

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
МОРСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Д 053. 04.01

Інв. № 12

На правах рукопису

Екз. № 9

УДК 629.12.03.—8.

РОМАНОВСЬКА

Наталя Георгіївна

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВОК МАЛОТОНАЖНИХ СУДЕН ШЛЯХОМ
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧИХ
СИСТЕМ**

Спеціальність 05.08.05 — «Суднові енергетичні установки
та їх елементи (головні та допоміжні)»

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Миколаїв — 1994



00755956 (.)

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Українському державному морському технічному університеті.

Науковий керівник: заслужений діяч науки та техніки України, доктор технічних наук, професор **ЛЕВЕНБЕРГ Володимир Давидович**.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **СЕЛЕЗНЬОВ Юрій Володимирович**; кандидат технічних наук **МОРОЗОВ Сергій Іванович**.

Ведуча організація: Миколаївський морський торговельний порт, Міністерство транспорту України, м. Миколаїв.

Захист відбудеться « 14 » листопада 1994 р.
одині години на засіданні спеціалізованої ради

Д 053.04.01 Українського державного морського технічного університету за адресою: 327025, м. Миколаїв, пр. Героїв Сталінграда, 9.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці УДМТУ — 327025, м. Миколаїв, пр. Героїв Сталінграда, 9.

Автореферат розіслано « 14 » жовтня 1994 р.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради **КВАСНИЦЬКИЙ В. Ф.**

ДБ - 37.250

Дисертація в рукописі.

Різути викладено в Українському державному морському технічному університеті.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
ЛІВЕНЬСЬКИЙ Володимир Давидович

Офіційні опоненти доцент технічних наук, професор
СІДІВЬСЬКИЙ Юрій Володимирович
кандидат технічних наук
МОРОСЬКИЙ Сергій Іванович

Ведуча організація Миколаївський морський торговельний
порт, Міністерство транспорту
України м. Миколаїв

Захист відбувається " " 1994 р. о годині на за-
сіданні спеціалізованої ради Д 053.04.01 Українського державного
морського технічного університету за адресою: 327025, м. Миколаїв,
пр. Героїв Сталінграда, 9.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці УДТ - 327025,
м. Миколаїв, пр. Героїв Сталінграда, 9.

Автореферат розіслано " " 1994 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради *Масиш* КВАСНИЦЬКИЙ В.Ф.

AB 31.238

АКТУАЛЬНІСТЬ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ. Досвід експлуатації суднових енергетичних установок /СЕНУ/ вказує на необхідність протекнення комплексу робіт, спрямованих на підвищення їх ефективності.

Науково-дослідні роботи, виконані на кафедрі суднового енергетичного устаткування і турбоагрегатів Миколаївського корабельного інституту імені адмірала С.О.Макарова, показали, що одним з шляхів підвищення ефективності суднових комплексів є використання в їх складі теплових акумуляторів /ТА/. З урахуванням масштабі застосування особливої актуальності набуває питання підвищення ефективності енергетичних установок малотоннажних суден /ЛТС/, вирішення якого можливе завдяки використанню в їх складі теплоакумуляційних систем /ТАС/.

Дисертаційна робота виконувалась згідно з такими координаційними планами:

I. Загальнонаціональна пріоритетна програма фундаментальних досліджень з проблем транспорту на 1989...2000 рр.

II. Координаційним планом НДР вищих навчальних закладів у галузі суднобудування на 1985...1993 рр.

III. Планом економії паливних витрат і ресурсів у Миколаївському морському торговельному порту в 1992...1994 рр.

Таким чином, з'явилась можливість підвищення ефективності енергетичних установок малотоннажних суден шляхом використання в їх складі теплоакумуляційних систем зтуально, являє собою теоретичний і практичний інтерес.

М-ТА РОБОТИ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. Метою роботи є дослідження

ефективності теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден. Для цього: розроблено принципові схеми ТАС у складі ЕУ МТС; розроблено і створено математичні моделі теплоакumuлюючих систем у складі ЕУ МТС; розроблено алгоритми та реалізуючі програми визначення їх ефективності; розроблено і створено експериментальний зразок теплоакumuлюючої системи, стенди для її дослідження; виконано експериментальні роботи по дослідженню основних характеристик теплоакumuлюючої системи та її елементів; вироблено рекомендації щодо вибору параметрів теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден.

НАУКОВА НОВИЗНА ПОЛЯГ Є: в розробці математичних моделей ТАС, які дають змогу виявити взаємозв'язок параметрів системи з параметрами ДВЗ; опрацьованні експериментальні характеристики теплоакumuлюючої системи, що працює в умовах вібрації і качки.

ТЕОРЕТИЧНА І ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ роботи полягає: в розробці принципів схем включення теплоакumuлюючих систем до складу енергетичних установок малотоннажних суден; розробці рекомендацій щодо вибору параметрів теплоакumuлюючих систем стосовно сучасних енергетичних установок малотоннажних суден; розробці алгоритмів та реалізуючих програм, які дають змогу визначити ефективність теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден.

ДОСТОВІРНІСТЬ ВИСНОВКІВ ТА РЕКОМЕНДАЦІЙ підтверджується корисністю залежностей, застосовуваних для визначення ефективності теплоакumuлюючих систем у складі ЕУ МТС; експериментальним підтвердженням основних характеристик системи, одержаними ефектами її використання в складі ЕУ МТС.

