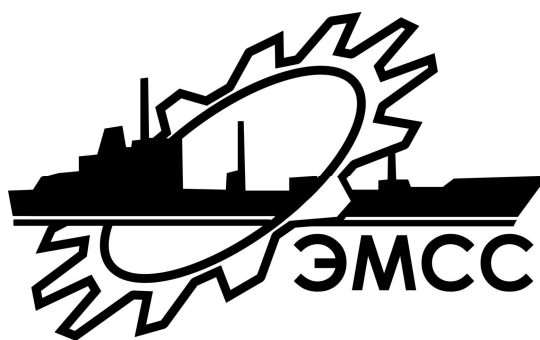


Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

**РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ
ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВ
В СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению
расчетно-графического задания
(контрольной работы)**
со студентами дневной и заочной формы обучения
специальности «Эксплуатация СЭУ»
по дисциплине
«Технология использования топлива, масел, воды»



Севастополь
2013

Решение практических задач выбора и использования топлив в судовых энергетических установках: Методические указания к выполнению расчетно-графического задания (контрольной работы) со студентами дневной и заочной формы обучения специальности «Эксплуатация СЭУ» по дисциплине «Технология использования топлива, масел, воды» /Сост. С.Н. Ткач, И.И. Свириденко, С.А. Первушин. - Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2013.- 64с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» в приобретении навыков решения наиболее часто встречающихся в практике эксплуатации СЭУ задач выбора и использования топлив при изучении дисциплины «Технология использования топлива, масел, воды».

Методические указания составлены с учетом требований международных стандартов на топливо и международной конвенции МАРПОЛ 73/78.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Энергоустановок морских судов и сооружений, протокол № 4 от 26.10.2012 г.

Рецензент: Гоголев Г.В., канд.техн.наук, доцент кафедры ЭМСС.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

Условные обозначения.....	4
Введение.....	4
1. Расчетно-графическое задание	
Решение практических задач выбора и использования топлив в судовых энергетических установках.....	5
1.1 Задание на выполнение РГЗ.....	5
1.2 Теоретический раздел.....	5
1.3 Порядок выполнения РГЗ	5
1.4 Оформление и защита РГЗ.....	7
1.5 Контрольные вопросы.....	8
Библиографический список.....	8
Приложение А. Энергоустановки - потребители топлива	10
Приложение Б. Требования к топливам согласно украинским стандартам.	15
Приложение В. Европейский стандарт EN 590.....	20
Приложение Г. Требования к топливам согласно российским стандартам.	21
Приложение Д. Зарубежные стандарты на топливо	25
Приложение Е. Перевод различных единиц вязкости	39
Приложение Ж. Влияние температуры на плотность топлива и занимаемый им объем.....	42
Приложение И. Химическая обработка топлива	45
Приложение К. Удельная теплота сгорания	51
Приложение Л. Характеристика воспламеняемости остаточных судовых топлив	53
Приложение М. Температура перекачки и сжигания топлива	56
Приложение Н. Температура подогрева перед сепаратором и производительность сепаратора	60
Приложение П. Структура отчета (формы таблиц).....	61

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ВДГ	– вспомогательный дизельгенератор;
ВОД	– высокооборотный двигатель;
ВПК	– вспомогательный паровой котел;
ГД	– главный двигатель;
МОД	– малооборотный двигатель;
РГЗ	– расчетно-графическое задание;
СОД	– среднеоборотный двигатель;
СЭУ	– судовая энергетическая установка;
ТНВД	– топливный насос высокого давления;
ЭУ	– энергетическая установка.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе работы над расчетно-графическим заданием студенты приобретают навыки решения наиболее часто встречающихся практических задач использования топлива в СЭУ. Задание выполняется применительно к топливоподготовке для ГД, ВДГ, ВПК.

Предлагаемые для решения задачи относятся к топливам, ориентированным на стандарты Украины, России и зарубежные.

Приведенные справочные данные соответствуют действующим стандартам, нормативным документам и специальной справочной литературе. Этого материала вполне достаточно для решения РГЗ.

Умение самостоятельно выбрать марку топлива, назначить температурные и эксплуатационные режимы энергетической установки, грамотно подобрать присадки к топливу способствует развитию организаторских качеств, самостоятельности будущего механика в его практической деятельности по эксплуатации судового главного и вспомогательного оборудования.

В процессе выполнения РГЗ происходит закрепление студентами материала лекционного курса, развитие навыков самостоятельной работы с инструкциями по эксплуатации дизелей, схемами топливных систем, стандартами на топливо.

Работая над РГЗ, студент получает умения и навыки, которые будут полезными в будущем – при выполнении более сложных задач, таких как: бакалаврская и дипломная работа, научное исследование, диссертация.

Задание на РГЗ рекомендуется выдавать студентам после прочтения лекционного материала на тему «Показатели качества и технология обработки топлива». Это позволит практически закрепить полученные студентами теоретические знания. Для более детальной проработки рассматриваемых вопросов приводится список рекомендуемой литературы, доступной в библиотеке университета.



1. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ РЕШЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВ В СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

1.1 Задание на выполнение РГЗ

Для выполнения расчетно-графического задания требуется решить следующие задачи:

- выбор производителей энергоустановок, потребляющих топливо.
- назначение для выбранных потребителей марки топлива.
- перевод различных единиц вязкости.
- определение влияния температуры на плотность топлива и занимаемый им объем.
- выбор присадок к топливу.
- определение теплоты сгорания для выбранного топлива.
- расчет индекса углеродной ароматизации.
- определение температуры, обеспечивающей нормальную перекачку и сжигание топлива в цилиндрах дизелей и топках вспомогательного котла.
- определение температуры подогрева перед сепаратором и производительности сепаратора.

1.2 Теоретический раздел

Вся теоретическая информация, необходимая для успешного выполнения РГЗ, содержится в приложениях. Для более глубокого изучения вопросов, связанных с использованием топлива в судовых энергетических установках, рекомендуется воспользоваться литературой, представленной в библиографическом списке.

1.3 Порядок выполнения РГЗ

Выбор производителей энергоустановок, потребляющих топливо

К энергоустановкам, потребляющим топливо, относятся: главный дизель (ГД), вспомогательный дизельгенератор (ВДГ) и вспомогательный паровой котел (ВПК). Производители энергоустановок выбираются студентами самостоятельно по цифрам номера зачетной книжки:

- для ГД (таблица А.1, приложение А) по сумме двух последних цифр;
- для ВДГ (таблица А.2) по предпоследней цифре;
- для ВПК (таблица А.3) по последней цифре.

Результаты выбора энергоустановок оформляются в виде таблицы П.9, согласно которой назначается величина кинематической вязкости дистиллятных (при 40 °С) и остаточных (при 50 °С) топлив.

Назначение для выбранных потребителей марки топлива

По каждому назначенному значению вязкости выбирается марка топлива, согласно стандартам Украины (приложение Б), России (приложение Г)

зарубежным стандартам (приложение Д). Для каждого потребителя топлива формируется таблица с выбранной маркой топлива. Формы таблиц даны в приложении П (таблица П.1а, П.1б, П.1в).

Перевод различных единиц вязкости

Для всех назначенных топлив составляется общая таблица (форма таблицы П.2) значений вязкости, выраженных в различных единицах.

Определение влияния температуры на плотность топлива и занимаемый им объем

Для дистиллятных и остаточных топлив, назначенных для ГД, ВДГ и ВПК формируется таблица согласно форме таблицы П3. Объем V_t , принятого при температуре t топлива, задается в кубических метрах числом, соответствующим двум последним цифрам зачетной книжки. Температура t принимается с учетом температуры перекачки для соответствующей марки топлива.

Выбор присадок к топливу

Назначаются присадки, рекомендуемые для применения в эксплуатации энергоагрегатов – потребителей топлива. Устанавливается дозировка, способ ввода. Решение задачи оформляется в виде таблицы (форма таблицы П4).

Определение теплоты сгорания для выбранного топлива

Определяется теплота сгорания всех топлив, назначенных для ГД, ВДГ, ВПК. Оформление выполняется по таблице П5.

Расчет индекса углеродной ароматизации

Определяется качество воспламеняемости остаточных топлив по расчетному индексу углеродной ароматизации (ССАИ). Результаты вычислений заносятся в таблицу (форма таблицы П.6).

Определение температуры, обеспечивающей нормальную перекачку и сжигание топлива в цилиндрах дизелей и топках ВПК

Топливо подогревается:

- в цистернах основного запаса (перед перекачкой из них топлива) до температуры, обеспечивающей работу перекачивающего насоса с паспортной производительностью;

- в расходных и отстойных цистернах - до температуры, не менее, чем на 10 °С ниже температуры вспышки, определенной в закрытом тигле.

Температура подогрева топлива перед дизелем и ВПК определяется указаниями инструкции по эксплуатации энергоустановки, а при отсутствии указаний – в пределах, обеспечивающих нормальный распыл: перед ТНВД дизеля от 9 до 15 сСт [1]; перед форсункой котла от 16 до 26 сСт [2].

Данные по температурам заносятся в таблицу (форма таблицы П.7).

Определение температуры подогрева перед сепаратором и производительности сепаратора

Поступающее к дизелю топливо должно быть очищено от механических примесей и воды штатными судовыми средствами, включающими подогреватели, отстойные цистерны, фильтры и сепараторы. Подача к дизелю топлива содержащего механические примеси и воду в количествах, больших, чем д

пускается инструкцией по эксплуатации, запрещается. В случае значительного обводнения необходимо производить отстой и двойную сепарацию топлива.

Основным режимом при сепарации маловязких сортов топлива является режим пурификации (отделение воды), при сепарации средневязких и высоковязких сортов топлива - последовательно режимы пурификации и кларификации (отделение механических примесей).

При назначении температуры подогрева топлива перед сепаратором следует учитывать, что она не должна превышать [1]:

– для маловязких сортов топлив – 35...45 °С (маловязкие сорта топлива сепарируют без подогрева при производительности сепаратора 100 % номинальной);

– средневязкие и высоковязкие - с подогревом до 90 °С при производительности сепаратора не более 30 % номинальной. Подогрев топлива перед сепаратором до температуры превышающей 90 °С может быть допущен только при наличии в системе регулятора для точного поддержания температуры.

Табличная форма записи температуры подогрева и производительности сепаратора в зависимости от марки топлива приводится в таблице П.8.

1.4 Оформление и защита РГЗ

Оформление отчета

Расчетно-графическое задание выполняется в виде отчета, выполненного на печатных листах формата А4. Структура отчета – набор таблиц.

Титульный лист обязательно должен быть печатным и содержать: название министерства, университета, кафедры; название темы – «Решение практических задач выбора и использования топлив в судовых энергетических установках», дисциплины; фамилию, инициалы студента и номер группы; научное звание и фамилию преподавателя; год выполнения.

На втором листе печатается таблица с исходными данными (форма таблицы П.9). Остальные листы отчета заполняются последовательно данными, полученными при решении заданий к РГЗ. Форма таблиц соответствует таблицам П1...П8.

Защита расчетно-графического задания

Задание, выполненное с нарушением требований или небрежно оформленное, к защите не допускается.

Защищая РГЗ, студент должен продемонстрировать способы решения поставленных задач с использованием знаний и умений, полученных в процессе изучения темы «Показатели качества и технология обработки топлива».

