

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР
ОДЕССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ МОРСКОГО ФЛОТА

На правах рукописи

УДК 621.431.74.004.13.001.2(043.3)

КУЗЮШИН

Аркадий Яковлевич

РЕЖИМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК
ПРОМЫСЛОВЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ РАСЧЕТ

Специальность 05.08.05 - Судовые энергетические
установки и их элементы
(главные и вспомогательные)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1988

Работа выполнена на кафедре "Двигатели внутреннего сгорания" Одесского ордена Трудового Красного Знамени института инженеров морского флота.

Научный руководитель - заслуженный деятель науки УССР, доктор технических наук, профессор **В. И. НЕВЕСНОВ**

Официальные оппоненты - заслуженный работник высшей школы УССР, доктор технических наук, профессор **Г. А. КОНАКОВ**

- кандидат технических наук, доцент **Ю. И. БУРИМЕНКО**

Ведущая организация - ЧПОП "Антарктика" (г. Одесса)

Защита диссертации состоится **"25" февраля 1989 г.**

в **14.00** часов в специализированном зале морского флота, **з. 34).**

Секретарь в библиотеке института. **10/2 1989 г.**

Л. В. КНЯЗЕВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Техническое перевооружение на научной основе флота рыбной промышленности должно ускорить освоение жизненно важных ресурсов Мирового океана. Особое место в этом перевооружении принадлежит дизельным и дизель-электрическим комплексам промисловых судов "судно-траг", работающим на различных эксплуатационных режимах в сложных промисловых условиях.

Теоретические исследования систем промисловое судно - орудие с объектами добычи - окружающая среда находятся в настоящее время в стадии научного поиска на пути к разработке общей теории комплексов промисловых судов. Результаты этих исследований приведены в отчетах научно-исследовательских организаций и опубликованы в форме статей, в которых расчетные схемы систем "судно-траг" не содержат энергетической части комплекса промислового судна. Главные и вспомогательные двигатели и передачи, валогенераторы-валомоторы, механизмы изменения шага винта и другие элементы энергетического комплекса судна исключаются из рассмотрения; ваер представляется в виде шарнирных звеньев или жесткого стержня с шарнирами на концах; тяга винта описывается линейной функцией угла разворота его лопастей; сила сопротивления воды движению судна - линейной функцией скорости; не учитывается также перераспределение мощности по элементам комплекса и его энергетическим, промисловым, технологическим и общесудовым механизмами и т.д. Все это не позволяет с достаточной полнотой изучать процессы совместной работы элементов комплекса, а тем более автоматизировать управление этими процессами. Следующим недостатком почти



Всех выполненных исследований для конкретных комплексов промышленных судов является невозможность распространения полученных результатов научных разработок на остальные типы судов, в частности, модернизируемых, подлежащих постройке и проектируемых комплексов.

Чтобы охватить в данной работе все перечисленные комплексы судов отечественной и зарубежной постройки, иметь возможность распространять результаты исследований на все элементы и комплексы других типов судов с учетом промышленных условий их эксплуатации, были приняты следующие направления и последовательность разработки темы согласно исследованиям автора и проф. В. И. Несенцова.

Дизельные и дизель-электрические установки в энергетической системе промышленных и транспортных судов отечественной и зарубежной морской промышленности представлены на производственных условиях эксплуатации в различных промышленных, транспортных условиях и технологических ситуациях двумя обобщенными комплексами - энергетическим и промышленным. Исследованиями эксплуатационных режимов указанных комплексов впервые подлжет обобщенная пропульсивная система: главные и вспомогательные двигатели - передачи - гребные винты - рули с подруливающими устройствами - промышленные, технологические, общесудовые механизмы в системе корпуса судна - обобщенное орудие промывла с объектами добычи - окружающая среда, т.е. навигационная и промывловая обстановка, условия и режимы эксплуатации элементов комплекса, добычи, технологической переработки и доставки в порт продукции и сырья, а также различные производственные ситуации. Энергетической частью указанной системы является обобщенный дизельный

комплекс, для которого обобщенный промышленный комплекс представляется факторами промышленных и технологических нагрузок. Такая обобщенная структура пропульсивной системы позволяет на основе перераспределения мощности по элементам обобщенного комплекса устанавливать любые изменения в системе, а результаты исследований переносить на другие типы комплексов. Следовательно, актуальными в данной постановке являются разработка теории и общего метода расчета установившихся и переходных (малых и больших) режимов работы энергетических дизельных установок промышленных комплексов с учетом условий их эксплуатации.