АПРИБАЦІЯ РОБОТИ. Основні результати досліджень доповідалися на Всесоюзній науково-технічній конференції "Проблеми енергозбереження в автономній електроенергетиці" /Севастополь, 1991/: на наукових семінарах ІТТ² АН України /Київ, 1991-1994/; на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу Миколаївського кораблебудівного інституту /Миколаїв, 1992-1994 рр./ а науково-технічних семінарах та нарадах у ВО "Керчрибпром", АС і ІТР /м.Одеса/, АС ІТР /м.Керч/, Миколаївському морському торговельному порту тощо.

ОСОБЛИВИЙ ВКЛАД АВТОРА полягає в розробці принципових схем включення тепл. акумулюючих систем до складу енергетичних установок малотоннажних суден; у розробці математичної моделі, заснованої на її основі та реалізуючих програм визначення ефективності теплоакumuлюючих систем у складі ЕУ МТС; у розробці і створенні дослідного зразка теплоакumuлюючої системи; у проведенні експериментальних досліджень характеристик системи.

АВТОР ЗАЩИЩАЄ розроблену на базі математичної моделі методику визначення ефективності теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малої навантаженості суден; результати визначення параметрів теплоакumuлюючих систем у складі ЕУ МТС; результати експериментального дослідження теплоакumuлюючої системи.

Методи дослідження ТАС, її елементів базувалися на проведенні теоретичного аналізу, експериментальних досліджень та виконанні перевірки адекватності теоретичної моделі та отриманих експериментальних даних.

ВІКОНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ здійснюється згідно з договором про творчу співдружність з ВО "Керчрибпром" службою АС і ІТР м.Керч, м.Одеса і госпдоговорами між МКІ та Миколаївським морським торговельним портом.

Розроблено принципові схеми включення теплоакumuлюючих систем до складу енергетичних установок малотоннажних суден.

Розроблено схеми включення теплоакumuлюючих систем до складу наливного судна проекту № 20641 /"Нарзан"/, рейдового пасажирського т/х "Юбилейный" /проект № 1462/. Вироблено рекомендації щодо вибору параметрів теплоакumuлюючих систем у складі: рейдового пасажирського теплохода проекту № 1462 "Юбилейный"; рейдового водозлазного катера проекту РМ 376.

Розроблено дослідний зразок теплоакumuлюючої системи передпускового розігріву масла для енергетичної установки т/х "Юбилейный" /проект № 1462/.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 6 робіт.

ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ містить обґрунтування актуальності теми, склад основних передумов для постановки мети і завдань досліджень, основні положення, які виносяться на з'ясування.

У першому розділі показано, що одним з шляхів підвищення ефективності енергетичних установок малотоннажних суден є використання в їх складі теплоакumuлюючих систем.

На підставі аналізу складу та основних технічних характеристик енергетичних установок вітчизняних і зарубіжних малотоннажних суден виконано кількісну та якісну оцінку теплових втрат, що виникають при експлуатації енергетичного устаткування ЕУ МТС, акумулювання яких вважається доцільним. Показано, що основним джерелом теплових втрат є працюючий двигун внутрішнього згорання.

З урахуванням нинішніх вимог щодо безпеки експлуатації енергетичного устаткування малотоннажних суден, Регістр у розроблено принципові схеми теплоакumuлюючих систем, які забезпечують неза-

лежне зумовлені звання теплових втрат працюючого двигуна внутрішнього згорання. Передбачено можливість акумулювання частини корисно виробленої електричної енергії на перехідних режимах роботи пилель-генераторів, валогенераторів.

Комплексне акумулювання теплових втрат забезпечується комбінованими теплоакумулюючими системами, що являють собою комбінації основних теплоакумулюючих систем.

Показано необхідність проведення комплексу робіт згідно з метою, завданнями досліджень.

У підсумку розвідки розроблено математичну модель визначення ефективності теплоакумулюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден.

В основу математичної моделі покладено принципи системно-ієрархічного підходу, згідно з якими на верхньому ієрархічному рівні виступає сама теплоакумулююча система, як підсистеми - тепловий акумулятор, теплообмінники, арматура.

Математичне моделювання виконано стосовно синтезованої узагальненої схеми теплоакумулюючої системи в складі енергетичної установки малотоннажного судна /рис.1/.

Оцінка рівнів можливих температур нагріву теплоакумулюючого матеріалу і температур, необхідних, переліком, для роботи суднових споживачів за рахунок акумульованого системно тепла пала з урахуванням моделюваної конструкції теплового акумулятора прийняти конструкцію, зображену на рис.2. При такій конструкції акумулятора можна здійснювати зарядження шляхом прямого контакту теплоносія з теплоакумулюючим матеріалом, за допомогою трубчастого електронагрівника, із застосуванням додаткового теплообмінника; підводити акумульовану теплоту енергії до споживача шляхом безпосереднього використання теплоакумулюючого матеріалу та із застосуванням проміжного теплоносія.