1.5 Контрольные вопросы

1. Как определяют теплоту сгорания топлива по элементному составу?
2. Что называют низшей теплотой сгорания?
3. Каковы основные показатели топлива?
4. Какие эксплуатационные требования предъявляют к остаточным топливам?
5. Что служит причиной повышения коррозии и износов деталей двигателя?
6. Для чего в топливо добавляются присадки?
7. Назовите способы ввода присадок. От чего зависит дозировка присадок?
8. На какие режимы может быть настроен сепаратор топлива?
9. Какая максимальная температура подогрева топлива перед сепаратором?
10. От чего зависит выбор производительности сепаратора?
11. В чем отличие плотности ρ_4^{20} от ρ_{15}^{15} ?
12. Исходя из каких показателей может быть определено качество воспламеняемости дистиллятных топлив?
13. Какие единицы измерения условной вязкости вам известны?
14. Каким способом можно изменить плотность топлива?
15. Назовите единицы измерения кинематической вязкости.
16. Какое значение температуры топлива перед дизелем рекомендуется?
17. Какую температуру топлива рекомендуется поддерживать в цистернах запаса?
18. Какая максимальная температура топлива допустима в расходных цистернах?
19. В чем особенность дистиллятного топлива DMX?
20. Назовите международные организации, внесшие вклад в разработку стандартов на топливо.
21. С какой целью в эксплуатационных условиях учитывают влияние температуры на плотность топлива и занимаемый им объем?
22. К чему может привести высокое содержание ванадия и натрия в топливе?
23. Какая допускается максимальная температура нагрева топлива перед ТНВД?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Дизели. КНД 31.2.002.03-96.-Министерство транспорта Украины, 1996.- 70с.
2. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Котлы паровые и водогрейные. КНД 31.2.002.06-96.-Министерство транспорта Украины, 1996.- 94с.
3. ДСТУ 3868-99. Топливо дизельное. Технические условия; Введ. 08.04.1999.- К.: Госстандарт Украины, 1999.-16с.
4. ДСТУ 4840-2007. Топливо дизельное повышенного качества. Технические условия; Введ. 01.01.2008.- К.: Госстандарт Украины, 2008.-12с.
5. ДСТУ 4058-2001. Топливо нефтяное. Мазут. Технические условия; Введ. 09.11.2001.- К.: Госстандарт Украины, 2002.-12с.
6. EN 590:2004, Automotive fuels – Diesel – Requirements and test methods

7. ГОСТ Р 54299-2010 (ИСО 8217:2010). Топлива судовые. Технические условия; Введ. 01.07.2012.- М.: Изд-во стандартов, 2012.-36с.

8. Bunkers: An analysis of the practical, technical and legal issues / C.Fisher, J.Lux. Third Edition – Petrosport, 2004. - 380p.

9. Гаврилов С.В. Технология использования воды, топлива, смазки / С.В. Гаврилов.-Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2003.-203с.

10. BunkerWorld [Электронный ресурс] / Bunker prices – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.bunkerworld.com/prices/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ.

11. Возницкий И.В. Практика использования морских топлив на судах / И. В. Возницкий. – СПб.: Моркнига, 2005. -124с.

12. ISO 8217:2005, Petroleum products – Fuels (class F) – Specifications of marine fuels, the third edition of this standard.

13. ISO 8217:2010, Petroleum products – Fuels (class F) – Specifications of marine fuels, the fourth edition of this standard.

14. Правила технической эксплуатации морских и речных судов. Общие требования к технической эксплуатации судовых конструкций и технических средств. КНД 31.2.002.01-96.-Министерство транспорта Украины, 1996.- 48с.

15. Instruction Manual. WÄRTSILÄ 6L32.–Vaasa:Wärtsilä, 2003.–330p.

16. Материалы горюче-смазочные. Справочные данные. 233.14-06-95.- Севастополь: АНПП Югрыбтехцентр, 1995.- 263с.

17. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» / С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова.-3-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1985.-456с.

18. Топливо и топливные системы судовых дизелей / Ю.А. Пахомов, Ю.П. Коробков, Е.В. Дмитриевский и др.; Под ред. Ю.А. Пахомова.-М.: РКонсульт, 2004.-496с.

19. Корнилов Э.В. Технология топливоподготовки на судне / Э.В. Корнилов, П.В. Бойко, В.П. Смирнов. - Одесса: Студия «Негоциант», 2006. - 246с.

20. Руководство по применению судовой химии компании UNITOR.

21. Двигатели MAN B&W модельного ряда МС 50-98 : конструкция, эксплуатация и техническое обслуживание / И. В. Возницкий. - М.: Моркнига, 2008. - 260с.

22. МАК. Engine operating instructions. Type M43C.–Caterpillar Motoren GmbH & Co.KG, 2007.–2351p.

23. MAN Diesel 50 - 108 ME/ME-C. Volume I Operation. Edition 0003, 2006.-620p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Энергоустановки - потребители топлива

Таблица А.1 – Предельные значения вязкости топлива для ГД

№	Diesel Engine	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
0	Hyundai-MAN B&W 50-98 ME/ME-C	ISO 8217:1996-DMB, DMC	ISO 8217: 1996-max RMH55. CIMAC: 1990-max. K55. BS MA 100:1982-M9.
1	YANMAR 6N330	MDO Kinematic viscosity: before engine 3...8 cSt.	ISO 8217:1996-max. RMH55. CIMAC:1990-max. H55. Kinematic viscosity: before engine 11...14 cSt.
2	WÄRTSILÄ RT-flex48T-D	ISO 8217: 2005-DMA, DMB, DMC	ISO 8217:2005-max. RMK700. Kinematic viscosity: before engine 13...17 cSt.
3	Daihatsu 8DK-28	ISO 8217:1996- DMA(Gas Oil)	ISO 8217: 1996-RMA10; RME25; RMG35; RMH55. CIMAC:1990-A10; E25; G35; H55. Kinematic viscosity: before engine 14±1 cSt.
4	Daihatsu 3DK-20	ISO 8217:1996- DMA(Gas Oil)	ISO 8217: 1996-RMA10; RME25; RMG35; RMH55. CIMAC:1990-A10; E25; G35;H55. Kinematic viscosity: before engine 14±1 cSt.
5	Daihatsu 6DE-18	Diesel Oil	700...180 cSt/50 °C
6	WÄRTSILÄ W-X35	ISO 8217: 2005-DMA, DMB, DMC	ISO 8217:2005-max. RMK700. CIMAC:1990-max. H55/K55. BS MA 100:1996-max. RMH/K55. Kinematic viscosity: before engine 13...20 cSt.
7	Daihatsu 8DK-28e	Diesel Oil	700...180 cSt/50 °C
8	DOOSAN 6L23/30	ISO 8217:1996- DMA(Gas Oil), DMB, DMC. BS MA 100:1982-M1, M2, M3. Kinematic viscosity: before engine 10...14 cSt.	ISO 8217:1996-RMA10; RMB10; RMC10; RMD15. CIMAC:2003-A30; B30; D80. BS MA 100:1982-M4, M5.
9	DOOSAN MD196T	Kinematic viscosity: 1,8...10 cSt at 40 °C.	-

Продолжение таблицы А.1

№	Diesel Engine	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
10	MAK M32	Kinematic viscosity: before engine below 10 cSt.	CIMAC:1990- A10; B10; C10; E25; F25; G35; H35; H45; H55. Kinematic viscosity: before engine 10...12 cSt.
11	MAK M43	Kinematic viscosity: before engine below 10 cSt.	CIMAC:1990- A10; B10; C10; E25; F25; G35; H35; H45; H55. Kinematic viscosity: before engine 10...12 cSt.
12	MAN Diesel&Turbo L+V32/40	ISO 8217: 2005-DMA, DMB, DMC	ISO 8217:2005-max RMK700. CIMAC:2003-max. K700. Kinematic viscosity: before engine 12...14 cSt.
13	MAN Diesel&Turbo 48/60B	ISO 8217:2010-DMA, DMZ, DMB	ISO 8217:2010-max RMK700. Kinematic viscosity: before engine 12...14 cSt.
14	MAN Diesel&Turbo L35/44DF	ISO 8217:2010-DMA, DMZ, DMB	ISO 8217:2010-max RMK700. CIMAC:2003-max. K700. Kinematic viscosity: before engine 12...14 cSt.
15	MAN Diesel&Turbo L58/64	ISO 8217: 2010-DMA, DMZ, DMB	ISO 8217:2010-max. RMK700. CIMAC:2003-max. K700. Kinematic viscosity: before engine 12...14 cSt.
16	MAN B&W 46-98MC	ISO 8217: 1996-DMA, DMB BS MA 100:1982-M2.	ISO 8217:1996-max. RMK55. CIMAC:1990-max. H55. BS MA 100:1982-limit M9. Kinematic viscosity: before engine 10...15 cSt.
17	MAN B&W S70ME-C8-GI-TII	ISO 8217: 2005-DMB	ISO 8217:2005-max. RMK700. CIMAC: 2003-max. K700. BS MA 100:1982-limit M9. Kinematic viscosity: before engine 10...15 cSt.
18	Sulzer RT62	Kinematic viscosity: 2...7 cSt at 40 °C (MGO); 4...17 cSt at 40 °C (MDO).	Kinematic viscosity: 30...420 cSt at 50 °C (IFO); up to 700 cSt at 50 °C (BunkerFO); before engine 13...17 cSt.
19	Sulzer RTA58T	Kinematic viscosity: 1,5...7 cSt at 40 °C (MGO); 4...14 cSt at 40 °C (MDO).	ISO 8217:1996-max. RMH55. CIMAC:1990-max. H55/K55. Kinematic viscosity: 30...420 cSt at 50 °C (IFO); up to 700 cSt at 50 °C (BunkerFO); before engine 13...17 cSt.

Продолжение таблицы А.1

№	Diesel Engine	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
20	WÄRTSILÄ 32	Diesel oil or LFO (Light fuel oil). Kinematic viscosity: before engine min. 2,0 cSt.	ISO 8217:1996-max. RMH55. CIMAC :1990-max. H55. BS MA 100 :1996-max. RMH55. Kinematic viscosity: before engine 16...24 cSt.
21	WÄRTSILÄ 38	ISO 8217: 1996-DMA, DMB, DMC	ISO 8217 :1996-max. RMH/K55. CIMAC :1990-max. H55/K55. BS MA 100 :1996-max. RMH/K55. Kinematic viscosity: before engine 16...24 cSt.
22	YANMAR 6N18A	ISO 8217: 1996-DMA, DMB Kinematic viscosity: before engine 3...8 cSt.	ISO 8217:1996-max. RMH55. CIMAC:1990-max. H55. Kinematic viscosity: before engine 11...14 cSt.

Таблица А.2 – Предельные значения вязкости топлива для ВДГ

№	Diesel Engine	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
0	MAN B&W L23/30H	-	ISO 8217:1996-max. RMK55. CIMAC:1990-max. H55. BS MA 100:1982-limit M9. Kinematic viscosity: before engine 12...18 cSt.
1	YANMAR 6EY26L	MDO Kinematic viscosity: before engine 3...8 cSt.	Kinematic viscosity: up to 380 cSt at 50 °C; before engine 11...14 cSt.
2	YANMAR 8N21AL	MDO Kinematic viscosity: before engine 3...8 cSt.	Kinematic viscosity: up to 380 cSt at 50 °C; before engine 11...14 cSt.
3	YANMAR 6EY18AL	MDO Kinematic viscosity: before engine 3...8 cSt.	Kinematic viscosity: up to 700 cSt at 50 °C; before engine 11...14 cSt.
4	Hyundai Engine type H21/32	ISO 8217:1996-DMC. Kinematic viscosity: 1,5...14 cSt at 40 °C; before engine 6...14 cSt.	ISO 8217: 1996-max RMK55. Kinematic viscosity: before engine 12...18 cSt.
5	Daihatsu Model PS-26	Gas Oil	Heavy oil A: RW#50 °C 35...50. Heavy oil B: RW#50 °C 120 under.
6	Daihatsu 6DE-18	Diesel Oil	700...180 cSt/50 °C
7	DOOSAN AD196T	Kinematic viscosity: 1,8...10 cSt at 40 °C.	-

Продолжение таблицы А.2

№	Diesel Engine	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
8	Rolls-Royce Bergen B32:40L9A	ISO 8217: 1996-DMX, DMA, DMB, DMC	-
9	Daihatsu 6DL-16Ae	Diesel Oil	-
10	Mitsubishi S6A3	ISO 8217: 1996-DMX	-
11	Mitsubishi S6R2	ISO 8217:1996-DMX	-
12	MAN Diesel&Turbo V28/33D	ISO 8217:2010-DMA, DMZ	-
13	DOOSAN 6L28/32	ISO 8217: 1996- DMA(Gas Oil), DMB, DMC. BS MA 100:1982-M1, M2, M3. Kinematic viscosity: before engine 10...14 cSt.	ISO 8217:1996-RMA10; RMB10; RMC10; RMD15; RMF25; RMK35; RMK45; RMK55. CIMAC:2003-A30; B30; D80; E/F180; G/H/K380; H/K700. BS MA 100:1982-M4, M5, M7, M8.
14	Deutz BA6M816	Gas Oil sulfur content not exceeding 0,5%	-
15	WÄRTSILÄ 20	ISO 8217: 2005-DMA, DMB, DMC	ISO 8217:2005-max. RMK700. CIMAC:2003-max. K700. BS MA 100:1996-max. RMH/K55 Kinematic viscosity: before engine 16...24 cSt.
16	Daihatsu 6DK-36e	Diesel Oil	700...180 cSt/50 °C

Таблица А.3 – Предельные значения вязкости топлива для ВПК

№	Boiler	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
0	Miura HB-15T	Kinematic viscosity: for pilot burner 4,5 cSt at 50 °C.	Kinematic viscosity: for main burner 380 cSt at 50 °C.
1	AALBORG Boiler type: AQ-10/16 Burner type: KB 150W	Kinematic viscosity: for ignition burner 1,3...12 cSt.	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at burner inlet 45 cSt.
2	AALBORG Boiler type: AQ-10/16 Burner type: KB 550W	Kinematic viscosity: for ignition burner 1,3...12 cSt.	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at burner inlet 45 cSt.