Цель работы:

разработка теории, общего метода расчета режимных процессов и показателей, исследование эксплуатационных режимов работы дизельных энергетических установок промышленных судов; разработка линейной теории переходных режимов дизельных промышленных комплексов, получение квадратур и их расчет; разработка теории и исследование переходных режимов дизельных промышленных комплексов в нелинейной постановке; аналитическое, графическое и табличное представление результатов исследования для практического пользования.

Основные результаты работы.

1. Получены на основании обобщенных структурных схем комплексов обобщенные характеристики рабочего процесса судовых дизелей и характеристики промышленных факторов энергетических судовых установок.

2. Разработаны теории установившихся режимов дизельных промышленных комплексов, аналитический и графический методы исследования и расчета режимных приращений и показателей ра-

Огня комплекса для различных условий эксплуатации.

3. Разработана линейная теория переходных режимов работы дизельных промысловых комплексов, получены квадратуры для типовых комплексов и их расчет для комплексов типовых СЧС-150.

4. Разработана в нелинейной постановке математическая модель дизельных комплексов РТМ и РТМ-С, на которой исследовано влияние на режимные показатели отдельных параметров комплекса в переходном процессе.

5. Получены аппроксимирующие зависимости режимных параметров и показателей средних результатов натурных испытаний комплексов СЧС на режимах тратления, свободного хода, хода в балласте и с грузом.

6. Исследовано влияние производственных факторов и конструктивных элементов комплекса на изменение показателей эксплуатационных режимов работы дизельных типовых комплексов.

7. Выполнены аналитические и графические разработки теоретических расчетов коэффициентов влияния конкретных комплексов промысловых судов.

8. Разработаны методики проведения натурных испытаний комплексов СЧС 12-12, определения потребностей теоретических и опытных результатов.

9. Получено экспериментальное подтверждение результатов исследования.

Методы исследования. Теория и расчет эксплуатационных режимов комплексов выполнены методом вариаций, аппроксимированными зависимостями характеристик дизельных промысловых комплексов и зависимостями для оценки теоретических и натурных результатов исследования. Малые переходные процессы

комплексов, их квадратуры и расчет рассмотрены в линейной теории переходных режимов. Динамика переходных процессов выполнена в нелинейной постановке на ЭВМ по специально разработанной программе решения и исследования математической модели комплексов РТМ и РТМ-С.

Научная новизна. Результаты исследования устанавливаются: теорию и общий метод расчета в вариациях изменения параметров показателей работы дизельных промысловых комплексов на установившихся режимах эксплуатации;

линейную теорию переходных процессов дизельных промысловых комплексов, квадратуры и расчет показателей на неустановившихся режимах работы в условиях эксплуатации;

нелинейную теорию и расчет показателей переходных режимов работы дизельных промысловых комплексов;

развитие метода малых отклонений, линейной теории и динамики переходных режимов, получение надежных результатов и коэффициентов влияния на основании исследования обобщенной энергетической системы дизельных промысловых судов с орудиями и объектами добычи при различных вариантах их эксплуатации в условиях промысла.