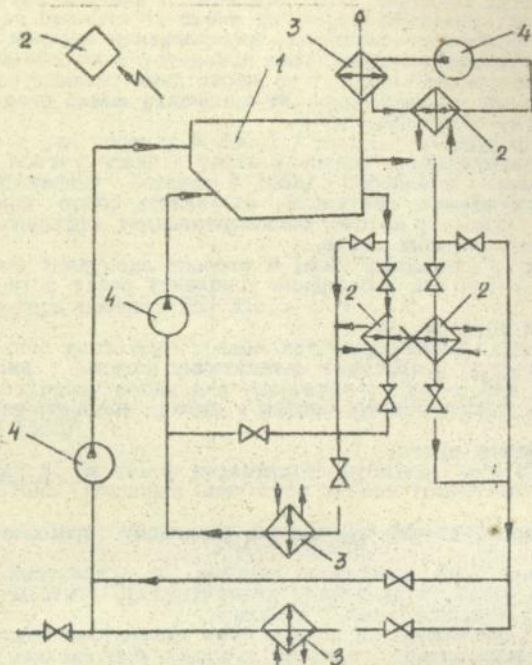


Рис. 1. Узагальнена принципова схема теплоакumuлюючої системи ЕУ МТС:

1 - ДВЗ; 2 - теплоий акумулятор; 3 - теплообмінник; 4 - насос

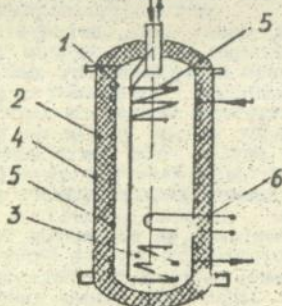


Рис. 2. Принципова конструктивна схема теплового акумулятора:

1 - циліндричний корпус; 2 - теплоізоляція; 3 - теплоакumuлюючий матеріал; 4 - легкий корпус; 5 - азійовина; 6 - трубчастий електронагрівник

За основний критерій ефективності теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден прийнято відносну масу системи:

$$\bar{M} = \frac{M}{\Delta B},$$

де M - маса теплоакumuлюючої системи; ΔB - абсолютна величина економії пального завдяки застосуванню теплоакumuлюючої системи.

Маса теплоакumuлюючої системи являє собою суму мас теплових акумуляторів, які застосовуються в системі, і допоміжного устаткування:

$$M = \sum_{i=1}^n M_{TA}^i + M_0,$$

де M_{TA} - маса теплового акумулятора; M_0 - маса допоміжного устаткування.

У загальному випадку, вводячи в алгоритм розрахунку теплових акумуляторів ознаки їх конструктивного виконання, одержано моделі ряду теплоакumuлюючих пристроїв, маса теплоакumuлюючого матеріалу яких визначилась по залежності:

$$M_{TA} = \left[\frac{1}{q_{TA}^1} \left(\frac{a_1 \varphi_1}{1 - \varphi_1} \right) + \frac{1}{q_{TA}^2} \left(\frac{a_2 \varphi_2}{1 - \varphi_2} \right) + \frac{1}{q_{TA}^3} \left(\frac{a_3 \varphi_3}{1 - \varphi_3} \right) + \frac{1}{q_{TA}^4} \left(\frac{a_4 \varphi_4}{1 - \varphi_4} \right) + \frac{1}{q_{TA}^5} \left(\frac{a_5 \varphi_5}{1 - \varphi_5} \right) \right] Q_p \int_0^T N d\tau,$$

де q_{TA}^i - питома енергоємність теплоакumuлюючого матеріалу; a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 - відносні величини складових теплового балансу ЛВЗ; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5$ - коефіцієнти, які диференційовано характеризують ефективність використання тепла системою акумулявання; Q_p - найнижча температура згоряння пального;

g_e - питомі витрати пального; N_e - потужність ДВЗ; τ - період роботи ДВЗ /заряджання системи/.

Взаємозв'язок параметрів елементів системи здійснювався на підставі відом. л теоретичних та експериментальних досліджень теплових акумуляторів з урахуванням нестационарності процесів, обумовлених їх остиганням, і параметрів двигуна внутрішнього згоряння:

$$\frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_{\text{ак}}} = \frac{\varepsilon_e \cdot \frac{2\pi L_c \lambda_w}{\ln \frac{d_2}{d_1}} \int_0^{\tau} \Delta T d\tau + \varepsilon_e \cdot \frac{\pi \lambda_w}{\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}} \int_0^{\tau} \Delta T d\tau}{Q_p \int_0^{\tau} \eta_{\text{ак}} g_e N_e d\tau}$$

де ε_e - коефіцієнт ефективної теплопровідності; L_c - довжина циліндричної частини теплового акумулятор; λ_w - коефіцієнт теплопровідності; d_1, d_2 - характерні діаметри теплового акумулятора; ΔT - температурний градієнт; τ - період автономності теплового акумулятора; $\eta_{\text{ак}}$ - ефективність суднової системи акумулявання.

Маса міцного корпусу, теплоізоляції теплового акумулятора, теплообмінних поверхонь, арматури визначались за відомими залежностями.