Продолжение таблицы А.3

№	Boiler	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
3	AALBORG Boiler type: OC Burner type: KB 1600	Kinematic viscosity: for ignition burner 1,3...12 cSt.	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at burner inlet 45 cSt.
4	AALBORG Boiler type: OL Burner type: KBSD 950	Kinematic viscosity: for ignition burner 1,3...12 cSt.	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at burner inlet 15 cSt.
5	AALBORG Boiler type: OM Burner type: KBE 250	Kinematic viscosity: for ignition burner 1,3...12 cSt.	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at burner inlet 45 cSt.
6	AALBORG Boiler type: OM Burner type: KBSA 600	Kinematic viscosity: for ignition burner 1,3...12 cSt.	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at burner inlet 15 cSt.
7	AALBORG Boiler type: OS Burner type: KBO 600	Kinematic viscosity: min. 4 cSt at 20 °C.	Kinematic viscosity: up to 380 cSt at 50 °C.
8	AALBORG Boiler type: OS-TCi Burner type: KBP 150/92	-	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at nozzle 9 cSt.
9	AALBORG Boiler type: SAS-411 Burner type: KBSD 1500	Kinematic viscosity: 4...12 cSt at 50 °C.	Kinematic viscosity: max. 700 cSt at 50 °C; max. at burner inlet 15 cSt.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Требования к топливам согласно украинским стандартам

1. Согласно стандарту Украины – ДСТУ 3868-99 [3] в зависимости от условий применения устанавливаются следующие марки дизельного топлива (таблица Б.1): **Л** — летнее, рекомендуется для применения при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5 °С; **З** — зимнее, рекомендуется для применения при температуре окружающего воздуха не ниже минус 15 °С.

По содержанию серы дизельные топлива подразделяются на четыре вида: I - массовая доля серы не более 0,05 %; II - массовая доля серы не более 0,10%; III - массовая доля серы не более 0,20 %; IV - массовая доля серы не более 0,50 %.

Примеры условного обозначения дизельного летнего и зимнего топлива с массовой долей серы до 0,10 % и температурой вспышки 40 °С (летнего) и температурой застывания минус 25 °С (зимнего): **Топливо дизельное Л-0,10-40 по ДСТУ 3868—99; Топливо дизельное З-0,10-(-25) по ДСТУ 3868—99.**

Таблица Б.1 – Требования и нормы, предъявляемые к дизельному топливу

№ п/п	Наименование показателя	Значение для марок	
		Л	З
1	Цетановое число, не менее	45	45
2	Фракционный состав: - 50 % перегоняется при температуре, °С, не выше - 96 % перегоняется при температуре, °С, не выше	280 370	280 370
3	Кинематическая вязкость при температуре 20 °С, мм ² /с	3,0...6,0	1,8...6,0
4	Температура застывания, °С, не выше	-10	-25
5	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	62	40
6	Массовая доля серы, %, не более: - вида I; - вида II; - вида III; - вида IV.	0,05 0,10 0,20 0,50	0,05 0,10 0,20 0,50
7	Массовая доля меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01
8	Содержание сероводорода	Отсутствие	Отсутствие
9	Испытание на медной пластинке	Выдерживает	Выдерживает
10	Концентрация фактических смол, мг/100 см ³ топлива, не более	40	30
11	Кислотность, мг КОН/100 см ³ топлива, не более	5	5
12	Йодное число, г иода/100 г топлива, не более	6	6
13	Зольность, %, не более	0,01	0,01
14	Коксуемость 10 %-го остатка, %, не более	0,30	0,30
15	Коэффициент фильтруемости, не более	3	3
16	Содержание механических примесей	Отсутствие	Отсутствие
17	Содержание воды	Отсутствие	Отсутствие
18	Плотность при температуре 20 °С, кг/м ³ , не более	860	840
19	Предельная температура фильтруемости, °С, не выше	-5	-15

Продолжение таблицы Б.1

Примечание 1. В дизельном топливе всех марок после пяти лет хранения допускается увеличение кислотности на 1 мг КОН и концентрации фактических смол на 10 мг/100 см ³ топлива.
Примечание 2. Допускается вырабатывать дизельное топливо вида IV с содержанием серы не более 0,5 % до 01. 01. 2005 г.
Примечание 3. По соглашению с потребителем допускается вырабатывать дизельное топливо марки Л с температурой застывания не выше 0 °С без определения предельной температуры фильтруемости, при минимальной температуре воздуха на месте применения не ниже 5 °С.
Примечание 4. По соглашению с потребителем допускается для АО «Укртатнефть» вырабатывать и применять топливо марки 3 с цетановым числом не менее 40.
Примечание 5. По соглашению с Минобороны Украины допускается вырабатывать и применять топливо с предельной температурой фильтруемости не выше минус 25 °С.

2. Украинский стандарт ДСТУ 4840:2007-Топливо дизельное повышенного качества. Технические условия [4] является копией европейского стандарта EN 590 - Automotive fuels – Diesel – Requirements and test methods, который разработан европейским комитетом стандартизации и введен в 2004 году. Этот стандарт определяет требования к 16 характеристикам дизельного топлива, среди которых цетановое число, цетановый индекс, содержание серы, зольность, воды, фракционный состав и т.д. Наиболее существенными с точки зрения эксплуатационных свойств и характеристик являются цетановое число и индекс, содержание серы, массовая часть полициклических ароматических углеводородов.

ДСТУ 4840:2007 был введен в Украине с 1 января 2008 года. На данный момент на территории Украины действуют два стандарта: новый ДСТУ 4840:2007 и старый ДСТУ 3868-99-Топливо дизельное. Технические условия, действия которого продлены до 1 июля 2013 г.

По новому стандарту ДСТУ 4840:2007 дизельное топливо классифицируется в зависимости от содержания серы и условий применения.

По содержанию серы дизельные топлива подразделяются на два вида: I – содержание серы не более 10 мг/кг; II – содержание серы не более 50 мг/кг.

В зависимости от условий применения устанавливаются следующие марки и классы дизельного топлива. Для эксплуатации в условиях умеренного климата:

- марка А – температура фильтруемости не выше 5 °С;
- марка В – температура фильтруемости не выше 0 °С;
- марка С – температура фильтруемости не выше минус 5 °С;
- марка D – температура фильтруемости не выше минус 10 °С;
- марка E – температура фильтруемости не выше минус 15 °С;
- марка F – температура фильтруемости не выше минус 20 °С.

Для эксплуатации в условиях арктического климата:

- класс 0 - температура фильтруемости не выше минус 20 °С;
- класс 1 - температура фильтруемости не выше минус 26 °С.

Пример условного обозначения для заказа дизельного топлива:

- для умеренного климата «**Топливо дизельное повышенного качества (Евро) марки С вида I согласно ДСТУ 4840—2007**»;
- для арктического климата «**Топливо дизельное повышенного качества (Евро) класса 1 вида II согласно ДСТУ 4840—2007**».

Дизельное топливо всех марок должно соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице Б.2. Дизельное топливо обоих классов - в таблице Б.2 (пункты 4...13).

Таблица Б.2 – Требования и нормы, предъявляемые к дизельному топливу согласно ДСТУ 4840—2007.

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Цетановое число, не менее	45
2	Цетановый индекс, не менее	46
3	Плотность при температуре 15 °С, кг/м ³ , в пределах	820...845
4	Массовая доля полициклических ароматических углеводородов, %, не более	11
5	Содержание серы, мг/кг, не более: - вида I; - вида II.	10 50
6	Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	55
7	Коксуемость 10 %-го остатка, % (масс), не более	0,30
8	Зольность, % (масс), не более	0.01
9	Содержание воды или содержание воды, мг/кг, не более	Отсутствие 200
10	Содержание механических примесей или содержание осадка, мг/кг, не более	Отсутствие 24
11	Испытание на медной пластинке или коррозия медной пластины 3 часа ±5 мин при температуре 50 °С, класс, не более	Выдерживает 1
12	Окислительная стабильность, г/м ³ , не более	25
13	Смазывающая способность: диаметр капли износа при температуре 60 °С мкм, не более	460
14	Кинематическая вязкость при температуре 40 °С, мм ² /с в пределах	2,0...4,5
15	Фракционный состав: - при температуре 250 °С испаряется, % (об.), не более - при температуре 350 °С испаряется, % (об.), не менее - 95% (об.) перегоняется при температуре, °С, не более	65 85 360
16	Объемная часть метиловых эфиров жирных кислот, %, не более	5

3. Стандарт ДСТУ 4058-2001 – Топливо нефтяное. Мазут. Технические условия [5] распространяется на мазут, полученный из продуктов первичной и вторичной переработки нефти, и устанавливает следующие марки мазута, указанные в таблице Б.3.

Таблица Б.3 – Марки мазута по стандарту ДСТУ 4058-2001

Марка мазута	Зольность	Сернистость
Флотский Ф5	зольный	малосернистый
		сернистый
Флотский Ф12	зольный	малосернистый
Топочный 40	малозольный	низкосернистый
		малосернистый
		сернистый
		высокосернистый
	зольный	низкосернистый
		малосернистый
		сернистый
		высокосернистый
Топочный 100	малозольный	низкосернистый
		малосернистый
		сернистый
		высокосернистый
	зольный	низкосернистый
		малосернистый
		сернистый
		высокосернистый

В обозначении мазута должно входить полное название марки. Для мазута топочный 40 с температурой застывания не выше 25 °С и топочный 100 с температурой застывания не выше 42 °С, полученных из парафинистой и высокопарафинистой нефти, дополнительной указываются слова «парафинистый» или «высокопарафинистый».

Примеры условного обозначения:

- мазут флотский Ф5 зольный сернистый ДСТУ 4058-2001;
- мазут флотский Ф12 зольный малосернистый ДСТУ 4058-2001;
- мазут топочный 100 зольный высокосернистый ДСТУ 4058-2001;
- мазут топочный 100 зольный высокосернистый высокопарафинистый ДСТУ 4058-2001.

По физико-химическим и эксплуатационным показателям мазут должен соответствовать требованиям, приведенным в таблице Б.4.

