

АНАЛИЗ СПЕЦИФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ СПАСАТЕЛЬНЫХ ШЛЮПОК

Дадилов А.С.

*ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»,
Махачкалинский филиал (367026, Россия, Республика Дагестан, город Махачкала, проспект Акушинского, 13),
e-mail: mfmadi@mail.ru*

Проведен анализ условий эксплуатации малоразмерных дизелей спасательных шлюпок. Основным назначением спасательных шлюпок является спасение жизни людей при авариях и катастрофах на море. От эффективности ввода в действие и работы дизеля спасательной шлюпки в итоге зависит исход спасательной операции. Их двигатели должны обладать высокой эффективностью на режимах пуска, прогрева и на номинальных режимах работы. Однако в настоящее время отечественные малоразмерные дизели по эффективности, надежности и экономичности намного уступают своим зарубежным аналогам. Общеизвестно, что малоразмерные дизели типа Ч8,5/11 отличаются трудным пуском из-за наличия вихревой камеры сгорания, для которой характерны повышенные газодинамические и тепловые потери. Поэтому в настоящее время имеется тенденция замены вихревой камеры на камеру сгорания в поршне с целью улучшения пусковых качеств дизелей спасательных шлюпок. Особо отмечаются особенности условий запуска и прогрева дизелей и возможность отбора мощности для различных агрегатов, необходимых в условиях эксплуатации спасательных шлюпок.

Ключевые слова: спасательная шлюпка, малоразмерный дизель, условия эксплуатации, система запуска, прогрев, номинальный режим.

ANALY IS SPECIAL ENVIRONMENTS SMALL DIESEL LIFEBOATS

Dadilov A.S.

"Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI)" Makhachkala branch, (367026, Russia, Republic of Dagestan, Makhachkala, Akushinsky Prospect, 13), e-mail: mfmadi@mail.ru

The analysis of the operating conditions of small diesel engines lifeboats. The primary purpose of the lifeboats is saving lives during accidents and disasters at sea. The effectiveness of the commissioning and operation of the diesel lifeboats ultimately depends on the outcome of the rescue operation. Their engines should have a high efficiency at start-up, warm-up and at the nominal operating conditions. However, at present, the domestic small diesel engines in terms of efficiency, reliability and efficiency, much inferior to their foreign counterparts. It is well known that small diesel engines F8,5/11 differ a difficult start, because of the presence of the vortex combustion chamber, characterized by increased gas-dynamic and thermal losses. Therefore, at present there is a tendency to replace the vortex chamber to the combustion chamber in the piston with the aim of improving the starting characteristics of diesel engines lifeboats. Highlights of the conditions of starting and warming up the engines, and the ability of the PTO for the different units are required for the operation of lifeboats

Keywords: lifeboat, small diesel, operating environment, system startup, warm-up, the nominal mode.

Безопасность является основным требованием для всех видов транспорта. Особое значение она приобретает в морском судоходстве. Несмотря на достижения науки и техники в судостроении, высокий уровень конструктивной безопасности морских судов, насыщение их надежными средствами судовождения, связи и т.д., постоянно происходят морские аварии и катастрофы. Следствиями морских катастроф и серьезных аварий судов являются большие человеческие жертвы, экологические проблемы, огромные материальные потери и неподдающийся материальному учету психологический фактор. Поэтому при морских авариях и катастрофах самой главной задачей является **спасение жизни людей**.

Основным звеном системы технических средств обеспечения безопасности человека на море служат различные спасательные средства индивидуального и коллективного пользо-

вания, среди которых главное место занимают моторные спасательные шлюпки и катера [1,2].

Моторные спасательные шлюпки (рис. 1) имеют большие преимущества по сравнению с другими средствами спасения людей на море, такими как плоты и индивидуальные средства [2]. Эти – высокая хорошие мореходные качества, возможность успешного использования в качестве активного средства для буксировки и сбора плотов, борьбы с дрейфом, спасения лиц, которые не в состоянии воспользоваться другими спасательными средствами (престарелые, больные, дети), а также возможность использования в качестве экстренного спасательного средства для оказания помощи в ситуации «человек за бортом».