Автор также защищает:

методики проведения натурных испытаний комплексов СЧС, определения потребностей теоретических и опытных результатов исследования;

новые результаты теоретических и натурных исследований произвольных режимов работы дизельных промысловых комплексов, выполненных в подтверждение теории и методов расчета режимных показателей;

методику и новый графический расчет режимных параметров

и показателей дизельных промысловых комплексов на эксплуатационных режимах работы;

новые эмпирические зависимости обобщенных характеристик рабочего процесса судовых дизелей и производственных факторов дизельных промысловых комплексов;

новые аналитические и графические разработки теоретических расчетов и их коэффициентов влияния;

новые результаты исследования влияния производственных факторов эксплуатационных режимов работы различных промысловых комплексов на изменение показателей дизельной энергетической установки;

новые результаты исследования влияния отдельных структурных и производственных факторов в переходных процессах на режимные показатели дизельных промысловых комплексов;

аналитическое, графическое и табличное представление результатов исследования.

Практическая ценность. При эксплуатации, модернизации и проектировании дизельных промысловых комплексов можно назначать, выбирать и определять оптимальные варианты инженерных решений без особых на это материальных затрат. Разработанные методы расчета режимных показателей позволяют:

протнотизировать режимы работы комплексов, т.е. подучать их расчетным путем еще в стадии проектирования для заданных условий эксплуатации;

диагностировать и поддерживать эксплуатационное состояние комплексов по измененным режимным показателям;

рационально эксплуатировать комплексы, а именно, по известным изменениям производственных факторов устанавливать режимные показатели или устанавливать изменение производст-

ренных факторов по нарушениям режима работы комплекса и назначать оптимальные соотношения эксплуатационной нагрузки и рабочих параметров.

Реализация в промышленности. Результаты разработок и исследования использованы Калининградским ЦКГБ и НПО промышленности Министерства пищевой промышленности, Черноморским ЦПКБ Министерства морского флота, Московским СКГБ Главноморсударства Министерства транспортного строительства, отделами судовой механических служб производственных объединений и утверждены Инспекцией морского регистра Черноморско-Азовского бассейна.

От внедрения работы получены экономические эффекты:

2, 7 - 4, 75 тысяч рублей по Одесскому РКС;

156, 4 тысяч рублей по крупнотоннажному флоту ЦПОРП "Антарктика";

34 тысяч рублей по теме № 77031983, УДК 629.

Г24.72.004.13.001.5;

348, 7 тысяч рублей от реконструкции судов ЧТФ Министерства транспортного строительства;

Апробация работы. Основные результаты работы опубликованы в тринадцати научных статьях и одной монографии. Материалы публикаций обсуждались на научных конференциях Одесского института инженеров морского флота (1974 - 1977 гг.), Юбилейной научной конференции НИИ (Г. Николаев), посвященной 50-летию Советской власти на Украине, АН УССР в 1977 г., проводимой в ОИИМФ'е, Одесского филиала АН СССР по теории машин и механизмов (1972 - 1987 гг.), а также на заседаниях и научных семинарах кафедры ТММ и ДМ ОИИМФ'а (1972 - 1987 гг.).

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех

глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Основной текст изложен на 137 страницах, имеет 36 рисунков, 14 таблиц. Приложения содержат 104 страниц, 50 рисунков, 10 таблиц.

В диссертации приняты обозначения:

- \bar{J} - режимный показатель комплекса;
- δ - знак приращения параметра;
- σ - знак исходного режима;
- \bar{K}_T, \bar{J} и \bar{J} - изменение текущих режимных показателей относительно их начальных и номинального режимов;
- $K_1, K_{ij}, A_i, A_j, \beta_i, \beta_j$ - коэффициенты влияния;
- Φ_i - суммы произведений коэффициентов влияния на факторы производственных факторов;
- N_i, N_e, h_p, ω и N - индикаторная, эффективная мощности, ход рейки топливных насосов, угловая скорость и час-тога вращения коленчатого вала двигателя;
- η_m, p_i, α и η_n - механический КПД, среднее индикаторное давление, коэффициенты избытка и наполнения воздуха в цилиндре двигателя;
- q_i, q_e и V - индикаторный, эффективный и на милью хода комплекса удельные расходы топлива на двигатель;
- G_j, T_j, \bar{J}_j и η_j - весовой расход, абсолютная температура, степень изменения давления и адиабатические КПД нагревателей воздуха;
- G_b и $P_{нк}$ - весовой расход и избыточное давление продувочного воздуха на номинальном режиме;
- K_{ji}, a_j, Q_j - коэффициенты системы дифференциальных уравнений комплексов;
- v, v_e и R - скорость движения комплекса, тяга греб-