Таблица Б.4 – Требования и нормы, предъявляемые к мазуту согласно
ДСТУ 4840—2007

№ п/п	Назва показника	Значення показника для марок ма- зуту			
		Ф5	Ф12	40	100
1	В'язкість умовна, умовні градуси, не більше: – за температури 50 °С; – за температури 80 °С.	5,0 –	12,0 –	– 8,0	– 16,0
2	В'язкість динамічна за температури 0 °С, Па·с, не більше ніж	0,1·27	–	–	–
3	Зольність, % мас., не більше ніж, для мазуту: – малозольного; – зольного.	– 0,05	– 0,10	0,04 0,12	0,05 0,14
4	Масова частка механічних домішок, %, не більше ніж	0,10	0,12	0,50	1,00
5	Масова частка води, %, не більше ніж	0,3	0,3	1,0	1,0
6	Вміст водорозчинних кислот та лугів	Відсутні			
7	Масова частка сірки, %, не більше ніж, для мазуту: – низькосірчастого; – малосірчастого; – сірчастого; – високосірчастого.	– 1,0 2,0 –	– 0,6 – –	0,5 1,0 2,0 3,5	0,5 1,0 2,0 3,5
8	Коксівність, %, не більше ніж	6,0	6,0	–	–
9	Вміст сірководню	Відсутні	–	–	–
10	Температура спалаху, °С, не нижче ніж: – у закритому тиглі; – у відкритому тиглі.	80 –	90 –	– 90	– 110
11	Температура застигання, °С, не вище ніж для мазуту із парафінистої та високопарафінистої нафти	-5 –	-8 –	10 25	25 42
12	Теплота згорання (нижча) в перерахунку на сухе паливо (невбракувальна), кДж/кг, не менше ніж, для мазуту: – низькосірчастого, малосірчастого та сірчастого; – високосірчастого.	41454 –	41454 –	40740 39900	40530 39900
13	Густина за температури 20 °С, кг/м ³ , не більше ніж	955	960	Не нормується. Визначення обов'язкове	Не нормується. Визначення обов'язкове

Мазути марок 40 та 100, які виготовлені із високопарафінистої нафти, не призначені для суднових котельних установок

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)
Европейский стандарт EN 590 [6]

Таблица В.1 – Основные требования

Property	Unit	Limits	
		minimum	maximum
Cetane number		51,0	–
Cetane index		46,0	–
Density at 15 °C	kg/m³	820	845
Polycyclic aromatic hydrocarbons	%(m/m)	–	11
Sulfur content	mg/kg	–	50
			10
Flash point	°C	Above 55	–
Carbon residue (on 10% distillation residue)	%(m/m)	–	0,30
Ash content	%(m/m)	–	0,01
Water content	mg/kg	–	200
Total contamination	mg/kg	–	24
Copper strip corrosion (3 h at 50 °C)	rating	class 1	
Oxidation stability	g/m ³	–	25
Lubricity, corrected wear scar diameter (wsd 1,4) at 60 °C	μm	–	460
Viscosity at 40 °C	mm ² /s	2,00	4,50
Distillation			
% (V/V) recovered at 250 °C	%(V/V)	85	<65
% (V/V) recovered at 350 °C	%(V/V)		
95% (V/V) recovered at	°C		360
Fatty acid methyl ester (FAME) content		–	5

Таблица В.2 – Climat-related requirements (Temperate climates)

Property	Unit	Limits					
		Grade A	Grade B	Grade C	Grade D	Grade E	Grade F
CFPP (cold filter plugging point)	°C, max	+5	0	-5	-10	-15	-20

Таблица В.3 – Climat-related requirements (Arctic or severe winter climates)

Property	Units	Limits				
		class 0	class 1	class 2	class 3	class 4
CFPP (cold filter plugging point)	°C, max	-20	-26	-32	-38	-33
Cloud point	°C, max	-10	-16	-22	-28	-34
Density at 15 °C	kg/m ³ , min.	800	800	800	800	800
	kg/m ³ , max.	845	845	840	840	840
Viscosity at 40 °C	mm ² /s, min.	1,50	1,50	1,50	1,40	1,20
	mm ² /s, max.	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Cetane number	minimum	49,0	49,0	48,0	47,0	47,0
Cetane index	minimum	46,0	46,0	46,0	43,0	43,0
Distillation						
% (V/V) recovered at 180 °C	% (V/V), max	10	10	10	10	10
% (V/V) recovered at 340 °C	% (V/V), min.	95	95	95	95	95

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Требования к топливам согласно российским стандартам

ГОСТ Р 54299-2010 – Топлива судовые. Технические условия [7] является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO/FDIS 8217:2010 «Petroleum products - Fuels (class F) - Specifications of marine fuels» и распространяется на судовые топлива, получаемые из продуктов переработки нефти и газовых конденсатов.

ГОСТ Р 54299-2010 (дата введения 2012-07-01) устанавливает основные требования к судовым топливам для судовых энергетических установок (дизелей и котлов) и включает в себя:

- четыре марки дистиллятного топлива: DMX, DMA, DMZ, DMB;
- одиннадцать марок судовых остаточных топлив: RMA 10, RMB 30, RMD 80, RME 180, RMG 180, RMG 380, RMG 500, RMG 700, RMK 380, RMK 500, RMK 700.

В условном обозначении дистиллятного судового топлива указывают марку топлива. Пример: **Судовое топливо, DMX, ГОСТ Р 54299-2010.**

В условном обозначении остаточного судового топлива указывают марку топлива и значение кинематической вязкости при температуре 50°C.

Примеры:

1. **Судовое топливо, RMA 10, ГОСТ Р 54299-2010.**
2. **Судовое топливо, RMG 380, ГОСТ Р 54299-2010.**

По физико-химическим показателям судовые дистиллятные топлива должны соответствовать требованиям, указанным в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Требования к судовым дистиллятным топливам

Наименование показателя	Норма для марки			
	DMX	DMA	DMZ	DMB
1. Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с ¹⁾	1,4...5,5	2,0...6,0	3,0...6,0	2,0...11,0
2. Плотность при 15 °С, кг/м ³ , не более	–	890,0	890,0	900,0
3. Цетановый индекс, не менее	45	40	40	35
4. Массовая доля серы ²⁾ , %, не более	1,00	1,50	1,50	2,00 ³⁾
5. Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	61	61	61	61
6. Содержание сероводорода ⁴⁾ , мг/кг, не более	2,00	2,00	2,00	2,00
7. Кислотное число, мг КОН/г, не более	0,5	0,5	0,5	0,5
8. Общий осадок горячим фильтрованием, % масс., не более	–	–	–	0,10 ⁵⁾
9. Стабильность к окислению, г/м ³ , не более	25	25	25	25 ⁶⁾
10. Коксуемость 10%-ного остатка разгонки (микрометод), % масс., не более	0,30	0,30	0,30	–
11. Коксовый остаток, (микрометод), % масс., не более	–	–	–	0,30

Продолжение таблицы Г.1

Наименование показателя	Норма для марки			
	DMX	DMA	DMX	DMB
12. Температура помутнения, °С, не выше	Минус 16	—	—	—
13. Температура текучести ⁷⁾ , °С, не выше: — зимой; — летом.	Минус 6 0		0 6	
14. Внешний вид	Чистое и прозрачное ⁸⁾		4), 5), 6)	
15. Содержание воды, % (об.), не более	—	—	—	0,30 ⁵⁾
16. Зольность, %, не более	0,010	0,010	0,010	0,010
17. Смазывающая способность ⁹⁾ : скорректированный диаметр пятна: (WSD 1,4) при 60 °С, мкм, не более	520	520	520	520 ¹⁰⁾
¹⁾ 1 мм²/с = 1 сСт. ²⁾ Несмотря на приведенные пределы, покупатель должен определить максимальное содержание серы в соответствии с установленными законом ограничениями. Покупатель ответственен за определение максимального содержания серы в топливах в соответствии с конструкцией судового двигателя, оборудованием по контролю за эмиссиями и существующими установленными законом ограничениями на территориях, где будет применяться топливо. ³⁾ С 1 января 2013 г. содержание серы не должно превышать 1,5%. ⁴⁾ Норма на содержание сероводорода установлена с 1 июля 2012 г. ⁵⁾ Если образец нечистый и прозрачный, необходимы испытания на определение общего осадка горячим фильтрованием и содержания воды. ⁶⁾ Если образец нечистый и прозрачный, то испытание выполнить нельзя. Следовательно, предел по стабильности к окислению не применяется. ⁷⁾ Покупатели должны иметь гарантию, что эта температура текучести подходит для оборудования на борту, особенно если судно работает в холодном климате. <i>Требование по показателю "Температура текучести" (зимой и летом) устанавливаются в договорах и контрактах.</i> ⁸⁾ Если образец окрашен и непрозрачен, необходимо применять предел по воде. ⁹⁾ Требование приемлемо для топлив с содержанием серы ниже 500 мг/кг (0,050%). ¹⁰⁾ Если образец нечистый и прозрачный, то испытание выполнить нельзя. В этом случае смазывающую способность не определяют.				

Судовые остаточные топлива по своим физико-техническим показателям должны соответствовать требованиям, указанным в таблице Г.2.

Таблица Г.2 – Требования к судовым остаточным топливам

Наименование показателя	Норма для марки										
	RMA 10 ¹⁾	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMG				RMK		
					180	380	500	700	380	500	700
1. Кинематическая вязкость при 50 °С, мм ² /с ²⁾ не более	10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700
2. Плотность при 15 °С, кг/м ³ , не более	920	960	975	991	991				1010		
3. Расчетный индекс углеродной аромати- зации CCAI, не более	850	860	860	860	870				870		
4. Массовая доля серы ^{3),4)} , %, не более	2,0 ⁵⁾ (1,5) ⁶⁾										
5. Температура вспышки в закрытом тигле, °С, не ниже	61,0	61,0	61,0	61,0	61,0				61,0		
6. Содержание серо- водорода ⁷⁾ , мг/кг, не более	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00				2,00		
7. Кислотное число ⁸⁾ , мг КОН/г, не более	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				2,5		
8. Общий осадок со старением, % масс., не более	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1				0,1		
9. Коксовый остаток (микрометод), % масс., не более	2,5	10,0	14,0	15,0	18,0				20,0		
10. Температура теку- чести ⁹⁾ , °С, не выше: — зимой; — летом.	0 6	0 6	30 30	30 30	30 30				30 30		
11. Содержание воды, % (об.), не более	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5				0,5		
12. Зольность, %, не более	0,04	0,07	0,07	0,07	0,1				0,15		
13. Содержание вана- дия, мг/кг, не более	50	150	150	150	350				450		
14. Содержание на- трия, мг/кг, не более	50	100	100	50	100				100		

Продолжение таблицы Г.2

Наименование показателя	Норма для марки										
	RMA	RMB	RMD	RME	RMG				RMK		
	10 ¹⁾	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700
15. Содержание алюминия + кремния, мг/кг, не более	25	40	40	50	60				60		
16. Отработанные смазочные масла (ОСМ) ¹⁰⁾ : кальций и цинк или кальций и фосфор, мг/кг	Топливо не должно содержать ОСМ. Топливо считают содержащим ОСМ, если удовлетворение одно из следующих условий: Кальций > 30 и цинк > 15 или кальций > 30 или фосфор > 15										

¹⁾ Категория основана на прежней категории дистиллята DMC.

²⁾ 1 мм²/с =1 сСт.

³⁾ Покупатель должен определить максимальное содержание серы в соответствии с установленными законом ограничениями.

⁴⁾ При постановке топлива на экспорт требования по содержанию серы устанавливаются в договорах и контрактах.

⁵⁾ Содержание серы не должно превышать 2,0% (до 31 декабря 2012 г.).

⁶⁾ Содержание серы не должно превышать 1,5% (с 1 января 2013 г.).

⁷⁾ Норма на содержание сероводорода установлена с 1 июля 2012 г.

⁸⁾ Испытание топлив на кислотное число (ранее известное как "общее кислотное число") может дать указание на вероятное присутствие кислотных соединений. Несмотря на то, что все топлива имеют естественно измеряемое кислотное число, оно обычно составляет для дистиллятных топлив менее 0,5 мг КОН/г, для остаточных топлив - менее 2,5 мг КОН/г.

Однако топлива, произведенные из нефтяных нефтей, могут иметь кислотное число, которое превышает установленное в таблицах Г.1, Г.2. Подтверждение того, что топливо было изготовлено из нефтяных нефтей, можно получить с помощью уточненного детального анализа.

При таких обстоятельствах в компетенции продавца и покупателя прийти к соглашению по приемлемому кислотному числу.

⁹⁾ Покупатели должны иметь гарантию, что эта температура текучести приемлема для оборудования на борту, особенно если судно работает в холодном климате.

Требования по показателю «Температура текучести» (зимой и летом) устанавливаются в договорах и контрактах.

¹⁰⁾ Показатель «Отработанные смазочные масла (ОСМ)» определяют только при их введении в топливо.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Зарубежные стандарты на топливо

Распространение получили стандарты, разработанные организациями: ISO – International Organisation for Standardisation (Международная организация по стандартизации); CIMAC – International Council on Combustion engines (Международный совет по двигателям внутреннего сгорания); BSI – British Standards Institution (Британский институт стандартов).

До 1982 года не существовало международных технических условий, отражающих специфические требования к топливам для СЭУ. Международная Организация по Стандартизации (ISO) признала, что для создания международного стандарта по топливу потребуются годы. Поэтому, первой попыткой внедрения международных технических условий на судовые топлива стала разработка Британским институтом стандартов (BSI) технических условий, подготовленных в начале 1981 года и официально опубликованных как стандарт BS MA 100:1982. В середине 1980-х он стал ориентиром при выборе топлив, как для поставщиков, так и для заказчиков [8]. В соответствии с техническими условиями BS MA 100:1982 маловязкие судовые топлива представлены тремя классами: M1, M2, M3; средневязкие относятся к классам M4, M5; высоковязкие включают классы M6...M12 (таблица Д.2).

Рабочая группа ISO закончила разработку документов и в 1987 была издана первая редакция международного стандарта для морских топлив (ISO 8217:1987) - Нефтепродукты - Топливо (класс F) - Технические условия (таблица Д.3).