У разі цільового використання акумуляованого тепла теплоакумуляторної системи у складі Б. МТС застосовувались залежності, які забезпечують визначення потрібної енергоємності системи:

$$Q_{\text{об}} = (M_1, M_2) \Delta H(T_w) \mp 2z\rho(D + 4K_w)[2k_s S + 2\delta_w] \Delta H;$$

$$Q_M = Q_p k_M \frac{\Delta T_3}{\Delta T} \int_0^{\tau} a_n g_e N_e d\tau;$$

$$Q_T = C_{pa} \Delta T_n \int_0^{T_n} g_0 N_0 d\tau;$$

$$Q_{то} = \sum_{i=1}^n k_i q_{i,то}; \quad Q_{кв} = n_0 q_{кв}$$

де $Q_{об}$, $Q_{н}$, Q_T , $Q_{то}$, $Q_{кв}$ - кількість тепла, необхідна для нагріву елементів позаоболонкового простору ДВЗ, масла, пального, затрачуваного на проведення технічного обслуговування гудових пристроїв і госпос. тов. потреби, відповідно; Z - кількість пошнів двигуна; ρ - густина матеріалу корпусу двигуна; $\delta_{ст}$, $\delta_{дл}$ - товщини металевих елементів корпусів та водільної оболонки; S - чисота ходу поршня; k_M - коефіцієнт висоти втулки циліндра; D - діаметр поршня; ΔH - різниця ентальпій корпусу ДВЗ у розігрітому й холодному станах; k_n - коефіцієнт запасу; ΔT_n , ΔT - градієнт температур підігріву масла та різниця температур на вході і виході масла з ДВЗ; T_n - час передпускової роботи масляного насоса; C_p - теплоємність пального; ΔT_n^T - різниця температур нагріву пального; n - кількість членів екіпажу; $q_{i,то}$, $q_{кв}$ - питомі витрати тепла на обслуговування механізмів і госпобутові потреби.

За додатковий зважених ефективності системи прийнято її питому масу:

$$m = \frac{M}{N_e \tau}$$

Розроблена математична модель стала основою алгоритму, реалізованого у вигляді програми стосовно персональних комп'ютерів типу РС/XT.

Проведена перевірка адекватності математичної моделі показала

задовільну згідність з фізичними явищами, які відбуваються, що дало змогу зробити висновок про можливість її застосування для подальших теоретичних досліджень, спрямованих на визначення ефективності теплоакumuлюючих систем у складі ЕУ МТС.

У третьому розділі описується розроблений експериментальний зразок теплоакumuлюючої системи, стендів для її досліджень, наведено результати експериментальних досліджень, методику їх проведення, визначення похибок.

На рис. 3 наведено загальний вигляд основи го елемента теплоакumuлюючої системи - експериментального зразка теплового акумулятора, а в таблиці - його основні характеристики.

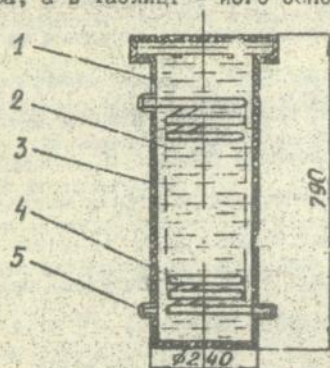


Рис. 3. Загальний вигляд ТА:
1 - міцний корпус; 2 - теплоакumuлюючий матеріал; 3 - теплоізоляція; 4 - шарийовик; 5 - штуцер

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОВОГО АКУМУЛЯТОРА

Таблиця 7

Параметр	Розмірність	значення
Максимальна енергоємність:	кДж	
ТАМ - вода		10349
ТАМ - масло		7120
Маса ТАМ:	кг	
вода		25
масло		22
Маса корпусу	кг	18,5
Маса теплоізоляції	кг	1

З метою забезпечення вирішення поставлених завдань експериментальні дослідження теплоакумулюючої системи і теплового акумулята за було проведено на експериментальному вібраційному стенді, на розробленому експериментальному стенді, що моделює умови качки судна, у складі суднової енергетичної установки судна проекту № І462 /рис. 4.../.

Роботи по дослідженню теплоакумулюючої системи та її елементів проводилися за кілька етапів, на кожному з яких вирішувалися завдання, визначені метою етапу та експериментальних досліджень у цілому.

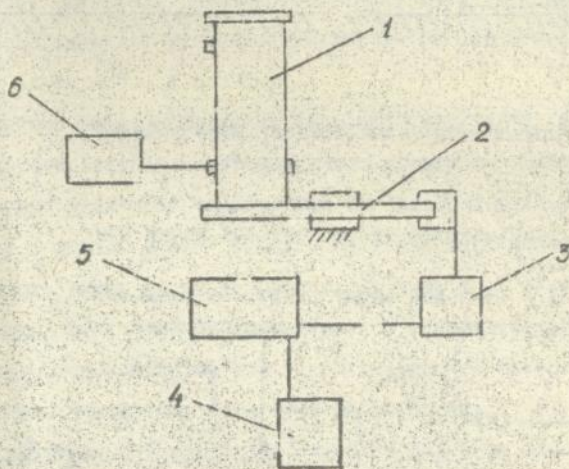


Рис. 4. Принципова схема вібраційного стенда для досліджень ТАС:

- 1 - тепловий акумулятор; 2 - диск;
- 3 - вібратор; 4 - блок збудження;
- 5 - вимірювальний блок; 6 - керу-
вальний прилад А565

