

СУДОСТРОЕНИЕ, СУДОРЕМОНТ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА

DOI: 10.24143/2073-1574-2020-3-7-15
УДК 629.125:621.431

ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ АСПЕКТОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКИПАЖЕЙ МОРСКИХ СУДОВ

А. Ф. Дорохов¹, Н. В. Пахомова²

¹ *Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация*

² *Каспийский институт морского и речного транспорта им. генерал-адмирала
Федора Матвеевича Апраксина, филиал Волжского государственного университета
водного транспорта, Астрахань, Российская Федерация*

Обосновывается эффективность морского транспорта в мировой транспортной системе. Основным направлением обеспечения безопасности на воде является оснащение судов безотказными и эффективными спасательными средствами коллективного пользования (ССКП). В настоящее время стандартная спасательная операция при использовании ССКП представляет собой последовательно-параллельные действия экипажа судна, при которых судно будет тонуть на ровный киль или с небольшим креном на один из бортов. Отмечено, что подобные случаи чрезвычайно редки, в основном ситуация развивается стремительно. Статистика происшествий предрасполагает к разработкам современных подходов к обеспечению безопасности человеческой жизни на море. Имеют место два направления обеспечения безопасности: одно из них – разработка и внедрение систем искусственного интеллекта, когда система спасения (судно – ССКП) самостоятельно, без участия человека, реагирует на возникновение чрезвычайной ситуации, при которой появляется большая доля вероятности гибели судна и экипажа; второе – при отсутствии необходимости спасать экипаж (для безэкипажных судов). Рассматриваются российские двигатели для спасательных шлюпок: специализированные судовые дизели 4ЧСП9,5/11 – «Каспий 30М» и 4ЧСП9,5/11 – «Каспий 40». Оба двигателя оборудованы двойной системой пуска – ручной и электростартерной, имеют реверсивно-редукторную передачу, одноконтурную проточную систему охлаждения забортной водой, оборудованы декомпрессионными устройствами и штатными навесными агрегатами, предусмотренными требованиями Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (СОЛАС) и Международным кодексом по спасательным средствам. В современных условиях разрабатываются научные основы и технические решения по обеспечению надежного запуска вихрекамерных дизелей посредством воздействия на топливо физических полей без использования свечей накаливания.

Ключевые слова: спасательные средства коллективного пользования, стандартная спасательная операция, система искусственного интеллекта, безэкипажные суда, вихрекамерные дизели, запуск двигателя.

Для цитирования: *Дорохов А. Ф., Пахомова Н. В.* Основы теоретических и прикладных аспектов функционирования спасательных средств коллективного пользования экипажами морских судов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2020. № 3. С. 7–15. DOI: 10.24143/2073-1574-2020-3-7-15.

Введение

Морской транспорт является наиболее эффективным видом транспорта в мире, что подтверждают следующие его характеристики: скорость доставки в силу развернутой логистики, удобство и скорость погрузочно-разгрузочных работ, большая грузоподъемность современных судов, относительно высокие экологические показатели и ряд других факторов. Общая численность судов морского транспортного флота под российским флагом, в соответствии с данными

в Системе государственной регистрации судов Российской Федерации, составила 3 863 ед. суммарным дедвейтом около 4,7 млн т, а транспортных судов внутреннего плавания – 30 431 ед. суммарным дедвейтом около 9,7 млн т. Средний возраст судов составляет 35–37 лет, что существенно сдерживает экономическое развитие страны. Специализированные суда (рыбопромысловые, технические и технологические) также играют важную роль в экономическом развитии страны.

За 2018 г. мировой флот потерял 46 судов; это на 55 % меньше среднего показателя за последние десять лет – 104 судна. Такие данные приводит в своем отчете Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS). Основными причинами морских аварий являются поломки, повреждения или отказ двигателей и оборудования, на которые приходится более трети, или 8,8 тыс., из 26 тыс. инцидентов, зафиксированных за последние десять лет. Общее число происшествий с судами в 2018 г. составило 2,7 тыс.