В соответствии с этими техническими условиями, дистиллятные топлива разделены на четыре класса: DMX (Distillate Marine), DMA, DMB, DMC. Средневязкие топлива представлены классами RMA10 (Residual Marine), RMB10, RMC10. Высоковязкие включают классы RMD15, RME25, RMF25, RMG25, RMH35, RMK35, RMH45, RMK45, RMH55 (цифра в обозначении соответствует кинематической вязкости в сСт при 100 °C).

Несмотря на введение в действие технических условий ISO 8217, в международной практике распространены и другие, ранее сложившиеся обозначения средне- и высоковязких топлив: IFO 30; IFO 180; IFO 380 и т.д., в которых цифровое обозначение соответствует значению кинематической вязкости в сСт при 50 °C. Согласно классификации Shell Marine Fuel Specifications, 1986 года, по основному назначению судовые топлива разделяют на следующие группы [9]:

- морской газойль MGO (Marine Gas Oil);
- морское дизельное топливо MDO (Marine Diesel Oil);
- вязкие топлива IFO, TFO (Intermediate Fuel Oil, Thin Fuel Oil);
- высоковязкие топлива HFO, RFO (Heavy Fuel Oil, Residual Fuel Oil);
- бункерные мазуты BFO (Bunker Fuel Oil).

Топлива разных классов имеют разную стоимость: топлива классов MGO и MDO высокую; тяжелые топлива HFO – относительно низкую. Пределы ценовых диапазонов разнообразны и зависят от страны и порта бункеровки [10].

Другими широко применяемыми техническими условиями для тяжелых топлив являются требования Международного совета по двигателям внутреннего сгорания (СІМАС). Рекомендации СІМАС были изданы и введены окончательной второй (первая редакция 1982 года) редакцией 1986 года (таблица Д.4). Они отличаются от технических условий ISO 8217 ужесточением ряда параметров и введением дополнительных характеристик. В соответствии с этими техническими условиями, дистиллятные топлива представлены классами DX, DA, DB, DC, средневязкие остаточные – классами A10, B10, C10, D15, высоковязкие остаточные топлива – классами E25, F25, G35, H35, K35, H45, K45, H55.

В 1989 году Британский институт стандартов заменил BS MA 100:1982 на новый стандарт BS MA 100:1989, который был идентичен по техническим требованиям международному стандарту ISO 8217:1987.

В 1990 году СІМАС издал третью редакцию (таблица Д.5) своих рекомендаций относительно технических условий на топливо для дизельных двигателей. Последующие редакции стандартов приведены в таблице Д.1.

Таблица Д.1 – Топливные стандарты и редакции, опубликованные международными организациями

Организация		
ISO	CIMAC	BSI
ISO 8217:1987 (I edition), (таблица Д.3)	CIMAC 1982 (I ed.)	BS MA 100:1982, (таблица Д.2)
ISO 8217:1996 (II ed.) (таблица Д.7)	CIMAC 1986 (II ed.) (таблица Д.4)	BS MA 100:1989 (ISO 8217:1987)
ISO 8217:2005 (III ed.) (таблица Д.8)	CIMAC 1990 (III ed.) (таблица Д.5)	BS MA 100:1996 (ISO 8217:1996)
ISO 8217:2010 (IV ed.) (таблица Д.9)	CIMAC 2003 (IV ed.) (таблица Д.6)	BS MA 100:2005 (ISO 8217:2005)
ISO 8217:2010 (IV ed.) +поправки (2011)		
ISO 8217:2012 (V ed.)		

Таблица Д.2 – Требования к топливам согласно BS MA 100:1982[8]

Inspection	Class	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Density at 15 °C, g/ml, max.		–	0,900	0,920	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	–	–	–
Viscosity, kinematic at 40 °C, cSt, min. max.		1,5 5,5	– 11,0	– 14,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Viscosity, kinematic at 80 °C, cSt, max.		–	–	–	15	25	45	75	100	130	75	100	130
Cetane index, min.		45	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Carbon residue, Ramsbottom, % (m/m), max.		–	0,25	2,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Carbon residue, Ramsbottom on 10% residue, % (m/m), max.		0,20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Carbon residue, Conradson, % (m/m), max.		–	–	–	12,0	14,0	20,0	22,0	22,0	22,0	–	–	–
Flash point, closed. Pensky-Martens, °C, min.		43	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Water content, % (V/V), max.		0,05	0,25	0,30	0,50	0,80	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sediment by extraction, % (m/m), max.		0,01	0,02	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ash, % (m/m), max.		0,01	0,01	0,05	0,10	0,10	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sulfur content, % (m/m), max.		1,00	2,00	2,00	3,50	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Cloud point, °C max.		-16	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pour point (upper), * °C, max. - (1 December – 31 March) - (1 April – 30 November)		– –	0 6	0 6	24 24	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30	30 30
Vanadium content, mg/kg, as V, max.		–	–	100	250	350	500	600	600	600	600	600	600

* The word «upper» does not apply to grades M2 and M3

Таблица Д.3а – Требования к судовым дистиллятным топливам
согласно ISO 8217:1987[8]

Characteristic	Unit	Limit	Category ISO-F			
			DMX	DMA	DMB	DMC
Density at 15 °C	kg/m ³	max.	—	890,0	900,0	920,0
Viscosity at 40 °C	mm ² /s	min.	1,40	1,50	—	—
		max.	5,50	6,00	11,0	14,0
Flash point	°C	min.	43	60	60	60
Pour point (upper) – winter quality – summer quality	°C	max.	—	-6	0	0
		max.	—	0	6	6
Cloud point	°C	max.	-16	—	—	—
Sulfur	% (m/m)	max.	1,00	1,50	2,00	2,00
Cetane index	—	min.	45	40	35	—
Carbon residue on 10% (V/V) distillation bottoms Carbon residue	% (m/m)	max.	0,20	0,20	—	—
	% (m/m)	max.	—	—	0,25	2,50
Ash	% (m/m)	max.	0,01	0,01	0,01	0,05
Appearance	—	—	Visual		—	—
Sediment	% (m/m)	max.	—	—	0,07	—
Total existent sediment	% (m/m)	max.	—	—	—	0,10
Water	% (V/V)	max.	—	—	0,30	0,30
Vanadium	mg/kg	max.	—	—	—	100
Aluminium	mg/kg	max.	—	—	—	—

Таблица Д.36 – Требования к судовым остаточным топливам согласно ISO 8217:1987[8]

Characteristic	Units	Limit	RMA 10	RMB 10	RMC 10	RMD 15	RME 25	RMF 25	RMG 35	RMH 35	RMK 45	RML 45	RMH 55	RML 55
Density at 15 °C	kg/m ³	max	975	991		991		991		991		991	991	–
Kinematic viscosity at 100 °C	mm ² /s	max		10		15	25			35				55
Flash point (upper)	°C	min		60		60	60			60				60
Pour point (upper)	°C	max	0	24		30	30							30
-winter quality		max	6	24		30	30							30
-summer quality														
Carbon residue	% (m/m)	max	10	10	14	14	15	20	18	22		22	22	–
Ash	% (m/m)	max		0,10		0,10	0,10	0,15	0,15		0,20		0,20	
Water	% (V/V)	max		0,50		0,80	1,0			1,0			1,0	
Sulfur	% (m/m)	max		3,50		4,00	5,0			5,0			5,0	
Vanadium	mg/kg	max	150	300	350	350	200	500	300	600			600	
Aluminium	mg/kg	max		30,0		30,0	30,0			30,0			30	

Таблица Д.4 – Рекомендации к остаточным топливам согласно CIMAC 1986[8]

Designation:		CIMAC A10	CIMAC B10	CIMAC C10	CIMAC D15	CIMAC E25	CIMAC F25	CIMAC G35	CIMAC H35	CIMAC H45	CIMAC K45	CIMAC H55	CIMAC K55
Draft ISO-F Related to BS MA 100:1982 CIMAC 1982	Dim.	RMA	RMB	RMC	RMD	RME	RMF	RMG	RMH	RMH	RMK	RMH	
	Limit	10	10	10	15	25	25	35	35	45	35	55	–
Characteristic	kg/m ³	M4 ³⁾			M5	–	M6	–	M7	M8	–	M9	–
Density at 15 °C	max	4	3	2	5	6	7	–	8	10	11	12	–
Kinematic viscosity at 100 °C	cSt ¹⁾	975	991			991			991			991	1010
Flash point	°C	10			15	25	35			45	55		
Pour point ²⁾	°C	60			60	60	60			60	60		
Carbon Residue (Conradson)	% (m/m)	0	24			30	30			30	30		
Ash	% (m/m)	10	14			14	15	18	20	22	22		
Water	% (V/V)	0,10	0,10			0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20		
Sulphur	% (m/m)	0,50	0,50			1,0	1,0	1,0			1,0		
Vanadium	mg/kg	3,5	3,5			5,0	5,0	5,0			5,0		
Aluminium	mg/kg	150	300			200	500	300	600	600	600		
Ash	% (m/m)	30	30			30	30	30			30		
Total sediment after ageing	max	0,01	0,01	0,01	0,05	0,10	0,10	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

¹⁾ Approximate equivalent viscosities (for information only):
 Kinematic viscosity (cSt) at 100 °C 10 15 25 35 45 55
 Kinematic viscosity (cSt) at 80 °C 15 25 45 75 100 130
 Kinematic viscosity (cSt) at 50 °C 40 80 180 380 500 700
 Kinematic viscosity (cSt) at 40 °C 14
 Sec. Redwood I at 100 °F 80 300 600 1500 3500 5000 7000

²⁾ When relevant: upper value winter quality bottom value
³⁾ Carbon Residue 12 for BS grade M4.
⁴⁾ No standard test method agreed. Fuel shall not cause excessive sludge during normal fuel treatment.

Таблица Д.5 – Рекомендации к остаточным топливам согласно CIMAC 1990

Designation:		CIMAC A10	CIMAC B10	CIMAC C10	CIMAC D15	CIMAC E25	CIMAC F25	CIMAC G35	CIMAC H35	CIMAC H45	CIMAC K45	CIMAC H55	CIMAC K55
		RMA 10	RMB 10	RMC 10	RMD 15	RME 25	RMF 25	RMG 35	RMH 35	RMH 45	RMK 45	RMH 55	–
Related to ISO 8217:1987	F-												
Characteristic ¹⁾	Dim.												
Density at 15 °C	kg/m ³												
Kinematic viscosity at 100 °C	max												
	cSt ²⁾												
Flash point	min												
	°C												
Pour point	max												
	°C												
Carbon Residue	% (m/m)												
Ash	% (m/m)												
Total sediment after ageing	% (m/m)												
Water	% (V/V)												
Sulphur	% (m/m)												
Vanadium	mg/kg												
Aluminium+Silicon	mg/kg												
Ash	% (m/m)												
Ignition properties													
1) Approximate equivalent viscosities (for information only):													
Kinematic viscosity (cSt) at 100 °C		6	10	15	25	35	45	55					
Kinematic viscosity (cSt) at 50 °C		22	40	80	180	380	500	700					
Sec. Redwood I at 100 °F		165	300	600	1500	3500	5000	7000					
2) 1 cSt = 1 mm ² /sec													
3) Applies to region and season in which fuel is to be stored and used (upper value winter quality, bottom value summer quality)													
4) Recommended value only. May be lower if density is also lower. See appendix. part 3													

Таблица Д.6 – Рекомендации к остаточным топливам согласно CIMAC 2003

Characteristics ¹⁾	Unit	Limit	CIMAC A30	CIMAC B30	CIMAC D80	CIMAC E180	CIMAC F180	CIMAC G380	CIMAC H380	CIMAC K380	CIMAC H700	CIMAC K700
Density at 15 °C	kg/m ³	max	960	975	980	991	991	991	1010	1010	991	1010
Kinematic viscosity at 50 °C	mm ² /c ²⁾	max	30		80	180			380			700
Flash point	°C	min ³⁾	22	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pour point (upper)	°C	min	60		60	60			60			60
– winter quality		max	0	24	30	30			30			30
– summer quality		max	6	24	30	30			30			30
Carbon Residue	% (m/m)	max	10		14	15	20	18	22			22
Ash	% (m/m)	max	0,10		0,10	0,10	0,15		0,15			0,15
Water	% (V/V)	max	0,5		0,5	0,5			0,5			0,5
Sulphur ⁴⁾	% (m/m)	max	3,5		4,0	4,5			4,5			4,5
Vanadium	mg/kg	max	150		350	200	500	300	600			600
Total sediment potential	% (m/m)	max	0,10		0,10	0,10			0,10			0,10
Aluminium plus silicon ⁵⁾	mg/kg	max	80		80	80			80			80
Used lubricating oil (ULO)			The fuel shall be free of ULO. A fuel shall be considered to be free of ULO if one or more elements Zinc, Phosphorus and Calcium are below or at the specified limits. All three elements must exceed the same limits before a fuel shall be deemed do contain ULO.									
– Zinc	mg/kg	–									15	
– Phosphorus	mg/kg	–									15	
– Calcium	mg/kg	–									30	

¹⁾ See General Recommendation paragraph 3 for additional characteristics not included in the table

²⁾ 1 mm²/s = 1 cSt

³⁾ Fuels with density close to the *maximum*, but with very low viscosity, may exhibit poor ignition quality. See Annex 6.