а)

б)

Рис. 1. Общий вид закрытой моторной спасательной шлюпки(а) и размещение его двигателя 4ЧСП8,5/11-5 «Каспий 30М» в моторном отсеке (б)

Основными функциями судовых спасательных шлюпок следует считать [1]: эвакуацию людей с гибнущего судна и обеспечение условий для их выживания; извлечение из воды лиц, покинувших гибнущее судно; оказание помощи пострадавшим при аварии другого судна; спасение людей, случайно оказавшихся за бортом.

Эффективность спасательных шлюпок определяется, прежде всего, характеристиками их двигателей. В нашей стране были разработаны и внедрены в производство судовые модели малоразмерных дизелей Ч8,5/11 для спасательных шлюпок. Одновременно в целях удовлетворения нужд торгового и рыбопромыслового флотов были разработаны и внедрены в производство модели дизелей типов Ч8,5/11 и Ч9,5/11 для рабочих шлюпок, рыбопромысловых лодок и катеров.

В настоящее время производством выпускаются двух- и четырехцилиндровые модели дизелей Ч8,5/11 для спасательных шлюпок, четырехцилиндровые модели дизелей Ч8,5/11 для рабочих шлюпок, рыбопромысловых лодок и катеров, шестицилиндровые модели дизелей Ч9,5/11 для рабоче-спасательных и специальных катеров.

В качестве главных двигателей спасательных шлюпок в настоящее время применяются в основном судовые малоразмерные дизели российского производства типов Ч8,5/11 и Ч9,5/11, а именно: 4ЧСП8,5/11-5 – «Каспий 30М» (с вихревой камерой сгорания) и 4ЧСП9,5/11 – «Каспий 40» (с камерой сгорания типа ЦНИДИ). Дизели ДС-25 (4ЧСП8,5/11) и ДС-32 (4ЧСП9,5/11) выпускаются в качестве главных двигателей для малых рыбопромысловых судов, рабочих катеров и шлюпок.

Необходимость наличия специальных двигателей для спасательных шлюпок обуславливается специфичностью требований, предъявляемых к условиям их функционирования при реализации спасательной операции.

Эффективность моторных спасательных шлюпок определяется, прежде всего, характеристиками их двигателей. Необходимость наличия специальных двигателей для спасательных шлюпок обуславливается особенностями их эксплуатации и специфичностью требований, предъявляемых к условиям их функционирования при реализации спасательной операции.

При оказании помощи людям, терпящим бедствие на море, спасательным шлюпкам приходится действовать в сложных и неблагоприятных гидрометеорологических условиях. В зависимости от района плавания морских судов и времени года, температура воздуха над поверхностью незамерзающей части морей и океанов может достигать 243 К. В этих условиях безопасная продолжительность пребывания человека в воде без угрозы переохлаждения организма составляет всего 10÷15 мин. Кроме того, необходимым условием успешного завершения спасательной операции является то, что продолжительность спасательной операции должна быть меньше продолжительности гибели судна. Следовательно, успех спасательной операции зависит от того, насколько быстро спасательное средство сможет оказать помощь при аварии. Поэтому спасательные шлюпки должны быть постоянно готовы к вводу в действие в любых условиях эксплуатации, обладать хорошей маневренностью при скорости не менее 3,1 м/с [2,6].

Указанная скорость и хорошая маневренность должны быть обеспечены, когда спасательные шлюпки загружены полным количеством людей и снаряжения, при всех работающих вспомогательных механизмах с приводом от двигателя.

К вспомогательным механизмам, имеющим привод от двигателя, относятся: генератор питания бортовой сети и радиостанции, специальный насос для осушения спасательной

шлюпки, насос системы орошения, реверс-редуктор (рис. 2) [2].