Требования к реализации спасательной операции

Основным направлением обеспечения безопасности на воде, наряду с повышением надежности самих судов и средств обеспечения судоходства, является оснащение судов безотказными и эффективными спасательными средствами коллективного пользования (ССКП), а именно спускаемыми на таях шлюпками открытого, частично и полностью закрытого типа и шлюпками, спускаемыми свободным падением (рис. 1).



Рис. 1. Шлюпки закрытого и открытого типов на шлюпбалочных таях

Успех реализации спасательной операции при аварийной ситуации зависит от большого количества различных факторов: качество разработки и производства ССКП и его энергетической установки (ЭУ); организация хранения и профилактического обслуживания ССКП, его систем и оборудования; уровень подготовки и опыт работы экипажа судна; условия проведения спасательной операции и др. Наряду с ССКП на судах присутствуют дежурные шлюпки для оказания экстренной помощи оказавшимся за бортом людям, а также для других целей при обеспечении жизнедеятельности судна и экипажа.

Сложившийся опыт проведения спасательных операций базируется на отработанной и апробированной схеме (рис. 2) [1].

Ниже предлагается математическая модель непосредственного процесса эвакуации экипажа (после команды «Оставить судно») как одна из наиболее вероятных при проведении спасательной операции.

Общее описание модели. В процессе построения модели мы опираемся на фрагмент общей схемы проведения спасательной операции (рис. 2).

Введены следующие обозначения:

1. Базовые технические характеристики системы спасения:

N – общее число ССКП на судне;

V – вместимость одного ССКП;

n – число ЭУ на ССКП;

W – мощность одного ЭУ;

t_i – время проверки готовности 1-го ССКП, $i = 1, N$;

M – количество эвакуируемых людей;

M_i – число эвакуируемых людей в 1-м ССКП;

$T^{(ng)}$ – время подготовки дизеля ЭУ к пуску;

- $T^{(nc)}$ – время пуска дизеля ЭУ ССКП;
 $T^{(np)}$ – время прогрева ЭУ на холостом ходу;
 $T^{(nb)}$ – время опускания ССКП на воду.
2. Эвакуируемые субъекты и предметы (ценности):
 M_{np} – общая масса эвакуируемых.
3. Внешние условия эвакуации:
 B – уровень волнения поверхности воды (средняя высота волны, или балльность);
 t – температура воздуха;
 $p = (p_1; p_2)$ – направление ветра;
 v – скорость ветра;
 $q = (q_1; q_2)$ – направление оси судна;
 $r = r(\varphi, t)$ – размер нефтяного пятна по направлению φ в момент t , считая от центра тяжести судна; φ измеряется по отношению к направлению с запада на восток; $t = 0$ соответствует моменту передачи команды об эвакуации судна;
 Z – ожидаемое время гибели судна.
4. Текущие расчетные характеристики:
 $\tau_i^{(n)}(M_i)$ – время посадки M_i людей;
 b – i -е ССКП;
 $\tau_i^{(b)}$ – время спуска i -го ССКП на воду;
 $\tau_i^{(H)}$ – время прохождения зоны нефтяного пятна и/или огня;
 P_i – вероятность того, что i -е ССКП успешно отходит от судна на безопасное расстояние.
5. Управляемые параметры:
 $\Theta_i = (\Theta_i^{(1)}; \Theta_i^{(2)})$ – направление движения i -го ССКП от судна;
 Ψ – угол поворота направления оси судна.

