

Отчет о проверке на заимствования №1



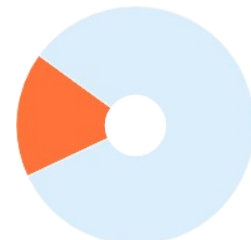
Автор: Косяченко Оксана Викторовна kosyachenko@msun.ru / ID: 376
Проверяющий: Косяченко Оксана Викторовна (kosyachenko@msun.ru / ID: 376)
Организация: Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельск
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://msun.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 203
 Начало загрузки: 17.12.2019 03:31:04
 Длительность загрузки: 00:00:31
 Корректировка от 17.12.2019 03:56:20
 Имя исходного файла: Кучеров. Рабочий процесс
 Размер текста: 19928 кБ
 Тип документа: Статья
 Символов в тексте: 26453
 Слов в тексте: 3335
 Число предложений: 221

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
 Начало проверки: 17.12.2019 03:31:36
 Длительность проверки: 00:00:10
 Комментарии: [Автосохраненная версия]
 Модули поиска: Сводная коллекция ЭБС, Коллекция РГБ, Цитирование, Модуль поиска переводных заимствований по Wiley (RuEn), Коллекция eLIBRARY.RU, Модуль поиска Интернет, Модуль поиска "msun", Кольцо вузов, Коллекция Wiley



ЗАИМСТВОВАНИЯ	ЦИТИРОВАНИЯ	ОРИГИНАЛЬНОСТЬ
17,06%	0%	82,94%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.
 Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
 Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
 Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
 Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
 Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	16,18%	16,44%	КАЧЕСТВО РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА, ЭКСП.	http://elibrary.ru	14 Окт 2019	Коллекция eLIBRARY.RU	4280	31
[02]	0,28%	1,16%	Современное зарубежное судовое диз...	http://biblioclub.ru	20 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	74	4
[03]	0%	1,1%	Мировое судовое дизелестроение. Кон.	http://ibooks.ru	09 Дек 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	4
[04]	0%	1,1%	772	http://e.lanbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	4
[05]	0%	1,07%	260506 Войцеховский Ю.А. 16	не указано	26 Апр 2017	Кольцо вузов	0	4
[06]	0%	0,96%	Скачать весь выпуск	http://journal.gumrf.ru	22 Ноя 2016	Модуль поиска Интернет	0	2
[07]	0,04%	0,95%	Скачать файл	http://vestnik.vniizht.ru	раньше 2011	Модуль поиска Интернет	11	3
[08]	0,45%	0,78%	Направления совершенствования диз...	https://moluch.ru	28 Окт 2019	Модуль поиска Интернет	120	2
[09]	0%	0,68%	Силинский Сергей Михайлович ВКР Си.	не указано	04 Июн 2018	Кольцо вузов	0	2
[10]	0%	0,66%	Мировое судовое дизелестроение. Кон.	http://studentlibrary.ru	раньше 2011	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[11]	0%	0,52%	Текст автореферата	http://msun.ru	16 Ноя 2017	Модуль поиска Интернет	0	2
[12]	0%	0,5%	Г. А. Конкс, В. А. Лашко ; Федеральное а.	http://dlib.rsl.ru	15 Мая 2018	Коллекция РГБ	0	2
[13]	0%	0,44%	213830	http://biblioclub.ru	18 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	2
[14]	0,06%	0,39%	3313	http://e.lanbook.com	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	15	1
[15]	0%	0,37%	241766	http://e.lanbook.com	10 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1
[16]	0%	0,37%	Скачать полный текст диссертации в ф..	http://astu.org	22 Сен 2017	Модуль поиска Интернет	0	1
[17]	0%	0,37%	2017_МФ_ЭСЭУ_СЭУ_ДП_Ткаченко_Але...	не указано	01 Ноя 2018	Кольцо вузов	0	1
[18]	0%	0,33%	готовый диплом вставлена рамка и та...	не указано	19 Июн 2017	Кольцо вузов	0	1
[19]	0,05%	0,27%	Автомобильные двигатели — курсова...	http://turboreferat.ru	30 Окт 2018	Модуль поиска Интернет	13	1