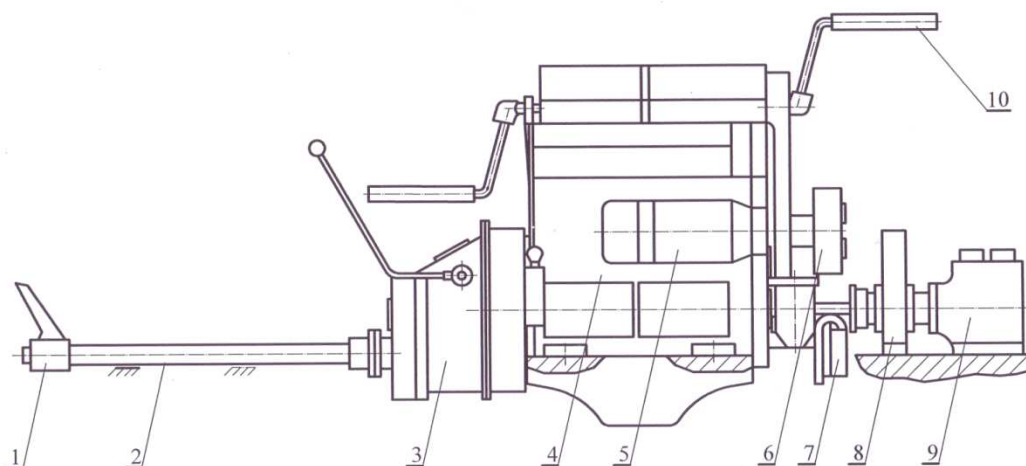


Рис. 2. Общий вид дизеля спасательной шлюпки со вспомогательным оборудованием

1 – винт гребной; 2 – валопровод; 3 – реверс-редукторная передача; 4 – двигатель; 5 – генератор питания бортовой сети и радиостанции; 6 – насос осушения; 7 – насос забортной воды; 8 – отбор мощности с торца коленвала; 9 – насос орошения; 10 – пусковая рукоятка

Условия эксплуатации спасательных шлюпок таковы, что не приработанный и не прогретый двигатель сразу после пуска и спуска спасательной шлюпки на воду приходится нагружать на полную мощность. Эти особенности приходится учитывать при выборе технических средств обеспечения постоянной готовности и сохраняемости двигателей спасательных шлюпок. Мощность двигателя должна быть достаточна для движения спасательной шлюпки с требуемой скоростью и на привод дополнительных узлов и механизмов. К примеру, на случай попадания воды в спасательную шлюпку двигатель приходится оборудовать специальным водоотливным насосом для осушения (рис. 2) спасательной шлюпки. Производительность насоса устанавливается в пределах $1 \div 3$ кг/св зависимости от размеров шлюпки и мощности двигателя.

Неопределенность гарантированной внешней помощи обуславливает требование непрерывной работы дизеля в течение не менее $24 \div 30$ ч и оборудования его специальным генератором для питания бортовой радиостанции, которая облегчает задачу поиска помощи.

Если авария нефтеналивного судна сопровождается пожаром, то часть мощности, развиваемой дизелем, приходится использовать для привода водяного насоса системы орошения шлюпки. Насос орошения в зависимости от обстановки работает с большей или меньшей производительностью. Поэтому двигатели спасательных шлюпок оборудуют устройством отбора мощности для привода насоса орошения. В зависимости от производительности насоса приходится предусматривать отбор до 40 % мощности с носового конца коленчатого вала.

Условия эксплуатации спасательных шлюпок при выполнении спасательных операций могут быть различными. Например, при аварии нефтеналивного судна, которое нередко сопровождается разливом и загоранием нефти, спасательным шлюпкам приходится преодолевать зону с высокой температурой и пониженным содержанием кислорода. Поэтому на спасательных шлюпках приходится предусматривать системы для защиты пассажиров от дыма и воздействия высоких температур. Защита от дыма обеспечивается путем герметизации и повышения давления внутри спасательных шлюпок, а защита от перегрева – путем орошения спасательных шлюпок водой. По международным нормам должна быть предусмотрена защита от дыма и перегрева в течение не менее 8 мин. Они по условиям эксплуатации должны допускать также опрокидывание на 360° с задержкой в перевернутом положении на 180° в течение 10 с.

Наиболее сложными проблемами являются выбор и разработка систем обеспечения легкого и надежного запуска, обеспечение постоянной готовности, а также сохраняемости двигателя и его узлов. Для надежного и быстрого запуска в любых условиях возможных в эксплуатации двигателей спасательных шлюпок приходится оборудовать двойной системой запуска: основной и дублирующей [3,4,5]. В качестве основного способа приходится применять запуск вручную. При выборе системы ручного запуска следует учитывать влияние температуры окружающей среды на безотказность пуска и характеристики пусковой системы.