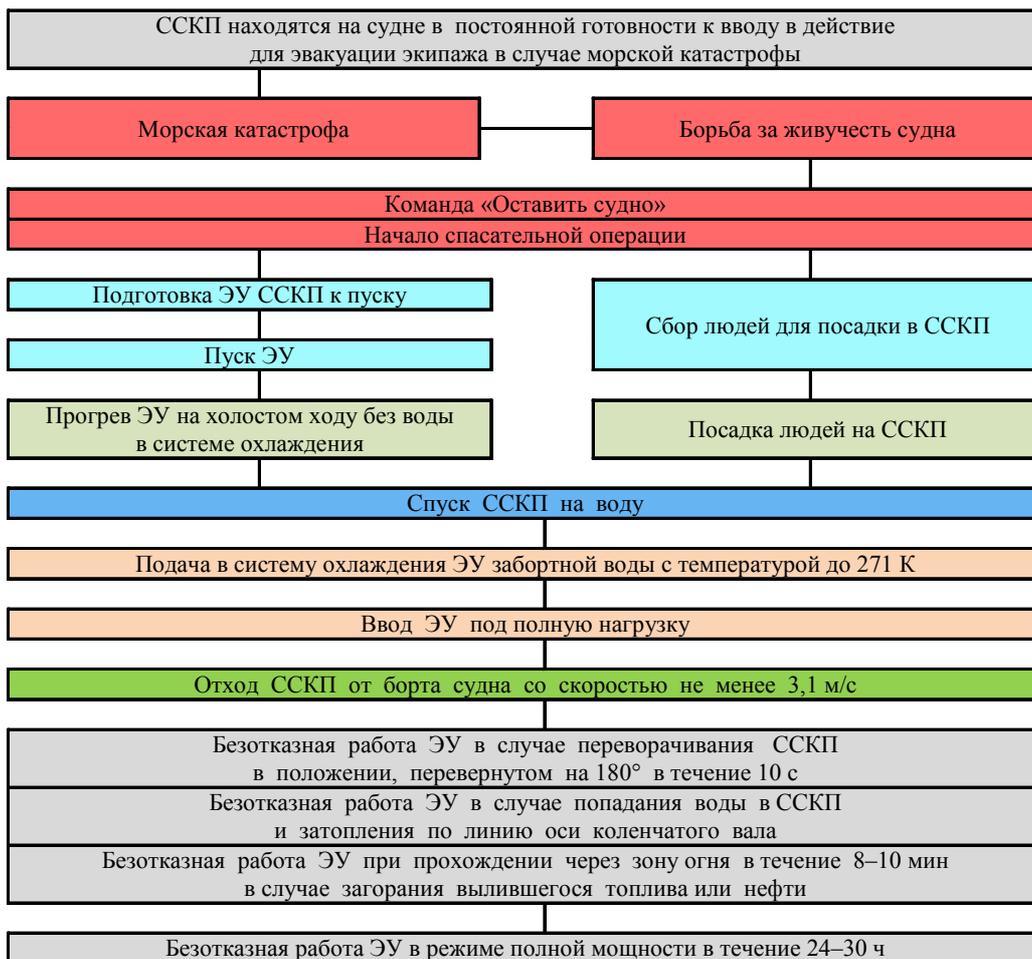


Рис. 2. Схема функционирования ССКП при реализации стандартной спасательной операции

В качестве основного критерия эффективности модели проведения спасательной операции примем вероятность P успешной эвакуации, т. е. вероятность, что все ССКП отойдут от судна на безопасное расстояние.

Считая, что все ССКП независимо добираются до безопасной зоны, можем записывать соотношение $P = P_1 P_2 \dots P_n$, тогда может быть поставлена следующая оптимизационная задача: выбрать такие значения управляющих параметров, чтобы $P_1 P_2 \dots P_n \rightarrow \max$.

Если ожидаемое время гибели судна (Z) мало, то все операции должны выполняться в более ускоренном режиме, т. е.

$$T^{(ng)} = T^{(ng)}Z, T^{(ni)} = T^{(ni)}Z;$$

$$T^{(np)} = T^{(np)}Z, T^{(nb)} = T^{(nb)}Z.$$

Безопасное расстояние D для каждого ССКП индивидуально и зависит от направления эвакуации i -го ССКП, величины пятна в направлении эвакуации, т. е. для i -го ССКП:

$$D_i = D_i(\Theta_i; r(\Theta_i)).$$

Время прохождения зоны нефтяного пятна зависит от размера этого пятна в направлении удаления ССКП, а также от волнения на воде, т. е. для i -го ССКП:

$$\tau_i^{(H)} = \tau_i(\Theta_i; r_i(\Theta_i))Vpv.$$

Время опускания i -го ССКП на воду зависит от волнения на море, положения судна по отношению к ветру:

$$\tau_i^{(B)} = \tau_i^{(b)}Vpv.$$

Изменения формы нефтяного пятна и размер нефтяного пятна в момент t зависят от волнения на море:

$$r(\varphi) = r(\varphi; Vpv).$$

Вероятности P_i зависят от времени эвакуации и времени прохождения опасной зоны и удаления на безопасное расстояние:

$$P_i = P_i(\tau_i^{zb}; \tau_i^{(H)}),$$

где τ_i^{zb} – общее время эвакуации, которое зависит от всех базовых временных характеристик, времени спуска $\tau_i^{(B)}$ на воду, времени возможного ожидания W_i ; до момента начала спуска на воду τ_i^{zb} является одной из основных характеристик системы спасения.

Данная схема и модель включают последовательно-параллельные действия экипажа судна при возникновении необходимости его покинуть. При этом очевидно предположение, что все члены экипажа соберутся для посадки в шлюпки своевременно, дизель будет запущен в течение 60 с и шлюпки будут спущены на воду в течение 10 мин, оговоренных условиями завода-изготовителя дизеля, допускающими предельное время работы дизеля без воды в системе охлаждения. При этом не оговариваются конкретные ситуационные варианты состояния судна, а априорно предполагается, что судно будет находиться на ровном киле или с небольшим креном на один из бортов. Однако такие случаи чрезвычайно редки, что связано с хорошими мореходными качествами современных морских судов, их достаточными прочностными характеристиками, развитой для большинства регионов Мирового океана системой обеспечения судоходства, высоким уровнем контроля надзорными органами за техническим состоянием судов. Остается главный фактор, влияющий на возникновение аварийной ситуации, – человеческий. Давно было отмечено, что в основе большинства морских аварий и катастроф лежат три составляющие, определяемые действиями людей:

- незнание;
- невежество;
- корысть.

Действие одной из них, а иногда и всех в совокупности приводит к тяжелейшим последствиям; и аварии, и катастрофы при этом носят стремительный, лавинообразный характер с сотнями и десятками погибших. И благодатная схема реализации спасательной операции, изложенная на рис. 2, и соответствующая ей математическая модель совершенно неприемлемы. Вот только некоторые примеры таких происшествий:

- столкновение сухогруза «Пётр Васёв» с круизным пароходом «Адмирал Нахимов», 1986 г.;

- посадка на риф круизного лайнера «Коста Конкордиа» (Costa Concordia), 2012 г.;
- опрокидывание большого морозильного траулера «Дальний Восток», 2015 г.

Во всех указанных случаях ситуация развивалась мгновенно и ни о какой реализации так называемой «стандартной спасательной операции» речь не могла идти. Количество подобных происшествий уже множество, и необходимо изменять подход к обеспечению безопасности человеческой жизни на море. В среднесрочной и дальней перспективе вырисовываются два направления обеспечения безопасности человеческой жизни на море.

Первое направление – это разработка и внедрение систем искусственного интеллекта для всей системы спасения человеческой жизни на море. То есть ССКП самостоятельно, без участия человека, реагирует на возникновение чрезвычайной ситуации, при которой появляется большая доля вероятности гибели судна и экипажа (пожар, взрыв, крен судна более 20° , дифферент более 15° и другие факторы). При этом автоматически осуществляются следующие действия: запуск двигателя, спуск на воду шлюпки и надувных плотов, спуск по надувным трапам на воду экипажа, сбор членов экипажа за бортом и отход от судна. Дальнейшие действия по управлению ССКП может взять на себя один из членов экипажа. Интеллектуальные беспилотные системы имеют место в наземных транспортных средствах и в настоящее время активно развиваются [2].