ного винта и буксировочное сопротивление судна;

v_x, v_y, T_x, T_y и R_x, R_y - скорости, силы натяжения вавров и буксировочные сопротивления орудия с объектами про-мысла в направленных движения осей x и y ;

M_2, M_3 и M_1 - приведенные движущие моменты двига-теля, индукционной муфты и гребной лебедки;

M_c, T_c и $M_{пт}$ - приведенные моменты сопротивления вращению гребного винта, барабана гребной лебедки и трения главной передачи мощности к гребным винтам;

G - углообъемная сила орудия с объектами добычи;

ω_1 и N_1 - угловая скорость и частота вращения гребного винта;

- ω_1 - угловая скорость барабана гребной лебедки;
- $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_\omega, \epsilon_{\lambda, \lambda_1}$ - коэффициенты;
- T_r - горизонтальная проекция силы натяжения вавра;
- v_b - скорость выборки вавра;

$$\tau = \frac{R \cdot t}{m(1+\lambda)v'}$$

m, λ, t - масса судна, присоединенная масса воды, время.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы и определены цель исследования, новизна разработок и их практическая значимость и структура диссертации.

В первой главе рассмотрен дизельный обобщенный комплекс на эксплуатационных режимах работы. Получены уравнения: режимных приращений

$$SN_{\xi} = \begin{cases} \kappa_N S(N; \eta_i) - \kappa_N [\delta(GT)_N + \kappa_{N_T} \delta \tau_N - \delta \eta_N] + \kappa_T [\delta(GT)_T + \\ + \kappa_{N_T} S(\tau)_T] - \kappa_N [\delta(GT)_N + \kappa_{N_H} S(\tau)_H - \delta \eta_N] + \kappa'_D S(N)_{D, \Delta} \\ \sum_{\omega=1}^{z_b} (A_{\omega} \delta V - A_{\omega}' \delta N_{\omega})_{\omega} + \phi; \end{cases}$$

- Приращений основных показателей, например,

$$\delta p_i = \left[1 - \frac{1}{\kappa_{\alpha} - 1} \left(1 + \frac{1}{\kappa_{\alpha} \kappa_{\tau} (\kappa_{\alpha} - 1)} \right) \right],$$

$$\delta \alpha = \frac{1}{\frac{1}{\kappa_{\alpha p}} - \kappa_{\alpha}} [\kappa_{\alpha h} \delta h_p - (1 - \kappa'_{\alpha h}) \delta n];$$

$$\delta n_{\alpha} = \begin{cases} SN_{\alpha} - \delta p_i, \\ \frac{1}{1 - \kappa_{\alpha}} \left[\frac{\kappa_{\alpha h}'}{1 - \kappa_{\alpha h}} \delta h_p - \frac{1}{1 - \kappa_{\alpha h}'} \delta \alpha \right], \\ \sum_{\omega=1}^{z_b} \left(\frac{SN_{\omega} - A_{\omega}' \delta V - \phi_1}{A_{\omega}'} \right)_{\omega}; \end{cases}$$

$$\delta \eta = \begin{cases} \kappa_{\eta} \delta n_{\alpha} = \kappa_{\eta} \delta n, \\ \kappa_m (\kappa'_m \delta n_{\alpha} - \delta N_{\alpha}) \end{cases} \text{ и других;}$$