[20]	0%	0,24%	Общая характеристика трактора МТЗ-...	http://revolution.allbest.ru	05 Мар 2015	Модуль поиска Интернет	0	1
[21]	0%	0,24%	Модернизация дизельного двигателя ...	https://knowledge.allbest.ru	14 Фев 2019	Модуль поиска Интернет	0	1
[22]	0%	0,22%	220943	http://biblioclub.ru	18 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	1
[23]	0%	0,22%	Диссертация	http://bmstu.ru	25 Авг 2017	Модуль поиска Интернет	0	1
[24]	0%	0,22%	ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ..	https://docplayer.ru	29 Мар 2019	Модуль поиска Интернет	0	1
[25]	0%	0,22%	PZ (2).docx	не указано	14 Июнь 2019	Кольцо вузов	0	1

Текст документа

УДК 621.436:629.5

В. Н. Кучеров

РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ

ДВИГАТЕЛЕЙ

АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТИПА

WORKING PROCESS, ECONOMICAL AND MAINTENANCE

DATA AUXILIARY ENGINES OF ALTERNATIVE TYPE

Кучеров Владимир Никанорович, кандидат технических наук, профессор.

ФГБОУ ВО «Морской государственный университет им. адм. Г.И.

Невельского », механик-дизелист 1 разряда, технический консультант

судоходной компании «Дельта»

Nadezkin@msun.ru

контактный телефон: 89025296233

Kucherov V. N. –PhD, Professor of the Department «Ship Diesel Installation»

evelskoy Maritime State University, First Class Engineer, technical consultant of

a shipping company «Delta», Vladivostok, РФ, тел. 8-902-529-62-33, e-mail:

Nadezkin@msun.ru

Предисловие

Объектом исследования являются приводные двигатели нового

технического направления. В частности, к ним относятся морские дизели

фирмы MAN типа D2842LE различных модификаций и мощностей,

имеющие V-образное автотракторное конструкционное исполнение,

которые именуется необслуживаемыми, но имеют традиционную

организацию рабочего процесса.

Представлены дизели L23/30, L28/32 фирмы MAN-B&W

традиционной конструкции, имеющие высокие эксплуатационные

качества.

Кратко показаны также основные характеристики дизеля нового

поколения фирмы Caterpillar C9 с полным электронным управлением.

Выполнено сравнение характера изменения ряда параметров рабочего

процесса данного двигателя и дизеля с традиционным управлением S20

фирмы «Зульцер» на различных нагрузках. Приведены результаты

длительной эксплуатации этих дизелей и проанализированы их недостатки.

РАЗДЕЛ 1. Дизели D2842LE фирмы MAN.

Аннотация.

Цели исследования: анализ энергоэкономических, массогабаритных

показателей, конструкционных решений, особенностей эксплуатации

двигателей иной технической ориентации. Результирующая часть

исследования имеет своей целью анализ работоспособности, ресурсных

показателей данных двигателей в различных условиях эксплуатации,

целесообразности и возможности их использования с точки зрения

безопасности мореплавания на судах различного типа и назначения.

Abstract

This study work has been done on the new marine type of MAN D2842LE diesel engine. Generation of this engines are autotractor type and need no constant attention (unattended) in service. The study purpose was analyzing energetic, economical, mass, dimension data, construction features, and specific demands in service.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизель-генератор, необслуживаемый двигатель, техническое обслуживание, ресурсные показатели, отказы.

Key words: diesel engine, diesel-generator, unattended diesel, technical service, durability, malfunction.

Введение

На современных судах широкое применение находят форсированные дизели для электро-генераторов классического исполнения, приспособленные для работы на тяжелых топливах одного сорта с главными малооборотными дизелями.

Наряду с традиционными дизелями наблюдается тенденция к использованию на дизель-генераторах двигателей иной идеологии: необслуживаемого, автотракторного типа. В частности, дизели фирмы MAN типа D2842LE мощностью 421 кВт при 1500 мин⁻¹ [1]. Данные двигатели используются для привода электрогенераторов и винтовых грузовых насосов на танкерах типа «Георгий Фройер» дедвейтом 5000 т. в количестве четырех единиц, которые эксплуатируются в судоходной компании «Дельта». Дизели имеют размерность: 19 диаметр цилиндра 128 мм, ход поршня 142 мм, число цилиндров 12, исполнение 2 V-образное.