Второе направление обеспечения безопасности человеческой жизни – отсутствие необходимости кого-либо спасать. В данном случае речь идет о безэкипажных судах [3]. Безэкипажное судно – это транспорт, который может осуществлять движение в полуавтоматическом или автоматическом режиме, с частичным использованием экипажа или полностью без него. Появление безэкипажных судов позволит сократить эксплуатационные затраты, увеличить вместимость судов, снизить влияние человеческого фактора на безопасность мореплавания.

Необходимо уточнить, реализация как первого, так и второго направления – дело неблизкого будущего, а в настоящее время и в ближайшей перспективе, наряду с ведущимися разработками, необходимо совершенствовать и развивать традиционные методы охраны человеческой жизни на море. Одним из основных факторов, влияющих на успех операции по спасению людей в аварийных ситуациях, является надежность и качество двигателей спасательных шлюпок.

Требования к двигателям спасательных средств коллективного пользования

В соответствии с Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море (СОЛАС / SOLAS) и Международным кодексом по спасательным средствам (Кодекс КСС / LSA CODE) спасательные шлюпки морских судов должны быть оборудованы двигателем внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия [4].

Структурная схема действий по запуску двигателя ССКП при реализации спасательной операции приведена на рис. 3.

Энергетическая эффективность дизелей энергетической установки спасательных средств коллективного пользования

Применение различных видов наддува позволяет получить высокие значения среднего эффективного давления p_e , снизить удельный расход топлива g_e и на этой основе существенно повысить энергетическую эффективность при приемлемой экономичности дизеля. Однако в настоящее время для малоразмерных дизелей в составе ЭУ ССКП, вследствие усложнения конструкции и снижения надежности работы дизеля, наддув не получил широкого распространения, но тем не менее используется в конструкциях некоторых фирм, и работы в этом направлении проводятся (рис. 4) [5].

В России в качестве двигателей для спасательных шлюпок применяются специализированные судовые дизели: 4ЧСП9,5/11 – «Каспий 30М» и 4ЧСП9,5/11 – «Каспий 40». Двигатель «Каспий 30М» конструктивно является машиной с вихрекамерным способом смесеобразования, имеющим сферическую камеру сгорания, расположенную в крышке цилиндра, тогда как двигатель «Каспий 40» имеет объемно-пленочное смесеобразование с камерой сгорания, расположенной в поршне. Достоинства и недостатки обоих конструктивных решений хорошо известны. Двигатель «Каспий 40» характеризуется хорошими пусковыми свойствами, сравнительно малыми удельными расходами топлива, но его рабочий процесс достаточно «жесткий», следствиями чего являются повышенная шумность и вибрация. Двигатель «Каспий 30М», в силу

своих конструктивных особенностей, гораздо менее экономичен и запускается только с помощью специальных устройств – электрических свечей накаливания [6]. Оба двигателя оборудованы двойной системой пуска – ручной и электростартерной, имеют реверсивно-редукторную передачу, одноконтурную проточную систему охлаждения забортной водой, оборудованы декомпрессионными устройствами и штатными навесными агрегатами, предусмотренными требованиями СОЛАС и КСС.