- основных показателей и их коэффициентов влияния $\alpha = \alpha(\bar{n}_i)$, $\eta = \eta(\bar{n}_i)$, $\zeta = \zeta(\bar{n}_i)$, $\zeta = \zeta(\bar{n}_i)$, $\zeta = \zeta(\bar{n}_i)$, $\zeta = \zeta(\bar{n}_i)$, $B = B(\bar{n}_i)$, $\alpha = \alpha(\eta_i)$ согласно исследований проф. Д.А. Поршнева и Т.М. Мелькумова,

$$\eta_{m, \Delta} = \eta_{m, \Delta}(\bar{n}_i), \quad g_i = g_i(\bar{n}_i)$$

согласно исследований проф. Д.А. Фомина и В.С. Семенова, например,

$$\alpha = \frac{\alpha_m + \alpha_0 \bar{n}_0}{2 \bar{n}}, \quad \kappa_{\alpha n} = -1, \quad \bar{n}_0 = \frac{n_0}{n_n}, \quad \bar{n} = \frac{n}{n_n};$$

$$\eta_n = \alpha_{\eta} \left(1 - \frac{b_1 n_n^2 \bar{n}^2}{1 + p_{nk} \bar{n}^4} \right), \quad \kappa_{\eta n} = \frac{2(1 - p_{nk} \bar{n}^4)}{(1 + p_{nk} \bar{n}^4) \left(1 - \frac{1 + p_{nk} \bar{n}^4}{b_1 n_n^2 \bar{n}^2} \right)}$$

и другие;

- приращений мощности и режимных показателей работы конк-ретных огечественных и зарубежных дизельных установок типовых судов рыбной промышленности.

Во второй главе выявлены и описаны факторы производствен-ных сопротивлений промышленных комплексов на эксплуатационных режимах работы. Получены уравнения

$$\text{- приращений показателей промышленных систем}$$

$$A_{\omega} \delta V - \sum_{\omega=1}^{z_b} (A_{\omega} \delta n_{\omega})_{\omega} = \phi$$

$$\text{- режимных приращений нагрузок}$$

$$\delta N_{\alpha} = \kappa_{N_{\alpha}} \delta V + \kappa_{N_{\alpha p}} \delta \phi_{N_{\alpha}},$$

$$\delta N_{\alpha} = (1 + A_{\omega}) \delta V + A_{\omega} \delta \phi_{N_{\alpha}};$$

и показана на конкретном примере методика расчета приращений. В третьей главе представлены эксплуатационные режимы ра-боты дизельных промышленно-энергетических комплексов. Получены и исследованы

$$\text{- общие формулы и методика расчета режимных приращений}$$

$$\delta \tau = b_{h, \tau} \delta h_p - \kappa_{\phi, \tau} \phi - \kappa_{\phi, \tau}' \phi_1$$

или

$$\delta \tau = b_{h, \tau} \delta h_p - b_{\tau}$$

и коэффициенты влияния для основных режимных показателей, например, для δn

$$b_{h_n} = \frac{c'''}{B_n}, K_{\phi_n} = \frac{d\phi_n}{K_n d\phi_n B_n}, K_{\phi_n}' = \frac{1}{K_n B_n}, c''' = K_n (K_m + 1),$$

$$B_n = \frac{1}{K_n} \left(\frac{d\phi_n'}{d\phi_n} \phi_n - \phi_n' \right) - c'', c'' = K_m K_m' + K_n (K_m + 1), K_n = K_n' \times (1 - K_n), K_n = K_n' (1 - K_n) + K_n, K_n = \frac{\partial B}{\partial h_p} \frac{h_p}{B}, K_n' = \frac{\partial B}{\partial n} \frac{n}{B};$$

- Методика и графический расчет режимных приращений комплексов типа СУС-150 при работе различными традами, при ходе с грузом и в балдасте;

- расчет режимных приращений аппроксимирующими зависимостями средних значений параметров по данным натурных испытаний комплексов СУС-150

на переходах в балдасте и с грузом

$$v = v_0 [1 + 0,66(\bar{K}_n - 1)],$$

$$\alpha = 0,707 \alpha_0 (\bar{K}_n - 2,15)^2, \eta_{мд} = \eta_{мд_0} \left(1,525 - \frac{0,525}{\bar{K}_n} \right), p_i = p_{i_0} \frac{1,1572}{2,0815 - \bar{K}_n},$$

$$N_i = N_{i_0} K_{w_i}, N_e = N_{e_0} \left(\frac{\bar{K}_n}{0,625} - 0,6 \right), g_i = g_{i_0} \frac{1,97}{2,97 - \bar{K}_n}, g_e = g_{e_0} \frac{4,071}{5,071 - \bar{K}_n},$$

$$B = B_0 K_{w_0}, \bar{K}_n = \frac{n}{n_0}, K_{w_0} = \frac{\bar{K}_n^2}{0,6944} - 0,44, n = 500 - 750 \text{ и } n_0 = 500 \text{ ос/мин}$$