⁴⁾ A sulphur limit of 1,5% m/m will apply in SOx Emission Control Areas designated by the IMO, when its relevant Protocol comes into force. There may be local variations.

⁵⁾ See Annex 3.

Таблица Д.7а – Требования к судовым дистиллятным топливам
согласно ISO 8217:1996 [11]

Characteristic	Unit	Limit	Category ISO-F			
			DMX	DMA	DMB	DMC
Density at 15 °C	kg/m ³	max.	¹⁾	890,0	900,0	920,0
Viscosity at 40 °C	mm ² /s ²⁾	min.	1,40	1,50	–	–
		max.	5,50	6,00	11,0	14,0
Flash point	°C	min.	43	60	60	60
Pour point (upper) ³⁾ – winter quality – summer quality	°C	max.	–	-6	0	0
		max.	–	0	6	6
		max.	–	0	6	6
Cloud point	°C	max.	-16 ⁴⁾	–	–	–
Sulfur	% (m/m)	max.	1,00	1,50	2,00	2,00
Cetane index	–	min.	45	40	35	–
Carbon residue on 10% (V/V) distillation bottoms	% (m/m)	max.	0,30	0,30	–	–
Carbon residue	% (m/m)	max.	–	–	0,30	2,50
Ash	% (m/m)	max.	0,01	0,01	0,01	0,05
Appearance	–	–	Visual	–	–	–
Sediment	% (m/m)	max.	–	–	0,07	–
Total existent sediment	% (m/m)	max.	–	–	–	0,10
Water	% (V/V)	max.	–	–	0,30	0,30
Vanadium	mg/kg	max.	–	–	–	100
Aluminium plus silicon	mg/kg	max.	–	–	–	25

¹⁾ In some geographical areas there may be a maximum limit
²⁾ 1 mm²/s = 1 cSt
³⁾ Purchasers should ensure that this pour point is suitable for the equipment on board, especially if the vessel operating in both Northern and Southern hemispheres
⁴⁾ This fuel is suitable for use without heating at ambient temperatures down to -15 °C

Таблица Д.7б – Требования к судовым остаточным топливам согласно ISO 8217:1996 [11]

Characteristic	Units	Limit	RMA 10	RMB 10	RMC 10	RMD 15	RME 25	RMF 25	RMG 35	RMH 35	RMK 45	RML 45	RMH 55	RMK 55	RML 55
Density at 15 °C	kg/m ³	max	975	981		985	991		991		1010		991	1010	–
Kinematic viscosity at 100 °C	mm ² /s ¹⁾	max		10		15	25		35		45			55	
Flash point (upper)	°C	min		60		60	60		60		60			60	
Pour point (upper) ²⁾	°C	max	0	24		30	30		30		30			30	
-winter quality		max	6	24		30	30		30		30			30	
-summer quality		max													
Carbon residue	% (m/m)	max	10	14		14	15	20	18	22	22	–	22	22	–
Ash	% (m/m)	max		0,10		0,10	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20			0,20	
Water	% (V/V)	max		0,50		0,80	1,0			1,0				1,0	
Sulfur	% (m/m)	max		3,50		4,00	5,0			5,0				5,0	
Vanadium	mg/kg	max	150	300		350	200	500	300	600	600			600	
Aluminium plus silicon	mg/kg	max		80,0		80,0	80,0			80,0	80			80	
Total sediment potential	% (m/m)	max		0,1		0,1	0,1			0,1	0,1			0,1	

¹⁾ Annex C gives a brief viscosity/temperature table, for informational purposes only. 1 mm²/s = 1 cSt

²⁾ Purchasers should ensure that this pour point is suitable for the equipment on board, especially if the vessel is operating in both Northern and Southern hemispheres

Таблица Д.8а – Требования к судовым дистиллятным топливам
согласно ISO 8217:2005 [12]

Characteristic	Unit	Limit	Category ISO-F			
			DMX	DMA	DMB	DMC ^a
Density at 15 °C	kg/m ³	max.	—	890,0	900,0	920,0
Viscosity at 40 °C	mm ² /s ^b	min.	1,40	1,50	—	—
		max.	5,50	6,00	11,0	14,0
Flash point	°C	min.	—	60	60	60
		max.	43	—	—	—
Pour point (upper) ^c	°C	max.	—	-6	0	0
		max.	—	0	6	6
		max.	—	—	—	—
Cloud point	°C	max.	-16 ^d	—	—	—
Sulfur	% (m/m)	max.	1,00	1,50	2,00 ^e	2,00 ^e
Cetane index	—	min.	45	40	35	—
Carbon residue on 10% (V/V) distillation bottoms	% (m/m)	max.	0,30	0,30	—	—
Carbon residue	% (m/m)	max.	—	—	0,30	2,50
Ash	% (m/m)	max.	0,01	0,01	0,01	0,05
Appearance ^f	—	—	Clear and bright		^f	—
Total sediment, existent	% (m/m)	max.	—	—	0,10 ^f	0,10
Water	% (V/V)	max.	—	—	0,3 ^f	0,3
Vanadium	mg/kg	max.	—	—	—	100
Aluminium plus silicon	mg/kg	max.	—	—	—	25
Used lubricating oil (ULO)						The fuel shall be free of ULO ^g 15
— Zinc	mg/kg	max.	—	—	—	15
— Phosphorus	mg/kg	max.	—	—	—	15
— Calcium	mg/kg	max.	—	—	—	30

^a Note that although predominantly consisting of distillate fuel, the residual oil proportion can be significant.

^b 1 mm²/s = 1 cSt

^c Purchasers should ensure that this pour point is suitable for the equipment on board, especially if the vessel operates in both the northern and southern hemispheres.

^d This fuel is suitable for use without heating at ambient temperatures down to -16 °C.

^e A sulfur limit of 1,5 % (m/m) will apply in SOx emission control areas designated by the International Maritime Organization, when its relevant protocol enters into force. There may be local variations, for example the EU requires that sulphur content of certain distillate grades be limited to 0,2 % (m/m) in certain applications.

^f If the sample is clear and with no visible sediment or water, the total sediment existent and water tests shall not be required.

^g A fuel shall be considered to be free of used lubricating oils (ULOs) if one or more of the elements zinc, phosphorus and calcium are below or at the specified limits. All three elements shall exceed the same limits before a fuel shall be deemed to contain ULOs.

Таблица Д.8б – Требования к судовым остаточным топливам
согласно ISO 8217:2005 [12]

Characteristic	Unit	Limit	Category ISO-F									
			RMA 30	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMF 180	RMG 380	RMH 380	RMK 380	RMH 700	RMK 700
Density at 15 °C	kg/m³	max	960	975	980	991		991		1010	991	1010
Kinematic vis- cosity at 50 °C	mm²/s ^a	max	30		80	180		380			700	
Flash point	°C	min	60		60	60		60			60	
Pour point (up- per) ^b	°C											
-winter quality		max	0	24	30	30		30			30	
-summer quality		max	6	24	30	30		30			30	
Carbon residue	% (m/m)	max	10		14	15	20	18	22		22	
Ash	% (m/m)	max	0,10		0,10	0,10	0,15	0,15			0,15	
Water	% (V/V)	max	0,5		0,5	0,5		0,5			0,5	
Sulfur ^c	% (m/m)	max	3,5		4,0	4,5		4,5			4,5	
Vanadium	mg/kg	max	150		350	200	500	300	600		600	
Total sediment potential	% (m/m)	max	0,10		0,10	0,10		0,10			0,10	
Aluminium plus silicon	mg/kg	max	80		80	80		80			80	
Used lubricat- ing oil (ULO)	mg/kg		The fuel shall be free of ULO ^d									
– Zinc		max	15									
– Phosphorus		max	15									
– Calcium		max	30									

^a Annex C gives a brief viscosity/temperature table, for information purposes only.

^b Purchasers should ensure that this pour point is suitable for the equipment on board, especially if the vessel operates in both the northern and southern hemispheres

^c A sulfur limit of 1,5 % (m/m) will apply in SO_x emission control areas designated by the International Maritime Organization, when its relevant protocol comes into force. There may be local variations

^d A fuel shall be considered to be free of ULO if one or more of the elements zinc, phosphorus and calcium are below or at the specified limits. All three elements shall exceed the same limits before a fuel shall be deemed to contain ULO.

Таблица Д.9а – Требования к судовым дистиллятным топливам
согласно ISO 8217:2010 [13]

Parameter		Unit	Limit	DMX	DMA	DMZ	DMB
Viscosity at 40°C		mm ² /s	Max	5,500	6,000	6,000	11,00
Viscosity at 40°C		mm ² /s	Min	1,400	2,000	3,000	2,000
Micro Carbon Residue at 10% Residue		% m/m	Max	0,30	0,30	0,30	-
Density at 15°C		kg/m ³	Max	-	890,0	890,0	900,0
Micro Carbon Residue		% m/m	Max	-	-	-	0,30
Sulphur ^a		% m/m	Max	1,00	1,50	1,50	2,00
Water		% V/V	Max	-	-	-	0,30 ^b
Total sediment by hot filtration		% m/m	Max	-	-	-	0,10 ^b
Ash		% m/m	Max	0,010	0,010	0,010	0,010
Flash point		°C	Min	43,0	60,0	60,0	60,0
Pour point, Summer		°C	Max	-	0	0	6
Pour point, Winter		°C	Max	-	-6	-6	0
Cloud point		°C	Max	-16	-	-	-
Calculated Cetane Index			Min	45	40	40	35
Acid Number		mgKOH/g	Max	0,5	0,5	0,5	0,5
Oxidation stability		g/m ³	Max	25	25	25	25 ^c
Lubricity, corrected wear scar diameter (wsd 1,4) at 60°C ^d		um	Max	520	520	520	520 ^c
Hydrogen sulphide ^e		mg/kg	Max	2,00	2,00	2,00	2,00
Appearance				Clear & Bright ^f			^{b, c}
a	A sulphur limit of 1,00% m/m applies in the Emission Control Areas designated by the International Maritime Organization. As there may be local variations, the purchaser shall define the maximum sulphur content according to the relevant statutory requirements, notwithstanding the limits given in this table.						
b	If the sample is not clear and bright, total sediment by hot filtration and water test shall be required.						
c	Oxidation stability and lubricity tests are not applicable if the sample is not clear and bright.						
d	Applicable if sulphur is less than 0,050% m/m.						
e	Effective only from 1 July 2012.						
f	If the sample is dyed and not transparent, water test shall be required. The water content shall not exceed 200 mg/kg (0,02% m/m).						

Таблица Д.9б – Требования к судовым остаточным топливам
согласно ISO 8217:2010 [13]

Parameter	Unit	Limit	RMA 10 ^a	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMG				RMK		
							180	380	500	700	380	500	700
Viscosity at 50°C	mm ² /s	Max	10	30	80	180	180	380	500	700	380	500	700
Density at 15°C	kg/m ³	Max	920	960	975	991	991				1010		
Micro Carbon Residue	% m/m	Max	2,50	10,0	14,0	15,0	18,0				20,0		
Aluminium + Silicon	mg/kg	Max	25	40		50	60						
Sodium	mg/kg	Max	50	100		50	100						
Ash	% m/m	Max	0,04	0,070			0,100				0,150		
Vanadium	mg/kg	Max	50	150			350				450		
CCAI	-	Max	850	860			870						
Water	% V/V	Max	0,30	0,50									
Pour point (upper) ^b , Summer	°C	Max	6		30								
Pour point (upper) ^b , Winter	°C	Max	0		30								
Flash point	°C	Min	60,0										
Sulphur ^c	% m/m	Max	Statutory requirements										
Total Sediment, aged	% m/m	Max	0,10										
Acid Number ^e	mgKOH/g	Max	2,5										
Used lubricating oils (ULO): Calcium and Zinc; or Calcium and Phosphorus	mg/kg	–	The fuel shall be free from ULO, and shall be considered to contain ULO when either one of the following conditions is met: Calcium > 30 and zinc >15; or Calcium > 30 and phosphorus > 15.										
Hydrogen sulphide ^d	mg/kg	Max	2,00										
^a	This residual marine fuel grade is formerly DMC distillate under ISO 8217:2005.												
^b	Purchasers shall ensure that this pour point is suitable for the equipment on board, especially in cold climates.												
^c	The purchaser shall define the maximum sulphur content according to the relevant statutory requirements.												
^d	Effective only from 1 July 2012.												
^e	Strong acids are not acceptable, even at levels not detectable by the standard test methods for SAN. As acid numbers below the values stated in the table do not guarantee that the fuels are free from problems associated with the presence of acidic compounds, it is the responsibility of the supplier and the purchaser to agree upon an acceptable acid number.												