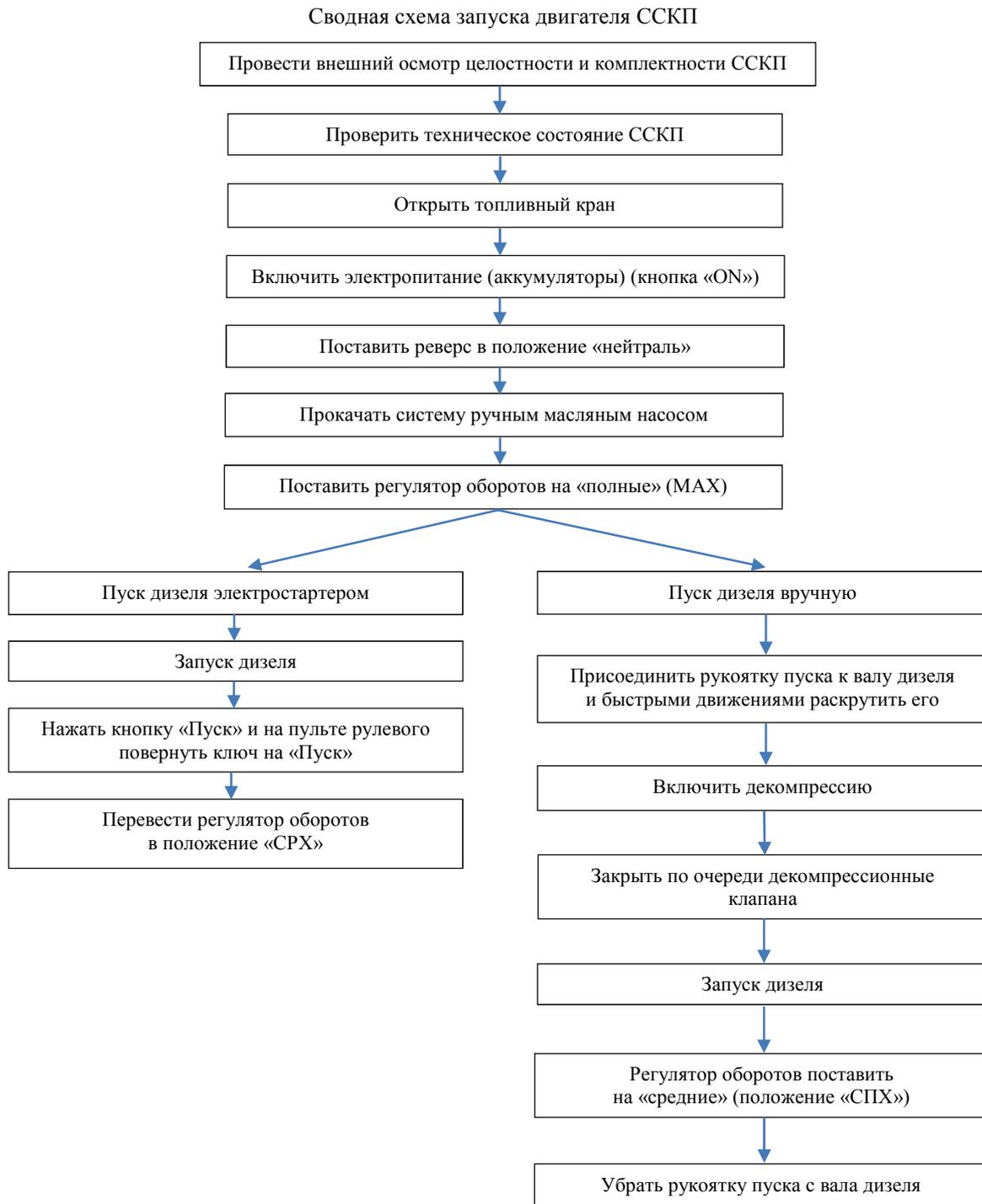


Рис. 3. Схема действий по запуску двигателя ЭУ ССКП



Рис. 4. Дизель 4Ч9,5/11 с системой газотурбинного наддува посредством турбокомпрессора ТКР 6 (4ЧН9,5/11)

Тем не менее дизели с вихрекамерным смесеобразованием обладают рядом существенных достоинств: малой «жесткостью» рабочего процесса; сравнительно малой шумностью, вибрацией и дымностью, что немаловажно для обеспечения более комфортного нахождения членов экипажа в шлюпке. В настоящее время разрабатываются научные основы и технические решения по обеспечению надежного запуска вихрекамерных дизелей посредством воздействия на топливо физических полей без использования свечей накаливания [7, 8].