при работе традами

$$n = n_0 \left(1,434 - \frac{0,434}{K_A} \right), N_e = N_{e_0} \left(1 - \frac{3}{K_A} \right), N_i = N_{i_0} \left(4,2 - \frac{3,2}{K_A} \right), \alpha = \alpha_0 \frac{1,01}{K_A},$$

$$\eta_{мд} = \eta_{мд_0} \left(1,1221 - \frac{0,1221}{K_A} \right), p_i = p_{i_0} \left(3,4 - \frac{2,4}{K_A} \right), B = B_0 (4,6 \bar{K}_A - 0,6),$$

при работе традами

$$g_i = g_{i_0} \times \begin{cases} \frac{3,0746}{4,0746 - \bar{K}_A} & \text{— №1 и 4} \\ \frac{0,2553 \bar{K}_A + 0,7647}{0,2553 \bar{K}_A + 0,7647} & \text{— №2 и 3} \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 4,8436 \\ 5,8436 - \bar{K}_A \\ 102 \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{— №1,} \\ \text{— №4;} \end{array}$$

$$g_e = g_{e_0} \times \left\{ \begin{array}{l} \frac{112 - \bar{K}_A}{1,394} \\ \frac{14,94 - \bar{K}_A}{6,92(\bar{K}_A - 1,085)^2 + 0,95} \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{— №3,} \\ \text{— №2,} \end{array}$$

— №1, 2 и 4,

$$v = v_0 \times \left\{ \begin{array}{l} 1,9 - \frac{0,9}{K_A} \\ 1,505 - \frac{0,505}{K_A} \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{— №3,} \\ \text{— №5 и 6; } K_n = \frac{A}{R_0}, n_0 = \frac{580 \text{ ос}}{\text{мин}}; \end{array}$$

— №5 и 6; $K_n = \frac{A}{R_0}, n_0 = \frac{580 \text{ ос}}{\text{мин}};$

- Выполнены экспериментальные подтверждения теоретических исследований, определены погрешности теоретических и натуральных результатов, а также результаты исследования эксплуатации режимов дизельных промисловых комплексов в аналитической, графической и табличной формах.

В четвертой главе дана теория переходных режимов работы дизельных промисловых комплексов. Получены и исследованы линейные дифференциальные уравнения, например, для движения на прямых курсах комплексов с жестким валопроводом дизельной редной установки

линейные дифференциальные уравнения, например, для движения на прямых курсах комплексов с жестким валопроводом дизельной редной установки

$$\begin{aligned} \delta \dot{v} &= K_{1v} \delta v + K_{1n} \delta n - K_{1T} \delta T_r + \phi_v, \\ \delta \dot{v}_x &= K_{2v} \delta v - K_{2x} \delta v_x + K_{2T} \delta T_r - \phi_x, \\ \delta \dot{v}_y &= K_{3v} \delta v - K_{3x} \delta v_x + K_{3T} \delta T_r + \phi_y, \\ \delta \dot{n}_y &= K_{4n} \delta n - K_{4v} \delta v + \phi_n, \\ \delta \dot{T}_r &= \alpha_x \delta v_x + \alpha_y \delta v_y - \alpha_b \delta v_b. \end{aligned}$$