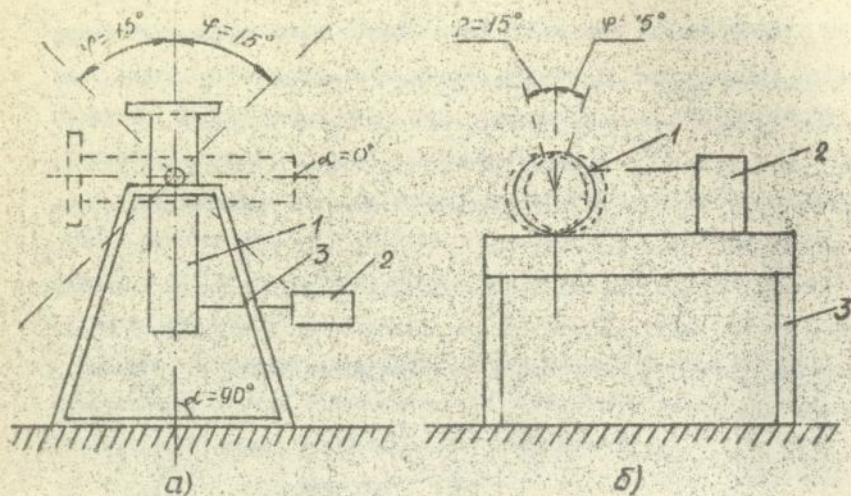


Рис. 5. Принципова схема стенда, який моделює умови качки судна:

а/ - універсальний стенд; б/ - стенд який моделює умови бортової качки при $\alpha = 0^\circ$

1 - тепловий акумулятор; 2 - блок вимірювальний; 3 - металоконструкція

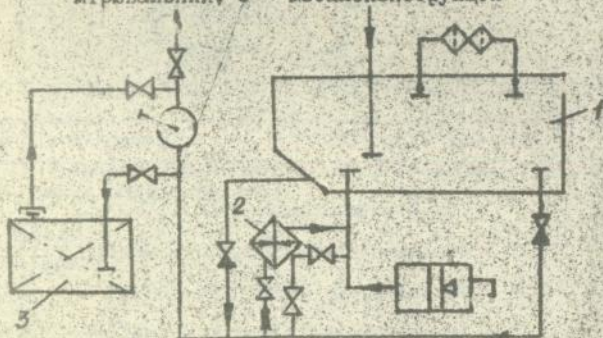


Рис. 6. Принципова схема експериментальної тепло-акумуляючої системи в складі енергетичної установки судна пресекту № 1462;

1 - ДВЗ; 2 - тепловий акумулятор; 3 - бак

дослідження характеристик теплоакмулюючих систем згідно з розробленою методикою виконано стосовно теплоакмулюючих систем, що використовують у своєму складі як теплоакмулюючі матеріали волю позабоблонкового простору дизеля і масло.

Експериментальні дослідження на вібраційному стенді було проведено двома основними етапами.

На першому етапі було одержано осцилограмні характеристики теплового акумулятора, а саме: досліджено залежності зміни енергоємності теплоакмулюючої системи /теплового акумулятора/ в функції часу її автономності в залежності від початкової температури теплоакмулюючого матеріалу, використуваного ТАМ, ступеня заповнення теплового акумулятора теплоакмулюючим матеріалом, орієнтації теплового акумулятора в просторі.

На другому етапі досліджень тепловий акумулятор встановлюється на жорстк. закріпленому диску і піддається вібраційному впливу в широкому діапазоні частот /від 150 до 1500 Гц/. При цьому в процесі першого етапу досліджень змінювалась орієнтація теплового акумулятора в просторі /г. згідно з симетрією ТАМ, орієнтація аксилярна лінії горизонтально - $\alpha = 90^\circ$ і паралельна осі $\beta = 0^\circ$, ступінь заповнення його об'єму теплоакмулюючим матеріалом, початкова температура теплоакмулюючого матеріалу.

Експериментальні дослідження виконано для двох основних видів качки судна - бортової та кильової за умови різної орієнтації теплового акумулятора в просторі, застосування різних ТАМ, а також при різному ступені заповнення теплового акумулятора теплоакмулюючим матеріалом.

Одним з основних етапів експериментальних досліджень був етап досліджень роботи теплоакмулюючої системи в складі суднової енергетичної установки.

Що проведеної цього етапу експериментальних досліджень дослідни зразок системи встановлювався в машинно-котельному відділенні судна проекту № І462 і з'єднувався з допомогою тру з приводів зі штатною системою змащення дизеля ЗЧСН І8/22.

Після запуску двигуна і його роботи протягом часу, який забезпечував прогрів основних деталей циліндр-поршневої групи, води в позаболонковому просторі і масла до даних параметрів, які дають змогу приймати навантаження, дизель шляхом ступінчастого прийняття навантаження виходив на номінальну потужність, потім зупинявся.

Нагріте масло з картера дизеля перекачувалося у тепловий акумулятор теплоакуюючої системи.

При досягненні температури масла в картері дизеля 233К перед пуском дизеля в його картер направлялось масло, що містилося у тепловому акумуляторі, після чого проводився повторний його пуск. За фіксованим дією дизеля тиском масла, при якому можливе прийняття навантаження, визначався час роботи дизеля в режимі "прогрів" при використанні теплоакуюючої системи. Одержане значення порівнювалось зі значенням часу роботи дизеля в режимі прогріву без використання теплоакуюючої системи.