Назначенный фирмой ресурс составляет 50 тыс. ч.

Несмотря на повышенную оборотность, данный дизель имеет среднюю скорость поршня C_m только 7,1 м/с при малом отношении хода поршня к диаметру цилиндра ($S/D = 1,11$) и может относиться к классическому разряду среднеоборотного двигателя [2].

Основная аналитическая часть

Дизель имеет изобарные турбоагнетатели по одному на каждую из V-образных групп цилиндров. Уровень форсирования двигателя не высок. Среднее эффективное давление P_e составляет 1.54 МПа. Обобщенным показателем степени форсирования принято считать произведение $P_m e$ на

C_m , при делении которого на коэффициент тактности z , получаем величину пропорциональную поршневой мощности по выражению:

$$K_e = P_m e C_m / z.$$

Данный параметр, определяющий степень форсирования рабочего процесса, не высок в сравнении с многими современными СОД и не может создавать повышенных механических и динамических нагрузок.

Тепловая напряженность цилиндропоршневой группы (ЦПГ), связанная дополнительно с условиями охлаждения, не может быть чрезмерной в силу низких термических сопротивлений тонких стенок деталей ЦПГ.

Дизель хорошо согласован с изобарным турбокомпрессором и при очень небольшом перекрытии клапанов в 51 °п.к.в. имеет чистый выхлоп на всех режимах работы. Двигатель имеет степень сжатия 15,5, камеру сгорания в поршне, впрыск непосредственный. Форсунка с четырьмя соплами, давление начала подачи 22,0 МПа, удельный эффективный расход дизельного топлива 197 г/(кВтч). Конструктивно дизель не имеет лючков в картере, установлен на высоком фундаменте типа колодца, над которым располагается поддон двигателя и через него возможен ограниченный доступ к кривошипно-шатунному механизму, подшипникам для их ревизии разборки мотылевого соединения привывемке поршней.

В процессе плановой полной ревизии (моточистки) через 20 тыс. ч дизель переворачивают или укладывают набок. На рис.1 показано общее конструкционное исполнение двигателя D2842LE и его некоторые детали и элементы.

Рис.1. Общий вид двигателя D2842LE в разрезе

1.Всасывающий трубопровод маслонасоса ; 2.Масляные насосы ; 3.Редукционный клапан; 4. Охладитель масла; 5. Масляный фильтр; 6.Байпасный масляный клапан; 7. Трубопровод распределения масла\галерея\ ; 8.Каналы подвода масла к шейкам

коленчатого вала; 9. Каналы подвода масла к рамовым подшипникам; 10. Каналы подвода смазки к мотылевым подшипникам; 11. Канал подвода смазки к подшипникам верхней головки шатуна; 12. Каналы подачи масла к подшипникам распределительного вала; 13. Каналы подвода масла к клапанному приводу; 14.

Сопловые наконечники для подачи масла на охлаждение поршней и смазывания кулачков; 15. Канал для смазывания элементов топливного насоса высокого давления; 16. Пробка для спуска масла; 17. Маслопроводы для смазывания подшипников турбонагнетателя; 18. Трубопровод слива масла из турбонагнетателя.

Заданный удельный расход масла определен в 1,07 г/(кВтч). На всех дизелях фактический расход масла всегда был значительно ниже. По результатам эксплуатации судоходная компания перешла на использование отечественного масла М-14-Г2 (цс) взамен всесезонного масла типа «Mobilgard 412». Период работы масла и фильтров по результатам анализов был увеличен с 200 до 400 часов. Следует отметить, что топливная аппаратура и сам дизель хорошо адаптирован к топливам типа ТСМ (топливо судовое маловязкое) по ТУ 38.101567-87 и его предварительная очистка осуществлялась фильтрованием на элементах с бумажной основой при отсутствии в системе сепаратора топлива.

