in the range of 40... 100 % the increasing of the specific fuel consumption is only 1.5...2.0 % and explaining exclusively with lower density of this fuel and, accordingly, smaller energy with a cyclic doze of fuel in the cylinder of the engine.

Results of the research have enabled to establish a basic opportunity of effective operation marine ICE with fuel of wide fractional content. Thus the usage of FWFC is possible without modifying of the engine for rational adjustments of the fuel equipment.

The usage of wide fractional content fuel for marine power plants of tankers, FPSO vessels, and also for oil-production platforms and other vessels transporting oil and crude oil, allows to lower a share of a fuel component in operations costs in 1.5... 3.5 times, that at capacities of diesel power plants in a range of 5000... 20000 kW enable to receive annual economy 1.5...6.0 million US dollars approximately.

The usage the fuel of the wide fractional content can be realized in the marine engines which are being operation without changes in a design of the engine. Necessary tuning of the fuel equipment, according to recommendations of the present work, can be carried out within the limits of factory adjustments.

Ways of the further perfection of the operational process in the marine ICE with the purpose of approach of characteristics of this process to the optimum values corresponding the minimal specific fuel consumption and, accordingly, to decrease of a share of a fuel component in operating costs on MPP and a vessel as a whole are certain.

Keywords: marine diesel power plants, fuel of wide fractional content, technical and chemical properties, the display diagram, the specific fuel consumption, the period of a selfignition delay.

**Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2506 від
25.05.2006**

**Підписано до друку 15.05.2007 р. Папір офсетний. Формат 60х84х 16 Гарнітура Тайме.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 0,8 Обл.-вид. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. № 140.**

**Друкарня видавництва Національного університету кораблебудування, 54002, м.
Миколаїв, вул. Скороходова, 5.**