На рис. 7...9 наведено деякі результати експериментальних досліджень, які показали: розрахункові значення енергоємності систем у процесі їх експлуатації задовільно узгоджуються і одержаними експериментальними даними; умови качки судна істотно впливають на зміну енергоємності теплоакуюючих систем /до 50% порівняно з статичним остиганням/ у разі розташування теплового акумулятора даного типу при $\alpha = 0$ і його частковим заповненням теплоакуюючим матеріалом; експериментально підтверджено ефективність використання теплоакуюючих систем у складі енергетич-

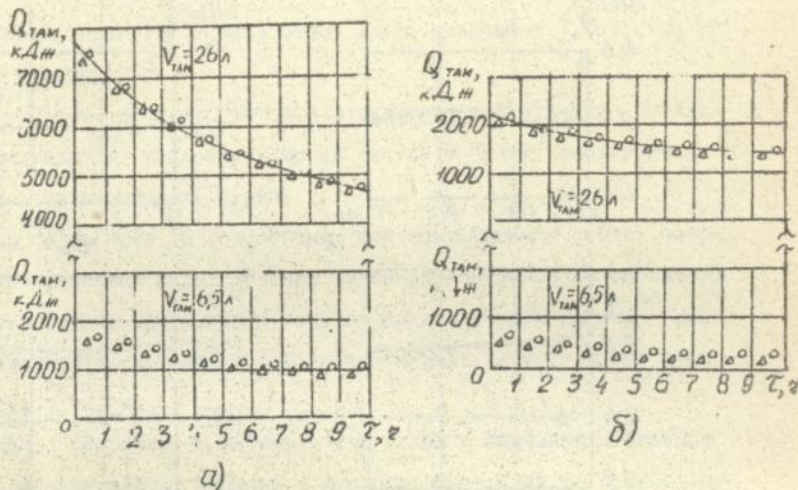


Рис. 7. Енергоємність теплового акумулятора в процесі остигання:
 а/ - ТАВ - охолоджувальна вода; б/ - ТАМ - масло;
 о - $\alpha = 90^\circ$; Δ - $\alpha = 0^\circ$; — - розрахункові значення

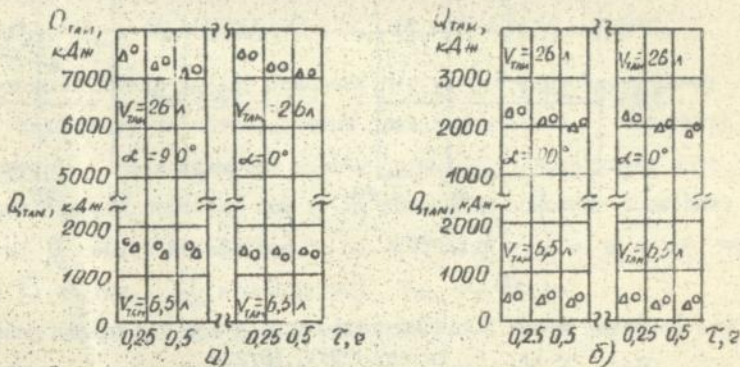


Рис. 8. Зміна енергоємності експериментальної системи при дослідженнях на вібродетонді:
 а/ - ТАВ - охолоджувальна вода; б/ - ТАМ - масло;
 о = 150 Гц; Δ = 1500 Гц

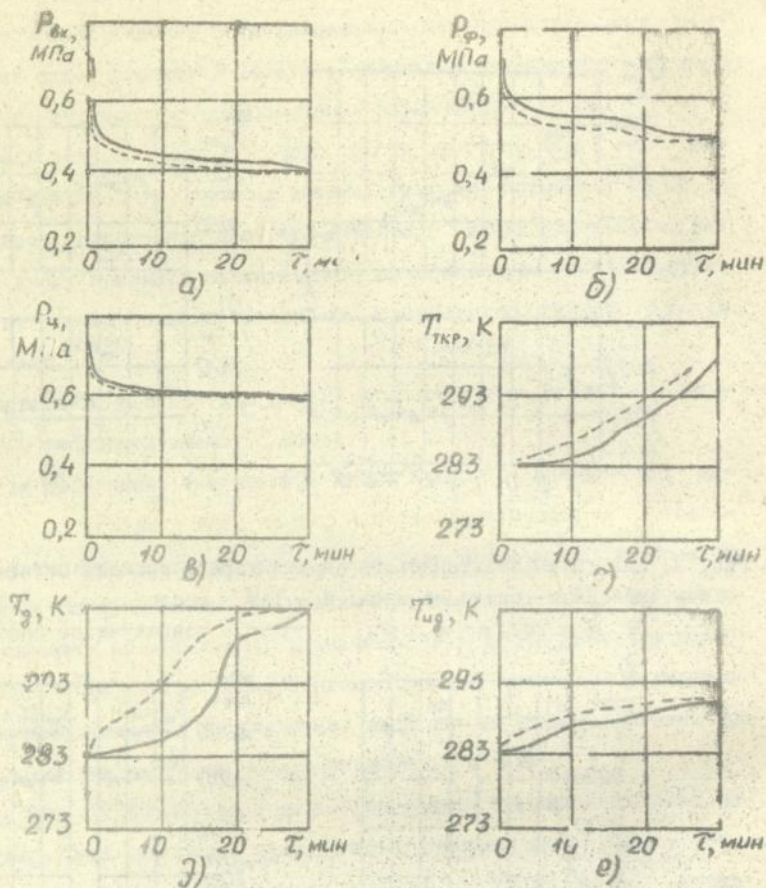


Рис. 9. Зміна тиску і температури масла в процесі прогріву
 дизеля БЧНСІ ІВ/22:
 _____ без ТАС; _____ з ТАС;
 тиск масла: а/-перед дизелем; б/- перед фільтром;
 в/- перед центрифугою;
 температура масла: г) ТКР; д) - на вході в дизель;
 е) - на виході з дизеля

них установок малотоннажних суден; досягнута економія пального лише на режимі прогріву дизеля БЧНСН І8/22 становила 1,25...1,5 кг за один пуск.