Остальное обслуживание касается чистки и замены топливных, масляных и воздушных фильтров. Ресурсные и эксплуатационные показатели двигателя показаны автором в статье [3].

Новые двигатели этой модели выпускаются и с электронным управлением, которая в отличии от показанной ниже системы двигателей С-9 фирмы «Caterpillar» (CAT) с полным электронным управлением имеет простую и надежную систему топливоподачи типа «Common rail» и совершенную систему диагностики отказов.

Заключение

К настоящему времени дизели отработали около 100 тыс.ч. Из базовых деталей осталось в работе 3 коленчатых вала нормального или первых ремонтных размеров, цилиндры, крышки, холодильники и ГТН, поскольку при ремонтах на сервисных зарубежных участках заменялись многие детали ЦПГ и шатуны с головными подшипниками. Практически через два плановых ремонта (40-50 тыс. ч) требуется установка цилиндровых втулок ремонтного размера, лучше с внешним хромированием, применять тосолы, либо другие мероприятия для предотвращения возрастающих кавитационных разрушений на цилиндрических втулках. Преимуществами данных двигателей являются: простота конструкции и эксплуатации, высокая работоспособность всех деталей и элементов в пределах назначенного межремонтного периода и возможного его превышения на 20-30%, простота и высокий

межремонтный период топливной аппаратуры, способность двигателя работать при малых нагрузках без характерных для этих режимов ухудшений качества процессов сгорания, нагарообразования, смывания масляной пленки на втулках. Для своей оборотности двигатель имеет низкий расход топлива и смазочного масла и не требователен к особой чистоте и качеству топлива в условиях морских бункеровок. Особым

достоинством этих дизелей является малые габариты и масса. По совокупности указанных факторов с учетом реальности принципа не обслуживаемости, двигатель рационально использовать на промысловых и других судах, где лимитированы свободные объемы машинных отделений и высока занятость экипажа сопутствующими делами. Несмотря на не традиционность конструкции и эксплуатации, данные дизели доказали свою работоспособность и возможность использования на морских судах. Что касается экономической целесообразности их широкого применения, то в каждом конкретном случае требуется провести сравнительный анализ затрат на основе ресурсных показателей и стоимости запасных частей дизелей традиционной и альтернативной конструкции.

РАЗДЕЛ 2 Дизели L23/30, L28/32 фирмы MAN-B&W

Аннотация

Представлен анализ работоспособности, характерные отказы деталей цилиндропоршневой группы и других ответственных элементов среднеоборотных дизелей 9L28/32 фирмы MAN-B&W за длительный период работы при различных режимах нагружения и эксплуатации. На основании контроля и мониторинга автором состояния цилиндрических втулок и поршневых колец каждого цилиндра, ревизии цилиндропоршневой группы выполнялись исключительно «по состоянию». В результате на указанном выше двигателе танкера «Г. Фройер» за 12 лет эксплуатации при наработке 64500 моточасов была выполнена ревизия только 15 поршней вместо 48 плановых с заменой 39 поршневых колец вместо 194, рекомендованных заданным сроком службы колец.

Abstract:

This article contains analysis durability, typical malfunction piston ring assembly, cylinder liners and other essential parts 9L28/32A-F MAN B&W diesel engine during long working time under different loads and service conditions. Owing to diagnostic control cylinder liner and piston rings assembly each cylinder by author, overhauling were made only «condition mode». As a result at a tanker «Georgiy Froier» during 12 years and 64500 working hours were made only 15 overhauls instead recommended 48 with changing 39 piston rings instead 194 recommended.

Ключевые слова:

Судовой дизель, цилиндрическая втулка, поршень, поршневые кольца, изнашивание, хромирование, канавки поршневых колец, ресурсные показатели, воздухообеспечение, режимы работы дизеля, температура газов, турбокомпрессор.

Keywords:

Diesel engine, cylinder liners, piston rings, chrome plating, piston ring grooves, piston overhaul, wear down, specific wear down, exhaust valve, turbocharger, air supply, gas temperature, engine loads, heat condition.