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Перевод различных единиц вязкости

В различных странах относительную (условную) вязкость измеряют разными единицами. В отечественной практике вязкость принято измерять в градусах шкалы (°ВУ) или равнозначных им градусах Энглера (°Е), как в Германии. Во Франции – градусами Барьбье. В Англии – секундами Редвуда (R). США измеряют секундами Сейболта универсал (SUS) для маловязких мазутов и Сейболта Фуrol (SFS) для высоковязких мазутов.

Различие состоит в типе промышленных вискозиметров, которыми определяется вязкость. В системе СИ единицей измерения кинематической вязкости ν служит $\text{м}^2/\text{с}$. В международных стандартах на топливо применяется внесистемная единица измерения кинематической вязкости – сантистокс (сСт, cSt). $1 \text{ сСт} = 1 \text{ мм}^2/\text{с} = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Соотношение значений вязкости при одинаковой температуре в различных системах измерения можно найти по таблице Е.1 или пользуясь коэффициентами перевода в таблице Е.2 (для вязкости более 60 сСт). Например, $^{\circ}\text{ВУ} = 0,132 \cdot \nu$, $\nu = 0,247 \cdot (\text{R.I.})$ и т.д.

Таблица Е.1 – Соотношение значений вязкости в различных системах [14]

Вязкость кинематическая, сСт	Вязкость условная			Вязкость кинематическая, сСт	Вязкость условная		
	°ВУ(°Е)	Редвуда №1, с	Сейболта Универсал, с		°ВУ(°Е)	Редвуда №1, с	Сейболта Универсал, с
1,0	1,00	28,5	-	22	3,10	93	106
1,5	1,06	30,0	-	24	3,35	101	115
2,0	1,12	31,0	-	26	3,60	109	123
3,0	1,22	33,0	36,0	28	3,85	117	132
3,5	1,26	34,5	37,5	30	4,10	125	141
4,0	1,30	36,0	39,0	32	4,35	133	150
4,5	1,35	37,0	40,7	34	4,60	140	159
5	1,40	38,0	42,3	36	4,85	148	168
6	1,48	41,0	45,5	38	5,10	156	177
7	1,56	43,5	48,7	40	5,35	165	186
8	1,65	46,0	52,0	45	6,00	186	208
9	1,75	49,0	55,4	50	6,65	205	231
10	1,83	52,0	58,8	55	7,30	225	256
11	1,93	55,0	62,0	60	7,95	245	279
12	2,02	58,0	66,0	65	8,60	265	301
13	2,12	61,0	69,6	70	9,25	285	324
14	2,22	64,5	73,4	75	9,90	305	347
15	2,32	68,0	77,2	80	10,55	325	360
16	2,43	71,5	81,0	85	11,20	346	393
17	2,55	75,0	85,0	90	11,85	366	416
18	2,65	78,5	89,0	95	12,50	386	439
20	2,90	86	97,5	100	13,50	405	462

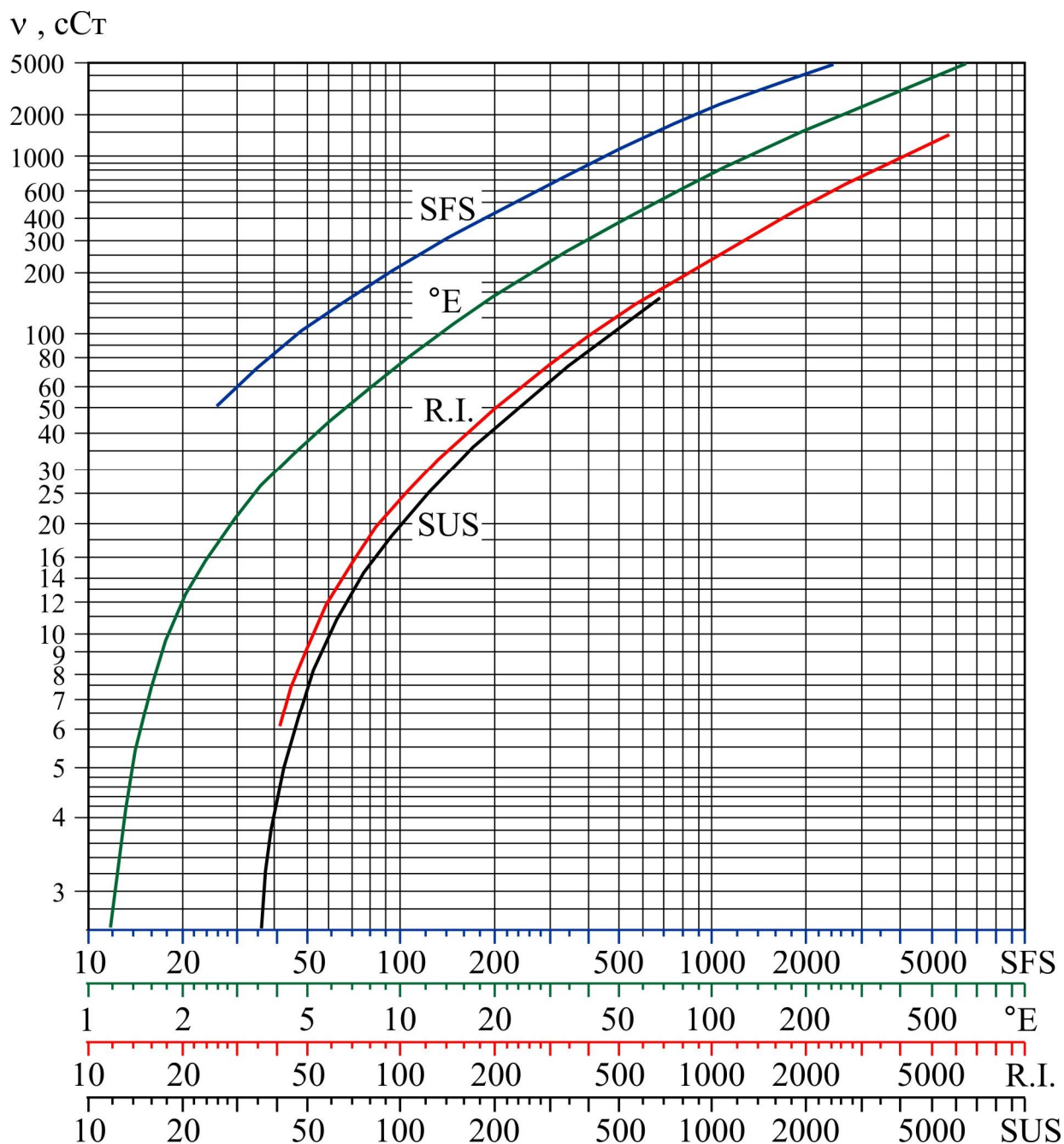
Продолжение таблицы Е.1

Вязкость кинематическая, сСт	Вязкость условная			Вязкость кинематическая, сСт	Вязкость условная		
	°ВУ(°Е)	Редвуда №1, с	Сейболта Универсал, с		°ВУ(°Е)	Редвуда №1, с	Сейболта Универсал, с
110	14,60	450	510	560	74	2290	2590
120	16,00	490	550	580	77	2370	2680
130	17,30	525	600	600	79	2450	2780
140	18,50	570	640	620	82	2510	2870
150	19,7	610	690	640	84	2620	2960
160	21,0	650	740	660	87	2700	3060
170	22,5	690	780	680	90	2780	3150
180	23,6	730	820	700	92	2860	3250
190	25,0	770	860	720	95	2940	3340
200	26,2	810	910	740	98	3020	3430
220	28,9	900	1000	760	100	3100	3520
240	31,5	980	1090	780	103	3180	3620
260	34,0	1060	1190	800	106	3260	3710
280	36,8	1140	1280	850	112	3460	3950
300	39,5	1220	1380	900	119	3710	4180
320	42,0	1300	1480	950	126	3870	4420
340	45,5	1380	1560	1000	132	4070	4650
360	47,0	1470	1640	1100	146	4470	5115
380	50,0	1550	1740	1200	160	4880	5580
400	52,5	1630	1840	1300	173	5280	6030
420	55,0	1710	1930	1400	186	5690	6500
440	57,5	1790	2020	1500	199	6110	6960
460	60	1870	2120	1600	212	6510	7400
480	63	1950	2210	1700	225	6910	7860
500	66	2040	2300	1800	238	7320	8350
520	68	2120	2400	1900	251	7730	8810
540	71	2200	2500	2000	264	8130	9270

Таблица Е.2 – Коэффициенты перевода единиц вязкости более 60 сСт

Известная единица вязкости	Единица вязкости, которую необходимо определить					
	Сантистоксы	Редвуд №1, с	Редвуд №2, с	Сейболт Универсал, с	Сейболт-Фурол, с	Энглера, град
Сантистоксы	—	4,05	0,405	4,58	0,458	0,132
Редвуд 1, с	0,247	—	0,1	1,13	0,113	0,0326
Редвуд 2, с	2,47	10	—	11,3	1,13	0,326
Сейболт Универсал, с	0,218	0,855	0,0855	—	0,1	0,0287
Сейболт-Фурол, с	2,18	8,85	0,885	10	—	0,287
Энглера, град	7,58	30,7	3,07	34,81	3,48	—

Для перевода из различных единиц условной вязкости в сантистоксы ди-зелестроители Wärtsilä [15] рекомендуют использовать графики (рисунок Е.1).



SFS – секунды Сейболт-Фурол; °E – градусы Энглера;

R.I. – секунды Редвуда №1; SUS – секунды Сейболта универсальные

Рисунок Е.1 – Перевод различных единиц условной вязкости в сантистоксы

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

Влияние температуры на плотность топлива и занимаемый им объем

Различают: удельную плотность (ρ_4^{20}) – отношение плотности нефтепродукта при 20 °С к плотности воды при 4 °С и нормальном атмосферном давлении (отечественные стандарты на топливо); относительную плотность (ρ_{15}^{15}), задаваемую при одинаковых температурах топлива и воды, равных 15 °С (зарубежные стандарты). Разница между плотностью ρ_4^{20} и ρ_{15}^{15} невелика [11].

В эксплуатационных условиях учитывают влияние температуры на плотность топлива и занимаемый им объем с целью [16]:

- определения количества принятого (выданного) топлива при бункеровке;
- проверки соответствия плотности принятого топлива паспортным данным или стандартам;
- исключения перепополнения топливных цистерн при повышении температуры окружающей среды (например, в теплых широтах);
- подбора регулировочной шайбы сепаратора;
- определения процентного содержания компонентов в топливной смеси;
- определения плотности топлива в расходном баке при измерении массового расхода топлива дизелем.

Изменение плотности топлива от температуры можно оценить по эмпирическому соотношению [17]

$$\rho_t = \rho_0 - (1,8 - 0,0013 \cdot \rho_0) \cdot (t - t_0), \quad (\text{Ж.1})$$

где ρ_t , ρ_0 – плотность топлива соответственно при температуре t и t_0 , кг/м³.

Например, принимая $\rho_0 = \rho_4^{20}$ или $\rho_0 = \rho_{15}^{15}$ при температуре $t_0 = 20$ °С или 15 °С можно по формуле (Ж.1) найти плотность ρ_t при данной температуре t .

Для нахождения плотности можно воспользоваться номограммой, показанной на рисунке Ж.1. Через точку 1 на оси плотности, соответствующую плотности топлива 965 кг/м³, проводится горизонтальная прямая до пересечения с вертикальной прямой, соответствующей 20 °С. Из точки пересечения 2 проводится прямая, параллельная базовым наклонным линиям, до пересечения с прямой, соответствующей 50 °С. Из точки пересечения 3 проводится горизонтальная прямая до пересечения с осью плотности. Точка пересечения 4 показывает плотность топлива при 50 °С, равную 948,6 кг/м³.