Отсюда квадратуры

$$\delta T = \frac{d^2 T}{K_T} (e^{K_T t} - 1)$$

при $\lambda_1 \neq \lambda_2$

$$\begin{aligned}
\delta v_x &= Q_{10} e^{K_{10} t} + Q_{11} e^{-K_{12} t} + Q_{12} e^{\lambda_1 t} + Q_{13} e^{\lambda_2 t} + Q_{14} e^{K_T t} \\
\delta v_y &= Q_{15} + Q_{16} e^{-K_{12} t} + Q_{17} e^{-K_{12} t} + Q_{18} e^{\lambda_1 t} + Q_{19} e^{\lambda_2 t} + Q_{20} e^{K_T t} \\
\delta v &= Q_1 e^{\lambda_1 t} + Q_2 e^{\lambda_2 t} + Q_3 e^{K_T t} + Q_4 \\
\delta \Omega &= \delta \Omega_1 e^{K_{12} t} + Q_5 e^{\lambda_1 t} - Q_7 e^{\lambda_2 t} - Q_8 e^{K_T t} - Q_9
\end{aligned}$$

этих комплексов;

- квадратуры комплексов с муфтами валопровода дизельных гребных установок, оценка результатов решений и линейной теории переходных режимов по данным натурных испытаний комплекса

СЧС 12-12;

- нелинейная математическая модель комплексов РТМ и РТМ-С в относительных величинах

$$\frac{dV}{dt} = (1 + \frac{2T_{x0}}{R_0}) \bar{P} - \bar{R} - 2 \frac{T_{x0}}{R_0} \bar{V}_x,$$

$$\xi_x \frac{d\tilde{V}}{dt} = \frac{T_{x0}}{R_0} \bar{V}_x - \frac{R_{x0}}{R} \bar{R}_x, \quad \xi_y \frac{d\tilde{V}_y}{dt} = \frac{T_{y0}}{R_0} \bar{V}_y - \bar{R}_y - G,$$

$$\xi_{\omega_j} \frac{d\tilde{\omega}_j}{dt} = \bar{M}_{\beta j} - \bar{M}_{\alpha j}, \quad j=2,$$

$$\xi_1 \frac{d\tilde{\omega}_1}{dt} = \bar{M}_{\beta 1} - (1 - \bar{M}_{\alpha 1}) \bar{M}_{\alpha 1}, \quad \xi_{\lambda} \frac{d\tilde{\omega}_{\lambda}}{dt} = \bar{M}_{\lambda} - \bar{T}_{\lambda},$$

где

$$\xi_{x\beta} = \frac{m(1+\lambda x \beta)}{m(1+\lambda)}, \quad \xi_{\omega} = \frac{J_{\omega} \omega_0}{M_{\beta} m(1+\lambda) v_c}, \quad \xi_{\lambda} = \frac{J_{\lambda} \omega_{\lambda} R_0}{M_{\lambda} m(1+\lambda) v_c}$$

Разработкой темы установлено:

- характер переходных процессов при переключке лопастей ВРШ и влияние относительной массы гребца;

- влияние относительных значений скорости и шага гребно-го винта;

- влияние относительных моментов инерции двигателя и винта;

- влияние соотношения между размерениями судна и начальным положением гребца;

- влияние относительных веса и сил натяжения валов, буксировочного сопротивления судна;

- влияние начального соотношения между шириной раскрытия гребца и расстоянием от него до гребной лебедки;

- влияние начального режима главных двигателей;

- влияние продолжительности выборки валов;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задачей данного исследования является выявление режимов энергетических дизельных и дизель-электрических установок типовых промысловых судов с орудиями и объектами добычи, разработка теории и методов расчета режимных приращений и показателей работы таких дизельных промысловых комплексов для различных условий и режимов их эксплуатации.

При этом разработано и исследовано:

1. Теория эксплуатационных режимов дизельных промысловых комплексов, обобщенные характеристики рабочего процесса судовых дизелей и характеристики промысловых факторов энергетических судовых установок, аналитические и графические методы расчета режимных приращений, расчет и оценка погрешностей гео-

ретических и натурных результатов исследования.

2. Линейная теория переходных процессов дизельных промисловых комплексов, квадратура, расчет и оценка метода определения режимных показателей типовых комплексов по данным натурных испытаний комплекса СЧС 12-12.