Заключение

В настоящей работе проведено исследование важной и актуальной научно-технической проблемы по повышению эксплуатационных качеств ЭУ ССКП и их энергетических установок. Проблема имеет большую техническую, технологическую и социальную значимость и требует научного обоснования направлений как повышения эксплуатационных качеств и надежности функционирования существующих моделей, так и выявления путей модернизации существующих конструкций ССКП и их дизелей, а также создания новых, специальных конструкций двигателей ЭУ. Эти действия должны быть направлены на обеспечение:

- постоянной готовности к немедленному вводу в действие возможных в эксплуатации ЭУ ССКП в любых условиях;
- дистанционного автоматического безотказного пуска двигателя;
- быстрого прогрева для принятия полной нагрузки сразу после пуска при температурах окружающей среды до 258 К;
- высокоэффективного рабочего процесса и функционирования ЭУ на всех эксплуатационных режимах, в спецификационных и неспецификационных условиях реализации спасательной операции;
- компактности, возможно меньшей массы и габаритов ЭУ при сохранении достаточной мощности.

Решить вышеуказанные проблемы можно путем целенаправленных теоретических разработок, инженерных расчетов и необходимых экспериментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В. В.* Повышение надежности и функциональных характеристик двигателей средств коллективного спасения экипажей морских судов: дис. ... канд. техн. наук. Н. Новгород, 2015. 162 с.
2. *Технологии беспилотного транспорта.* URL: bepilot.com/tehnologii (дата обращения: 15.11.2019).

3. Пинский А. С. Е-Навигация и безэкипажное судовождение // Трансп. Рос. Федерации. 2016. № 4 (65). С. 53.
4. Международный кодекс по спасательным средствам (кодекс ЛСА). International Life-Saving Appliance Code (LSA-Code). СПб.: Изд-во ЦНИИМФ, 2018. С. 38–40.
5. Пахомова Н. В. Модернизация системы охлаждения форсированного судового ДВС на основе моделирования процесса теплопередачи: дис. ... канд. техн. наук. Астрахань, 2015. 174 с.
6. Аливагабов М. М. Двигатели спасательных шлюпок и катеров. Л.: Судостроение, 1980. 224 с.
7. Дорохов А. Ф., Каргин С. А., Шахов В. В., Петровский В. А., Хуссам Еддин Май. Исследование пусковых свойств вихрекамерных дизелей средств коллективного спасения экипажей морских судов магнитной обработкой топлива // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. 2019. № 4. С. 114–122.
8. Пивоварова Н. А., Дорохов А. Ф., Велес Парра Рикардо. Технология магнитной обработки топлива для дизелей рыбопромысловых и транспортных судов // Вестн. Гос. ун-та мор. и реч. флота им. адм. С. О. Макарова. 2019. № 5 (57). С. 941–950. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-5-941-950.

Статья поступила в редакцию 13.07.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дорохов Александр Федорович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры судостроения и энергетических комплексов морской техники; dorokhovaf@rambler.ru.

Пахомова Надежда Владимировна – Россия, 414000, Астрахань; Каспийский институт морского и речного транспорта им. генерал-адмирала Федора Матвеевича Апраксина, филиал Волжского государственного университета водного транспорта; канд. техн. наук, доцент; начальник управления конвенционной подготовки и повышения квалификации; nb.13@mail.ru.



FUNDAMENTALS OF THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF FUNCTIONING OF COLLECTIVE LIFE SAVING EQUIPMENT OF SEA GOING SHIP CREWS

A. F. Dorokhov¹, N. V. Pakhomova²

¹ Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation

² Caspian Institute of Sea and River Transport after general-admiral F. M. Apraksin,
branch of Volga State University of Water Transport, Astrakhan, Russian Federation

Abstract. The article presents the substantiation of efficiency of sea transport in the world transport system. The main condition of ensuring water safety is equipment of ships with fail-safe and effective collective life-saving equipment (CLSE). Today the standard rescue operation when using CLSE is a series-parallel action of the ship's crew, where the ship is sinking on an even keel, or with a slight roll to one side. It has been stated that such cases are extremely rare. As a rule, the situation develops rapidly. Accident statistics disposes to developing the modern approaches to the safety of human life at sea. There are two directions for safety ensuring. One of them is the development and implementation of artificial intelligence systems for CLSE, when CLSE independently, without human control, responds to the emergency with greater probability of the ship loss and the crew death. Another direction is when there is no need to save the crew (in case of unmanned ships). There are considered the Russian diesel engines for the lifeboats: specialized marine diesels 4CHSP9.5/11 - Caspiy 30M and 4CHSP9.5/11 - Caspiy 40. Both engines are equipped with a dual

start-up system - manual and electric starter, they have a reverse gear transmission, a single-circuit flow-through sea water cooling system, decompression devices and standard mounted units, according to the requirements of the International Convention of Saving Life at Sea (SOLAS) and the International Code of Life-Saving Appliances (LSA Code). In modern environment, the scientific foundations and technical solutions are being developed to ensure the reliable start-up of swirl-chamber diesel engines by exposing the fuel to physical fields, without using glow plugs.