Вводная часть

Типоразмерный ряд фирмы MAN-B&W содержит дизели L23/30, L28/32 и более форсированные модели, которые в различном исполнении используются на судах как главные, так и вспомогательные. Дизели L23/30, L28/32 получили широкое применение в мировом флоте в силу их высоких эксплуатационных качеств при достаточно простом конструктивном исполнении их ответственных деталей и элементов. Дизели имеют достаточно высокую форсировку рабочего процесса, сохраняя при этом высокую для среднеоборотного двигателя экономичность и ресурсные показатели большинства базовых деталей и двигателя в целом.

Можно полагать, что исходя из названных факторов данные двигатели в рядном исполнении при различном числе цилиндров приняты в

номенклатуру лицензионного производства фирмой ОАО «РУМО» [2].

В Дальневосточном бассейне эксплуатировалось шесть дизелей 9L28/32 A-F, которые построены на фирме «HYNDAI» республики Корея в 1994-1996г. и установлены на танкерах DW 4990 тонн. Два танкера перешли в судоходную компанию ЗАО «Дельта».

Параметры дизеля: D = 280 мм, S = 320 мм, n = 775 мин⁻¹, pe = 19,3 бар, Ne= 2206 кВт, удельный расход топлива 199,5 г/(кВт·ч). Дизель номинирован для работы на мазутах с вязкостью до 380 мм²/с при 50 С. Однако при вязкости более 180 мм²/с требуется согласование с фирмой изготовителем. Дизель простой конструкции с подвесным коленчатым валом.

Основные результаты длительной эксплуатации двигателей по данным мониторинга их состояния автором показана в работе [4].

Обсуждение основных результатов

К настоящему времени оба дизеля отработали более 100 тыс. ч.

Капитальных ремонтов с выемкой, перешлифовкой шеек и даже с

коррекцией расцепов коленчатого вала не производилось. Мотылёвые и рамовые подшипники канавчатого типа «Rillenkager» фирмы MIBA отработывали заданные 30–35 тыс. ч без существенных повреждений и заменялись в основном при значительном запасе ресурса.

Выводы и заключения

1. На основе проведенного анализа можно утверждать, что при грамотной эксплуатации дизели 9L28/32A-F помимо их достоинств в плане удобного и поэтому не трудоемкого обслуживания, обеспечивают в целом высокие ресурсные показатели.
2. При нагрузке дизелей около 75% от номинальной мощности с использованием тяжелого топлива в пределах рекомендованных фирмой показателей и вязкости не выше 180 с⁻¹, достигаются высокие надежность, работоспособность и ресурсные показатели триады трения: «цилиндровая втулка – поршневые кольца – канавки поршней» и, следовательно, периоды между техническим обслуживанием цилиндров по максимуму до 40 тыс.ч.
3. Поршневые канавки первого кольца могут выработать свой заданный износный ресурс 0,25мм за 60 тыс.ч.
4. Основные проблемы в эксплуатации двигателей возникли ввиду подключения дизелей через реверс-редуктор на винт фиксированного шага. Нормальное воздушное снабжение двигателя без сильного дымления и запредельных температур отходящих газов на режимах от холостого хода до нагрузки 0,58Ренм с изобарной турбиной возможно только при работе двигателя на винт регулируемого шага.
5. За весь период эксплуатации не было случаев непосредственного отказа или повреждения цилиндрических крышек, втулок или поршней.
6. На одном из двигателей после наработки 52400 ч. были заменены все шатуны по причине появления микротрещин в зубчатом разьеме нижней головки шатуна. По мнению фирмы трещины, могут возникать при попадании масла в разъем перед сборкой, либо в результате чрезмерной обтяжки соединения при техобслуживании.
7. Девяти цилиндрические модели в 4-х тактном исполнении двигателя не имеют полной внешней уравновешенности и соответственно подвержены дополнительной вибрации. Очевидно, по этой причине произошла самоотдача необслуживаемого крепления промежуточной шестерни распределителя. Шестерня вышла из зацепления без повреждений зубчатой передачи.

РАЗДЕЛ 3. Двигатели С-9 фирмы «Caterpillar» (CAT) с полным электронным управлением

Аннотация:

Рассмотрены основные характеристики дизель-генератора нового

поколения фирмы Caterpillar C9 с полным электронным управлением.