У четвертому розділі зв'язано результати теоретичних досліджень ефективності теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден.

Вибір параметрів І5 розроблених теп акумулюючих систем енергетичних установок малотоннажних суден здійснювався на основі розв'язання задачі оптимізації, яка зводиться до обчислення значень параметрів системи, які б забезпечували їй мінімальну відносну масу.

Згідно з розробленою математичною моделлю значення відносною маси теплоакumuлюючої системи є функцією постійних та оптимізовуваних параметрів:

$$\bar{M} = f(N_e, \tau, \zeta_o, d, \delta_{u1}, \rho_o, \rho_{nk}, T_n, T_{oc}, t_{nk}, \rho_{u1}, \rho_{nk}, \rho_{u2}, \alpha_\delta, \alpha_{u1}, \alpha_o, \alpha_r, \alpha_{nk}, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \varphi_5)$$

Проведена оцінка впливу основних параметрів теплоакumuлюючої системи тала змогу за оптимізований прийняти діаметр теплового акумулятора, зв'язку з чим задачу оптимізації розв'язано методом послідовного перебору при тих значеннях основних постійних величин: $\rho_o = 0,5$ кг/кВт.год.; $T_{oc} = 273$ К; $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4 = \varphi_5 = 0,9$; $\zeta_o = 4$ гол.; $\rho_{nk} = 7800$ кг/м³; $t_{nk} = 0,005$ м.

Зміна потужності ДВЗ була в межах 10...500 кВт з періодом акумулювання, що забезпечував значення показника $N_e \tau = 10...100$ кВт.год.

На рис. 10 наведено основні параметри деяких видів теплоакumuлюючих систем. Для прийнятих діапазонів зміни значень потужно-

сті вигуна внутрішнього згоряння, періоду його роботи, автономності теплоакumuлюючої системи і постійних величин залежно від виду системи. Ідносна маса теплоакumuлюючих систем лежить у межах 127...70 кг/кВт(г).

На підставі вагових співвідношень, $K_{гис} = \frac{M}{n}$, де V_n - водотоннажні в судна порожняком/ показано що застосування теплоакumuлюючих систем у складі малотоннажних суден різного цільового призначення не справляє істотного впливу на їх масові характеристики.

Встановлено вплив нерозрахункового періоду автономності на ефективність теплоакumuлюючих систем.

Показано, що важливим резервом зниження затрат при модернізації суден з метою використання їх у складі теплоакumuлюючих систем є технічна можливість використання тепловими акумуляторами штатних цистерн.

У п'ятому розділі виведено результати розробки принципів схеми включення теплоакumuлюючих систем до складу енергетичних установок проєктів № 2064I, № I462.

Визначено параметри теплового акумулятора теплоакumuлюючої системи стосовно судна № I462.

На прикладі судна РВІ 376 показано ефективність використання теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

I. Застосування теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок малотоннажних суден є одним з перспективних напрямів і підвищення їх швидкості економічності.

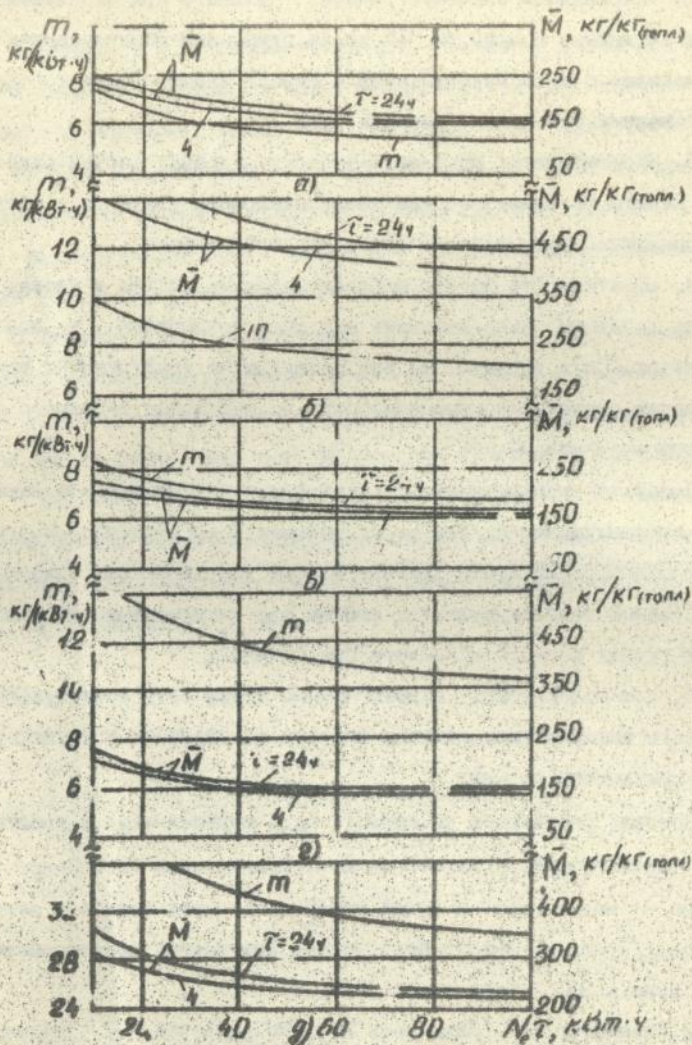


Рис. 10. Основні параметри теплоакмулюючих систем:
 а/- ТАС 1; б/- ТАС 2; в/- ТАС 3; г/- ТАС 4;
 д/- ТАС 5.