3. Теория и расчет переходных режимов работы дизельных промисловых комплексов, исследование на ЭВМ влияния производственных факторов, структуры и режимов работы в переходных процессах промисловых комплексов на режимные показатели дизелей типовых РТМ и РТМ-С.

4. Аналитические и графические разработки расчетов коэффициентов влияния и режимных приращений показателей различных дизельных промисловых комплексов, аналитическое, графическое и табличное представление теоретических и натурных результатов исследования.

5. Дальнейшее развитие метода вариаций, линейной теории переходных режимов работы и динамики судовых пропульсивных систем.

6. Методики расчета режимных приращений и проведения натурных испытаний дизельных промисловых комплексов.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кузюшин А.Я., Небеинов В.И. Пропульсивные качества промисловых судов // Тр. НКИ. Николаев, 1974. Вып. 85.

2. Небеинов В.И., Плотников В.А., Кузюшин А.Я. Оптимальное управление ВРШ на волнении. М.: Пишваев Промышленность, 1974.

3. Кузюшин А.Я. Расчет приращений буксировочной мощности морских судов // Судостроение и судоремонт: Сб. науч. тр./

ОИИМФ. М., 1976. Вып. 7.

4. Кузюшин А.Я. К расчету режимов работы пропульсивных комплексов теплоходов // Судовые машины и механизмы: Сб. науч. тр. / ОИИМФ. М., 1976. Вып. 7.

5. Кузюшин А.Я., Небеинов В.И. Режимы работы комплексов судов типа ЕМРТ // Судостроение: Республ. науч.-техн. сб. Киев-Одесса: Вища шк., 1976. Вып. 25.

6. Кузюшин А.Я. К расчету режимов работы пропульсивных комплексов судов типа ЕМРТ, ЕМРТ-К, РТМ-С "Атлантик" // Судостроение: Республ. науч.-техн. сб. Киев-Одесса: Вища шк., 1976. Вып. 25.

7. Кузюшин А.Я. К теории переходных и установившихся режимов работы комплексов промисловых судов // Судостроение: Республ. науч.-техн. сб. Киев-Одесса: Вища шк., 1977. Вып. 26.

8. Кузюшин А.Я., Небеинов В.И. К динамическому анализу комплексов промисловых судов // Судостроение и судоремонт: Сб. науч. тр./ОИИМФ. М., 1977. Вып. 8.

9. Кузюшин А.Я. Режимы течения промисловых судовых комплексов // Судостроение и судоремонт: Сб. науч. тр./ОИИМФ. М., 1977. Вып. 9.

10. Кузюшин А.Я., Небеинов В.И., Русан Г.А. Исследование влияния различных факторов на режимные показатели пропульсивного комплекса с орудийными ловами судов типа РТМ и РТМ-С: Отчет о НИР/Одес. ин-т инж. мор. флота. № ТР 77031983. Одесса, 1977.

11. Кузюшин А.Я., Небеинов В.И., Русан Г.А. Математическая модель судовых пропульсивно-промисловых комплексов // Теория и практика модернизации и ремонта судов: Сб. науч. тр./ОИИМФ. М.: ЦРИА "Морфлот", 1980.

12. Кузюшин А.Я., Стойкова Г.А. Уравнения в вариациях

режимных показателей энергопромышленных комплексов на установившихся режимах работы. Одес. технолог. ин-т пищ. пром-сти, Одесса, 1985. Деп. в УкрНИИТИ, № 907 Ук-85, 1985.

13. Кузюшин А.Я., Стойкова Г.А. Применение метода малых отклонений к расчету эксплуатационных режимов работы энергопромышленных судов. Одес. технолог. ин-т пищ. пром-сти, Одесса, 1985. Деп. в УкрНИИТИ, № 1157 Ук-85, 1985.

14. Кузюшин А.Я., Стойкова Г.А. К расчету весового расхода воздуха в рабочем процессе двигателя. Одес. технолог. ин-т пищ. пром-сти, Одесса, 1985. Деп. в УкрНИИТИ, № 243 Ук-86, 1986.

Курсы