Показаны принципы функционирования и состав элементов,

осуществляющих организацию рабочего процесса и его исполнение,

контроль и диагностику параметров двигателя в работе. Выполнено

сравнение характера изменения ряда параметров рабочего процесса

данного двигателя и дизеля с традиционным управлением S20 фирмы

«Зульцер» на различных нагрузках.

Abstract

This study work has been done on the new marine type diesel engine of

C-9 «Caterpillar» firm. Generation of this engines are electronic operation and

need no constant control working parameters of the engine in service. In the

course of study work were shown electronic systems components, speciality of

construction and operation. Also study purpose was analyzing energetic,

economical, working parameters of the engine cycle C9 in compare with

nonelectronic Sulzer S20 engine.

Ключевые слова: дизельный двигатель, дизель-генератор, рабочий

процесс, электронное управление, диагностика, эксплуатация, отказы.

Key words: diesel engine, diesel-generator, electronic operation,

diagnostics, technical service, durability, malfunction.

Основная часть

Для сохранения ресурса дизель-генераторов D2842LE как приводных

двигателей грузовых насосов, повышения надежности и эффективности

электрообеспечения при малых нагрузках, на танкерах судоходной

компании «Дельта» были дополнительно установлены по одному дизель-

генератору C-9 под заводским номерами SJB00492 и SJB 00490.

Фирма «Caterpillar» широко и успешно внедряет дизели с

электронным управлением.

C-9 – шести цилиндровый двигатель морского типа достаточно новой

модели мощностью 175 кВт при частоте вращения 1500 мин⁻¹. Параметры

двигателя: диаметр цилиндра 112 мм, ход поршня 149 мм, степень сжатия

16,1, удельный расход топлива на полной нагрузке 210 г/(кВтч).

Отношение S/D составляет 1,33 и средняя скорость поршня 7,45 м/с.

По данным показателям двигатель можно отнести к разряду

среднескоростных [2].

Установленный на двигателе микропроцессор выполняет следующие

функции:

- электронного регулятора скорости, поддерживающего скоростной и нагрузочный режим;

- управления подачей топлива в соответствии с заданным режимом по фазам, количеству топлива и закону подачи;

- контроля и сохранения в памяти основных параметров дизеля и обслуживающих его систем, всех отклонений и нарушений в работе дизеля

и выдача их на экран процессора или печатающее устройство, в том числе

и за длительный период эксплуатации;

- срабатывания аварийно-предупредительной сигнализации при выходе

параметров за уставку, снижения нагрузки и далее остановки дизеля по

критическим параметрам.

Результаты мониторинга автором технического состояния и

работоспособности двигателей показаны в статье [6]. Представляет

интерес характер изменения основных параметров дизеля C9 и у широко

распространенного на флоте вспомогательного двигателя 90-х годов S20

фирмы «Зульцер» без электронного управления.

Сравнительный анализ рабочего процесса дизеля C9 и S20 на

различных режимах

Дизель S20 имеет $D = 200\text{ мм}$, $S = 300\text{ мм}$, $S/D = 1,5$, частота вращения

1000 мин⁻¹, средняя скорость поршня 10 м/с, среднее эффективное

давление 18,5 бар, цилиндровая мощность 145 кВт, удельный расход

топлива 195 г/(кВт·ч) [7].

Для анализа условий воздухообеспечения и качества процесса сгорания

принято характеристическое отношение давления наддува к среднему

эффективному давлению P_n / P_{me} (рис. 2).

Рис.2 Изменение условий воздухообеспечения и температуры отходящих газов дизелей

C9 CAT и «Зульцер» S20 при различных нагрузках

1.Характер протекания параметра P_n / P_{me} и его процентное изменение (1а) у дизеля C9

мощностью 175 кВт;

2.Характер протекания параметра P_n / P_{me} и его процентное изменение (2а) у дизеля S20;

3.Температура отходящих газов перед турбиной дизеля C9;

4.Температура отходящих газов перед турбиной дизеля S20;

5.Температура отходящих газов на дизеле C9.