2. Максимальне значення економії пального при експлуатації теплоакumuлюючих систем /до 17 кг за один цикл акумулювання/ може досягатися шляхом використання в складі енергетичних установок малотоннажних суден комбінованих ТАС.

3. Масогабаритні показники теплоакumuлюючих систем задовольняють вимоги Регістру, що дає змогу використовувати їх у складі малотоннажних суден різного цільового призначення.

4. Ефективність роботи теплоакumuлюючих систем в умовах качки судна істотним чином залежить від кута встановлення теплового акумулятора. Слід вважати, що для розглянутих конструкцій теплоакumuлюючих систем рекомендований кут встановлення теплового акумулятора має бути $\alpha = 90^\circ$.

5. Отримане експериментальне підтвердження ефективного використання теплоакumuлюючих систем на режимах переддусового прогріву двигуна 6ЧНСП ІВ/22 судна проекту № 1462 дає змогу реєструвати застосування теплоакumuлюючих систем для використання на малотоннажних судах різного цільового призначення.

6. При модернізації малотоннажних суден слід враховувати можливість використання штатних цистерн як теплових акумуляторів теплоакumuлюючих систем.

Основні результати дисертації будуть опубліковані в роботах:

1. Левенберг В. Д., Харитонов В. Н., Роменовська І. Г. Енергосбереження на малотоннажних судах путем применення теплових акумуляторів. // Проблеми енергосбереження в автономних електроенергетиках: Тез. докл. конф. - Севастополь, 1991.

2. Левенберг В. Д., Харитонов В. Н., Роменовська І. Г. Юв. шенне ефективности дизельных установок малотоннажных судов путем применення теплоаккумулирующего и точника энергии // Судовые двигатели установки: Сб. науч. тр. - Николаев: И.И., 1991.

3. Левенберг В.Д., Романовская Н.Г. Повышение топливной экономичности дизельных установок малотоннажных судов // Плазменное воспламенение и сжигание топлив: Тез. докл. конф. - Николаев, 1991.

4. Жуклов В.П., Загребский Я.И.В., Романовская Н.Г. Методика расчета эффективности рабочего процесса судовых ДВС при сжигании в них топлив различного состава и качества // Плазменное воспламенение и сжигание топлив: Тез. докл. конф. - Николаев, 1991.

5. Харитонов Ю.А., Романовская Н.Г. К оценке эффективности использования теплоаккумулирующего источника энергии в составе энергетических установок малотоннажных судов // Охрана окружающей среды и труд в судостроении и машиностроении: Сб. науч. тр. - Николаев: Н.И., 1991.

6. Левенберг В.Д., Харитонов Ю.А., Романовская Н.Г. Математическое моделирование теплоаккумулирующих систем в составе энергетических установок малотоннажных судов // Судовое энергомашиностроение: Сб. науч. тр. - Николаев: Н.И., 1993.

Романовская Л.Г. "Повышение эффективности энергетических установок малотоннажных судов путем применения теплоаккумулирующих систем".

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.05 – судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные), Украинский Государственный Морской Технический Университет, г. Николаев, 1994г.

Защищаются результаты теоретических исследований эффективности теплоаккумулирующих систем (ТАС) в составе энергетических установок малотоннажных судов, а также результаты экспериментальных исследований. Установлено, что применение ТАС в составе ЗУМТС является одним из перспективных направлений повышения их топливной экономичности. Максимальное значение экономии топлива может достигаться путем использования комбинированных ТАС. В условиях качки судна рекомендуемый угол установки теплового аккумулятора должен составлять 90° . Полученное экспериментальное подтверждение эффективности использования ТАС на режимах предпускового прогрева двигателя 6ЧКП 18/22 судна пр. №1462 позволяет рекомендовать применение ТАС для использования на малотоннажных судах различного целевого назначения.

ROMANOVSKAYA L. G. "THE IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF SMALL-TONNAGE VESSEL POWER PLANTS BY USING HEAT-ACCUMULATING SYSTEMS".

The dissertation for the degree of Candidate of Technical Science on the speciality 05.08.05 – Ship's Power Plants and their elements (main and auxiliary), Ukrainian State Maritime Technical University, Mykolaiv, 1994.

The results of the theoretical and experimental research of the efficiency of heat-accumulating systems as a component of small-tonnage vessels power-plants are discussed. It has been discovered that the application of heat-accumulating systems as a component of the power-plants of small-tonnage vessels is one of the prospective trends in the increasing their fuel efficiency. Maximum fuel-saving can be obtained using combined heat-accumulating systems. In the motion the recommended angle of heat accumulator must be 90° . The experimental proof of the efficiency of the application of heat-accumulating system in the regime of pre-starting warm-up of 6ЧКП18/22 engine of 1462 design vessels allows to recommend the use of heat-accumulating systems for multi-purpose small-tonnage vessels.

Ключові слова: енергетична установка, малотоннажне судно, теплоаккумулююча система, тепловий акумулятор.

AB 31.238
AB 31.238