Key words: collective life-saving equipment, standard rescue operation, artificial intelligence system, unmanned ships, swirl-chamber diesels, engine startup.

For citation: Dorokhov A. F., Pakhomova N. V. Fundamentals of theoretical and applied aspects of functioning of collective life saving equipment of sea going ship crews. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies*. 2020;3:7-15. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-1574-2020-3-7-15.

REFERENCES

1. Alekseev V. V. *Povyshenie nadezhnosti i funktsional'nykh kharakteristik dvigatelei sredstv kollektivnogo spaseniia ekipazhei morskikh sudov: dis. ... kand. tekhn. nauk* [Improving reliability and functional characteristics of engines of collective life-saving equipment of sea-going ship crews: diss. ... cand. tech. sci.]. Nizhny Novgorod, 2015. 162 p.
2. *Tekhnologii bespilotnogo transporta* [Technologies of unmanned crafts]. Available at: bespilot.com/tekhnologii (accessed: 15.11.2019).
3. Pinskiy A. S. E-Navigatsiia i bezekipazhnoe sudovozhdenie [e-Navigation and unmanned navigation]. *Transport Rossiiskoi Federatsii*, 2016, no. 4 (65), p. 53.
4. *Mezhdunarodnyi kodeks po spasatel'nykh sredstvam (kodeks LSA). International Life-Saving Appliance Code (LSA-Code)*. Saint-Petersburg, Izd-vo TsNIIMF, 2018. Pp. 38-40.
5. Pakhomova N. V. *Modernizatsiia sistemy okhlazhdeniia forsirovannogo sudovogo DVS na osnove modelirovaniia protsessa teploperedachi: dis. ... kand. tekhn. nauk* [Modernization of cooling system of forced ship internal combustion engine based on modeling heat transfer process: diss. ... cand. tech. sci.]. Astrakhan', 2015. 174 p.
6. Alivagabov M. M. *Dvigateli spasatel'nykh shliupok i katerov* [Lifeboat and launch engines]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1980. 224 p.
7. Dorokhov A. F., Kargin S. A., Shakhov V. V., Petrovskii V. A., Khussam Eddin Mai. Issledovanie puskovykh svoystv vikhrekamernykh dizelei sredstv kollektivnogo spaseniia ekipazhei morskikh sudov magnetnoi obrabotkoi topliva [Investigation of starting properties of vortex-chamber diesel engines for collective rescue means of sea vessel crews using fuel magnetic treatment]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaiia tekhnika i tekhnologiia*, 2019, no. 4, pp. 114-122.
8. Pivovarova N. A., Dorokhov A. F., Veles Parra Rikardo. Tekhnologiia magnetnoi obrabotki topliv dlia dizelei rybopromyslovykh i transportnykh sudov [Technology of magnetic processing of fuels for diesel engines of fishing and transport vessels]. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admiral S. O. Makarova*, 2019, no. 5 (57), pp. 941-950. DOI: 10.21821/2309-5180-2019-11-5-941-950.

The article submitted to the editors 13.07.2020

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dorokhov Alexander Fedorovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Shipbuilding and Power Complexes of Marine Engineering Equipment; dorokhovaf@rambler.ru.

Pakhomova Nadezhda Vladimirovna – Russia, 414000, Astrakhan; Caspian Institute of Sea and River Transport after general-admiral F. M. Apraksin, branch of Volga State University of Water Transport; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Conventional Training and Continuing Education; nb.13@mail.ru.