Как следует из графических зависимостей на рис.2 отношение P_n / P_{me}

имеет равные значения у обоих двигателей (0,15) при номинальной

нагрузке и остается практически одинаковым до нагрузки 50%, изменяясь

по одному закону. При дальнейшем уменьшении нагрузки у сравниваемых

двигателей до 25% по P_e , параметр воздухообеспечения дизеля C9 возрос на

201%, а у дизеля S20 на 180%. Увеличение расхода воздуха отразилось на

изменении температуры отработавших газов перед турбиной. Если на

режимах полного хода эти температуры сопоставимы и различались на +18

°С у CAT, то на режимах 25% от номинальной мощности эта температура

стала ниже на 60°С. В результате обеднения смеси, а также возможных

особенностей закона подачи и впрыскивания топлива при электронном

управлении, удельный расход топлива на дизеле C9 возрос значительной

чем у дизеля S20 в указанном диапазоне изменения мощности, что

ухудшает экологические показатели (смотри рис. 3).

Рис. 3. Сравнительное изменение удельного расхода топлива g_e в г/(кВт·ч) и в

процентах дизелей CAT C9 и «Зульцер» S20 на различных режимах.

1.Удельный расход топлива дизеля C9 и процент его изменения;

2.Удельный расход топлива дизеля S20 и процент его изменения 2а;

3. Объемный расход топлива в л/час;

4. Давление наддува двигателя C9.

Как следует из графиков при нагрузках более 60% характер изменения

удельного расхода топлива совершенно одинаков. Но уже при нагрузке 25%,

g_e у дизеля S20 возрастает на 15%, а у C9 на 25% при дальнейшем резком

росте g_e к 35% с уменьшением нагрузки к (15-20) % от номинальной

мощности.

Более высокий (на 5%) удельный расход топлива у C9 на полной

нагрузке может быть связан с фактором большей быстроходности и,

возможно, экологическими особенностями построения рабочего процесса.

Анализ работоспособности элементов и систем дизеля C9.

На дизелях C9 используются насос-форсунки с гидроприводом.

Масляный гидронасос активации с переменной производительностью

создает давление, обеспечивающее режим работы системы топливоподачи.

Наработка дизелей за 4 года составила только 13,4–15,0 тыс. ч в

основном из-за низкой надежности топливной аппаратуры и многих

элементов дизеля. Это объясняется сложностью конструкции насос-

форсунок при высоких требованиях к чистоте топлива (до 2 м) и его

качеству. Форсунки, как наиболее уязвимый в эксплуатации элемент, не

подлежат техническому обслуживанию в судовых условиях. В план-

графиках не приводятся данные по их проверке и контролю технического состояния.

В процессе электронно-управляемого впрыска, очевидно, происходит нарушения в работе, которые неоднократно приводили к сообщению гидросистемы масла с топливной и поступлению топлива в систему масляного гидропривода форсунки и далее в картер двигателя 1.

Этот аврийно-опасный отказ не фиксируется датчиками системы управления при работе и не диагностирует отказавшую форсунку даже с помощью сервисных специалистов. Приходится покупать и заменять все 6 форсунок.

За время эксплуатации пришлось менять 3 комплекта форсунок.

Основной причиной всех отказов дизеля фирма считает несоответствие используемого топлива 1. Установка дополнительных фильтров очистителей «Rakog», а также топливного сепаратора СЦ 1,5 при работе на топливе ТСМ положение не изменили.

В процессе эксплуатации выявлялись отказы в работе гидронасосов активации (с заменой трех насосов), управляющего компьютера, охладителей продувочного воздуха, кулачков распределительного вала и особенно неотчетливых комплектующих деталей.

Как сказано ранее, любую крупную или мелкую поломку или отказ может выявить и исправить только сервисный специалист со специальным инструментом и электронным ключом для входа в диагностическую систему по приходу в порт. Это касается даже новых форсунок 1.

После 13,5-14,5 часов работы достаточно надежной в работе показала себя только цилиндро-поршневая группа, где не было признаков ухудшения ее технического состояния.