Специфичность использования на спасательных шлюпках дизелей малой мощности предъявляют к пусковым качествам повышенные требования. К ним относятся: постоянная готовность к немедленному вводу в действие; надежный и легкий пуск как вручную, так и с помощью электростартера при температуре окружающей среды до 258 К; продолжительность операций подготовки запуска и прогрева не более 60 с.

Осуществление поставленной задачи встретило значительные трудности, вызванные в первую очередь наличием вихревой камеры сгорания (КС)(рис. 3) и малым диаметром цилиндра у дизелей Ч8,5/11. Эти обстоятельства, как известно, существенно повышают как тепловые потери в холодные стенки цилиндра и КС, так и гидравлические потери заряда воздуха через неплотности в поршневых кольцах и клапанах, и вследствие этого в режиме пуска параметры заряда воздуха в конце процесса сжатия не достигают значений, необходимых для воспламенения топлива и пуска дизеля [2,3,4,5,6]. К примеру, надежный электростартерный пуск судовых малоразмерных дизелей типа Ч8,5/11 при температуре окружающей среды до 281 К гарантируется только с использованием свечей накаливания. При более низких температурах приходится применять свечи накаливания и специальные подогревательные устройства.

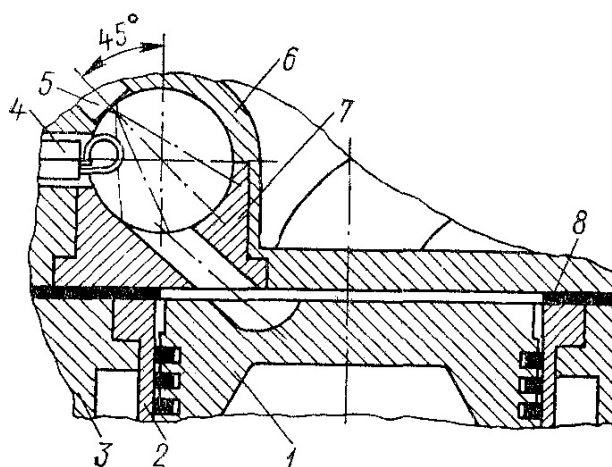


Рис. 3. Вихревая камера сгорания дизелей типов Ч8,5/11 и Ч9,5/11

1 – поршень; 2 – втулка цилиндров; 3 – блок цилиндров; 4 – свеча накаливания; 5 – форсунка; 6 – головка цилиндров; 7 – вихревая вставка; 8 – прокладка

Широко распространенная на двигателях малой мощности электростартерная система пуска имеет существенный недостаток: работоспособность её снижается при отрицательных температурах окружающего воздуха. Так, при изменении температуры окружающей среды от 293 до 258К емкость аккумуляторных батарей, а, следовательно, и мощность электростартерной системы пуска снижается до 50÷60 %. Происходит это из-за увеличения внутреннего сопротивления батареи и, как следствие, снижения напряжения на выводных клеммах при работе в стартерном режиме. В практике бывают случаи, когда полностью заряженная батарея в условиях температурных перепадов саморазряжается до предела за одни сутки [3]. Эти обстоятельства не позволяют использовать электростартер и электрические средства обеспечения на двигателях для спасательных шлюпок в качестве основной системы пуска. В то же время, благодаря простоте конструкции и удобству эксплуатации, электростартерная система находит применение на указанных двигателях в качестве вспомогательной.

Обеспечение надежного запуска двигателей спасательных шлюпок и достижение легкого и быстрого запуска их при температурах окружающей среды близких 253÷258 К с помощью мускульной силы человека встречает значительные трудности. В основном это связано с сообщением коленчатому валу частоты вращения, при которой достигается скорость поршня, требуемая для надежного воспламенения топлива в камере сгорания.

В практике эвакуации людей с судов, потерпевших бедствие, из-за неудовлетворительной организации посадки в шлюпки или из-за других непредвиденных задержек при спуске шлюпок на воду продолжительность работы дизеля на холостом ходу может достигать 5–15 мин [6]. Поэтому для дизелей с водяным охлаждением предусматривают возможность запуска и работы на холостом ходу без воды в системе охлаждения в течение не менее 5–15 мин при последующей подаче в систему забортной воды с температурой до 270 К [6].