Заключение

Стоимость деталей и сервисного обслуживания очень высока. Система 1 выявления любых отказов и восстановление работоспособности двигателя невозможно силами машинной команды. Выявились несовершенства в системах контроля и диагностики. Фирма требует чрезмерно высокое качество и чистоту топлива, что не всегда возможно при морских бункеровках 1. За 4 года эксплуатации расходы на сервисное обслуживание и приобретение запасных частей составили по неполным данным более 60% от стоимости дизелей 1.

При наработке 13,5-14,5 тыс. моточасов после необоснованных предложений сервисного центра о проведении очень затратного полного технического обслуживания с демонтажем двигателей, судоходная компания прекратила дальнейшую эксплуатацию этих двигателей.

Выводы:

Учитывая отмеченные трудности в эксплуатации данных дизелей, полную зависимость от сервисного центра и невозможность 1 выявления и устранения даже мелких отказов силами экипажа, эксплуатация данных двигателей на судах промыслового и транспортного флота в длительных экспедициях и продолжительных рейсах не обеспечит безопасность мореплавания 1.

Список литературы:

1. MAN-Marine Diesel Engine for commercial shipping. Сервисное руководство для дизелей коммерческих судов. URL: <https://www.engines.man.eu/global/en/marine/engines-for-commercial-shiping/service/Service.html>
2. Конкс Г. А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта: учебн. пособие . М.: Машиностроение, 2005. 512 с.

3. Кучеров В.Н. Особенности рабочего процесса, эксплуатация и ресурсные возможности дизель-генераторов альтернативного типа//Вестник

АГТУ. Астрахань 2018. Серия Морская техника и технология No 4 ноябрь 2018. С.59-65

4. Кучеров, В.Н. Ресурсные возможности СОД типа L28/32A-F фирмы MAN-B&W по результатам длительной эксплуатации. Сборник. Проблемы транспорта Дальнего Востока. Владивосток: Мор. гос. ун -т, 2013. – С.167-169.

5. Сервисное руководство и данные стендовых испытаний дизеля С-9 фирмы «Caterpillar»

6. Качество рабочего процесса, эксплуатация и ресурсные возможности современного вспомогательного дизеля с электронным управлением//Вестник АГТУ. Астрахань 2019. Серия Морская техника и технология No3 август 2019. С.63-72

7. Dr. G. A. Lustgarten. The Sulzer S20- An Engine for the 90s. Schiff & Hafen/Kommandobrücke, Heft 12/1988. P.38-42.

References

1. MAN-Marine Diesel Engine for commercial shipping Service Record book.URL: <https://www.engines.man.eu/global/en/marine/engines-for-commercial-shipping/service/Service.html>.

2. Konks G. A. Mirovoye sudovoye dizelstroyeniye. Kontseptsii konstruirovaniya, analiz mezhdunarodnogo opyta: uchebn. posobiye. M.: Mashinostroyeniye, 2005. 512 s.

3. . Kucherov V. N. Features of the working process, operation and resource capabilities of diesel generators of alternative type. Vestnik ASTU. Astrakhan 2018. A series of Marine engineering and technology no 4 November 2018. C. 59-65

4. . Kucherov V. N. Resursnye vozmozhnosti SOD tipa L28/32A-F firmy MAN-B&W po rezul'tatam dlitel'noi ekspluatatsii. Problem ytransporta Dal'negoVostoka.Vladivostok, Morskoi gosudarstvennyi universitet imeniadmirala G. I. Nevel'skogo, 2013. Pp. 167-169.

5. Service guide and the data of bench tests of a diesel engine-9 of the company "Caterpillar»

6. Kucherov V.N. Kachestvo rabocheho proceca, ekspluatacia I recurcnii vocmognocty sovremewogo vcpomogatelnogo dizelia s elektronnim upravleniem//Vesnik AGTU. Astrakhan 2019. Seria Morskaia tehnika I tekhnologia 3 avgust 2019.s.63-72.

7. Dr. G. A. Lustgarten. The Sulzer S20- An Engine for the 90s. Schiff & Hafen/Kommandobrücke, Heft 12/1988. P.38-42