Такой режим является чрезвычайно опасным, так как при работе дизеля без воды в системе охлаждения, в течение первых минут после пуска, происходит интенсивный нагрев деталей, соприкасающихся с горячими газами. Последующее внезапное соприкосновение холодной воды с горячими деталями дизеля приводит к возникновению температурных напряжений. Эти напряжения могут превысить временное сопротивление на разрыв и вызвать образование трещин в таких деталях, как поршень, втулка, головка и блок цилиндра. Кроме того, неравномерный и неоднородный нагрев деталей, отмечаемый в режиме прогрева дизеля, приводит к изменению зазоров между основными движущимися частями, в частности, между поршнем из алюминиевого сплава и чугунной втулкой цилиндра.

При попадании воды в шлюпку в течение времени, необходимого для её осушения, должна быть предусмотрена возможность работы двигателя в затопленном, по уровень оси коленчатого вала, состоянии. В связи с этим двигатель и её узлы, а также навешенное электрооборудование должны быть в брызгозащищенном и герметичном исполнении. Аккумуляторные батареи необходимо размещать в специально подготовленном водонепроницаемом отсеке.

Танкерная спасательная шлюпка представляет герметичную конструкцию. Она должна обеспечить прохождение через зону огня и переворачивание вокруг продольной оси на 360° . Поэтому должна быть предусмотрена надежная работа двигателя в зоне огня и с задержкой в перевернутом положении на 180° в течение 10 с. С учетом этих особенностей приходится разрабатывать системы смазки и вентиляции картера двигателей спасательных шлюпок.

Двигатели спасательных шлюпок должны безотказно работать как в северных районах, так и в зонах с тропическим климатом, что обуславливает необходимость постоянной эксплуатации на зимних сортах масел и топлива. Особенности тропических условий эксплуатации, повышенная температура окружающей среды до 323 К и воды в море до 309 К, высокая влажность воздуха до 98 %, обилие осадков, интенсивная солнечная радиация оказывают влияние на эффективные показатели двигателя, надежную работу систем газообмена, охлаждения и смазки, а также сохраняемость двигателя.

Заключение. Проблема создания специальных двигателей с характеристиками, оптимальными для судовых средств спасения, обеспечивающие максимальную охрану человеческой жизни на море, имеет и является частью сложной и многогранной мировой проблемы обеспечения безопасности морских и океанских плаваний. Она продиктована специфическими условиями эксплуатации судовых спасательных шлюпок, большой актуальностью задач повышения их эффективности и надежности. Это обуславливает необходимость выполнения широких теоретических и экспериментальных исследований по выявлению оптимальных

технических решений обеспечения эффективности и надежности двигателей в специфических условиях эксплуатации спасательных шлюпок.

Список литературы

1. Александров М.Н. Безопасность человека на море. – Л.: Судостроение, 1983. – 208с.
2. Аливагабов М.М. Двигатели спасательных шлюпок и катеров. – Л.: Судостроение, 1980. – 224 с.
3. Аливагабов М.М. Проблема обеспечения запуска дизелей для спасательных шлюпок и пути ее решения // Энергомашиностроение. – 1977. – № 2. – С. 38-39.
4. Дадилов А.С. Исследование пусковых качеств и рабочего процесса судового малоразмерного дизеля с камерой сгорания в поршне: дисс. ... канд. техн. наук. – Астрахань, 2007. – С. 138.
5. Масуев М.А., Дадилов А.С. Повышение эксплуатационных качеств судовых малоразмерных дизелей // Изв.вузов Сев.-Кавк. регион. Технические науки. – 2006. – Прил. № 9. – С. 66-69.
6. Фатахов М.М. Исследование и улучшение маневренных качеств дизелей средств коллективного спасения экипажей морских судов: дисс. ... канд. техн. наук. – Астрахань, 2005. – С. 145.

Рецензенты:

Фаталиев Н.Г., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», Дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джамбулатова, г. Махачкала;

Магомедов Ф.М., д.т.н., профессор кафедры «Эксплуатации автомобильного транспорта Дагестанского государственного аграрного университета имени М.М. Джамбулатова, г. Махачкала.