Плотность топлива является косвенной характеристикой его химических свойств и фракционного состава. Высококачественные парафинистые прямогонные дистилляты типа Gas Oil (дизельное Л) имеют плотность 830...860 кг/м³, ароматические дистиллятные топлива – 880...910 кг/м³, крекинг дистилляты из ароматических нефтей – до 1000 кг/м³. Остаточные топлива также различаются плотностью: прямогонные топлива из парафинистых нефтей

870...930 кг/м³; топлива, содержащие значительное количество асфальтосмолистых соединений – 950...970 кг/м³; крекинг-остатки могут иметь плотность 980...1030 кг/м³ [18].

Плотность топлива можно изменить лишь одним способом, смешав в определенной пропорции используемое топливо с топливом иной плотности.

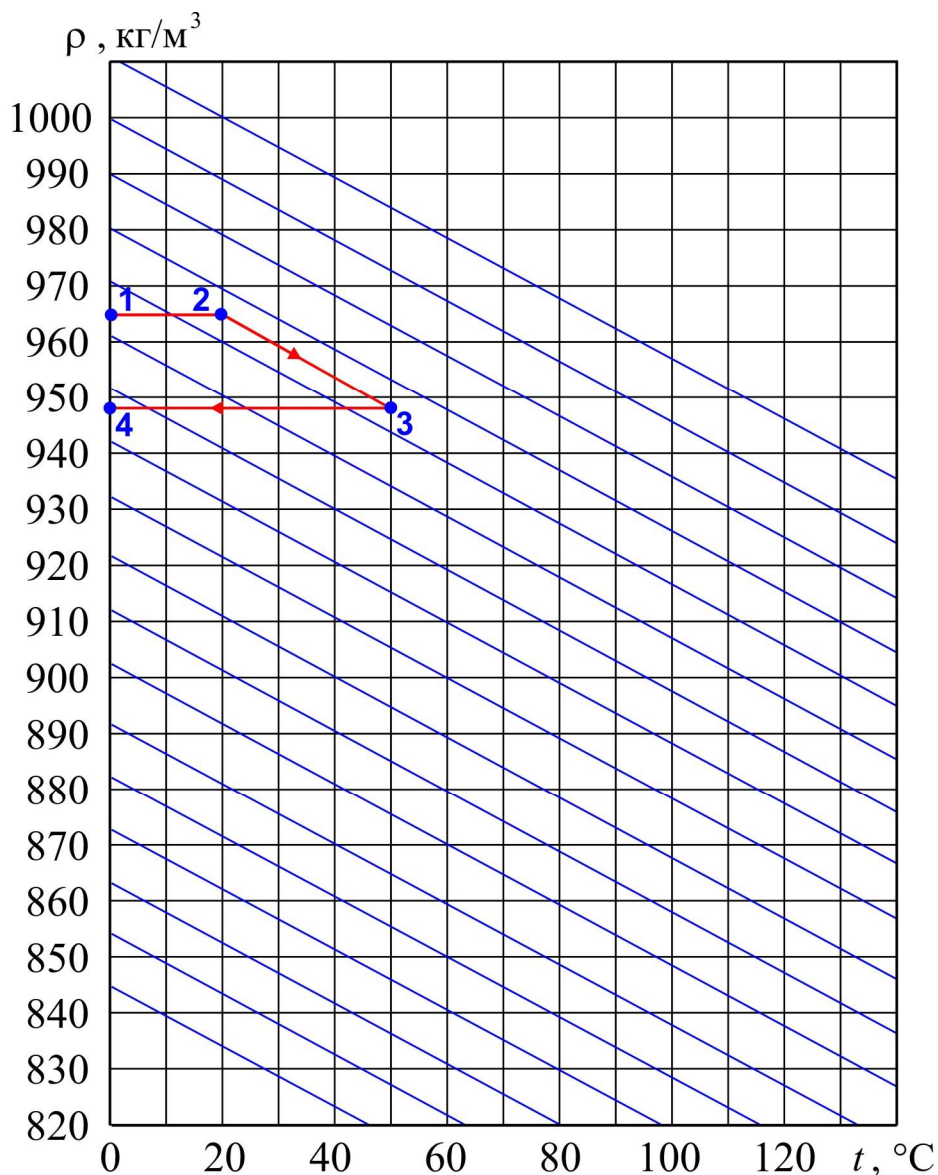


Рисунок Ж.1 – Номограмма для определения плотности топлива в зависимости от температуры

Для учета влияния температуры топлива на занимаемый им объем применяется поправочный коэффициент [19], зависящий от плотности топлива и принимаемый по таблице Ж.1. Привести объем к стандартной температуре можно с помощью специальных программ (например, Bunker Master компании DNVPS) или по формуле:

$$V_{15} = V_t \cdot [1 - k_v \cdot (t - 15)],$$



где

V_{15} – объем топлива при температуре 15 °C, м³;

V_t – объем топлива при температуре t , м^3 ;

k_v – поправочный коэффициент;

t – температура топлива, $^{\circ}\text{C}$.

Например, по окончании бункеровки результаты измерений принятого топлива показали следующее: $V_t = 125 \text{ м}^3$; $t = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\rho_{15} = 935 \text{ кг/м}^3$ (по паспортным данным). Воспользовавшись таблицей Ж.1, находим поправочный коэффициент $k_v = 0,00074$. По формуле (Ж.2) рассчитываем объем топлива, приведенный к $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$. $V_{15} = 125 \cdot [1 - 0,00074 \cdot (38 - 15)] = 122,872 \text{ м}^3$. Разница в объемах составит $2,127 \text{ м}^3$.

Таблица Ж.1 – Поправочный коэффициент k_v к объему нефтепродукта

Плотность при $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ρ_{15} , кг/м^3	Поправочный коэффициент, k_v	Плотность при $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ρ_{15} , кг/м^3	Поправочный коэффициент, k_v
810...813	0,00091	894...902	0,00078
814...817	0,00090	903...912	0,00077
818...823	0,00088	913...925	0,00075
824...828	0,00087	926...937	0,00074
829...833	0,00086	938...955	0,00072
834...838	0,00085	956...970	0,00071
839...848	0,00084	971...982	0,00070
849...854	0,00083	983...997	0,00068
855...859	0,00082	998...1015	0,00067
860...876	0,00081	1016...1020	0,00066
877...882	0,00080	1021...1030	0,00065
883...893	0,00079		

ПРИЛОЖЕНИЕ И

(обязательное)

Химическая обработка топлива

Таблица И.1 – Химические присадки фирмы UNITOR [20]

Описание продукта	Характерные особенности	Указания по применению				
FUELCARE (стабилизатор топлива)	– диспергирует и препятствует образованию шлама, содержит в чистоте топливные системы; – стабилизирует топливные смеси, устраняя проблемы по совместимости; – нейтрализует кислоты в топливе; – деэмульгирует воду из топлива и улучшает сепарирование.	Вводится в топливную цистерну перед бункеровкой, можно вводить в отстойную цистерну или во время перекачки из цистерны запаса. Дозировка определяется по содержанию осадков (Sediment) или тесту на совместимость (ASTM Spot).				
		ASTM Spot	1	2	3	4
		Sediment, %	<0,05	0,05	0,1	0,2
		Дозировка	1:8000	1:4000	1:2000	1:500
GAMABREAK (разрушитель водотопливной эмульсии)	– быстро разрушает водотопливную эмульсию; – улучшает эффективность сепаратора; – предотвращает формирование шлама в танках и трубопроводах.	Вводится в топливный танк до или во время бункеровки. Дозировка основывается на значении показателя содержания воды в топливе.				
		Содержание воды, %	0,5...1,0	1,0...2,0	Выше 2,0	
DUAL PURPOSE PLUS (катализатор сгорания топлива)	– улучшает сгорание; – уменьшает количество золистых отложений; – ограничивает сажеобразование и дымность; – сводит к минимуму низкотемпературную коррозию цилиндрических втулок, штока клапанов и т.д.	Вводится через дозировочный насос на стороне всасывания топливоподкачивающего насоса или в отстойную цистерну. Средняя дозировка 1:4000. Можно учитывать результат анализов на микроуглеродистые остатки (MCR%).				
		MCR%	10	12	14	16
		Дозировка	1:4000	1:3000	1:2500	1:2000
		Дозировка	1:4000	1:2000	1:1000...1:500	

Продолжение таблицы И.1

Описание продукта	Характерные особенности	Указания по применению										
BURNAID (органический улучшатель сгорания)	– улучшает сгорание; – снижает углеродистые отложения; – ограничивает образование сажи; – уменьшает дымность; – увеличивает стабильность топлива.	Вводится дозирочным насосом или через манометр на всасывании топливоперекачивающего насоса при перекачки топлива из танков запаса в отстойный танк. Первоначальная доза – 1 литр на 5 тонн топлива. Дозировка зависит от результатов анализов на MCR или по значению CCAI.										
		MCR, %	8	9	10	12						
		Дозировка	1:8000	1:7000	1:6000	1:5000						
		ССАИ	835	840	845	850						
		Дозировка	1:8000	1:7000	1:6000	1:5000						
DIESELITE (комбинированный катализатор сгорания + модификатор золы)	Многофункциональная присадка: – снижает дымность, отложение сажи и углеродистых отложений; – повышает точку плавления натрий-ванадиевой золы топлива с целью уменьшения высокотемпературной коррозии и отложений золы; – уменьшает низкотемпературную коррозию посредством ингибирования кислотного дымового газа.	Вводится дозирочным насосом в трубопровод подачи топлива, как можно ближе к форсунке. Дозировка определяется по содержанию ванадия, натрия или MCR%. Дозировка 1 литр DIESELITE на X тонн топлива										
		Ванадий, ppm	50	100	150	200	300	400				
		Тонны топлива										
		Натрий, ppm	25	3	3,5	2,5	2	1	1			
			35	2	3,5	2,5	2	1	1			
			50	2	3	2,5	2	1	1			
			65	1,5	2	2	2	1	1			
			75	1,5	2	1,5	2	1	1			
			85	1	2	1	2	1	1			
			100	1	2	1	2	1	1			
		MCR, %	10	12	14	16	18					
		Дозировка	1:4000	1:3000	1:2500	1:2000	1:1000					

Продолжение таблицы И.1

Описание продукта	Характерные особенности	Указания по применению							
VALVECARE (модификатор топливной золы)	– повышает температуру плавления натрий-ванадиевой золы и уменьшает высокотемпературную коррозию выхлопных клапанов, лопаток турбоагрегата, выхлопного тракта; – снижает кислотность.	Ванадий, ppm	50	100	150	200	300	400	500
			Тонны топлива						
		Натрий, ppm	5	4	5	3,5	2,5	1,5	1
			35	2,5	5	3,5	2,5	1,5	1
			50	2,5	4	3	2,5	1,5	1
			65	2	2,5	2,5	2,5	1,5	1
			75	2	2,5	2	2,5	1,5	1
SOOT REMOVER (удалитель сажевых отложений)	– уменьшает отложения сажи и шлака в выхлопных системах дизелей; – снижает низкотемпературную коррозию.		85	1,5	2,5	2,5	2,5	1,5	1
			100	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	1
			Сухая порошкообразная смесь вводится непосредственно в выхлопную систему по направлению вверх к местам, подлежащим обработке с помощью форсунок. Дозировка зависит от расхода топлива.						
		Расход топлива, тонны/день	Дозировка, кг/день						
			10					1,5	
			20					3,0	
			30					3,5	
			40					4,0	
Biocontrol MAR-71 (топливный биоцид)									
			50						
	– убивает микроорганизмы в топливе; – предотвращает фильтры и распылители от забивания, предотвращает коррозию в топливных системах.								
			Вводится непосредственно в цистерны запаса. Является самодиспергирующим агентом. Профилактическая дозировка – 0,3 литра на тонну топлива. В сильно зараженном топливе дозировка составляет 3 литра на тонну топлива.						

Таблица И.2 – Химические присадки фирмы DREW MARINE (Ashland)

Описание продукта	Характерные особенности	Указания по применению
AMERGY 222 (кондиционер топлива)	– поддерживает во взвешенном состоянии частицы тяжелого топлива, препятствует образованию шлама; – содержит в чистоте топливные системы; – растворяет существующие шламы.	Вводится в топливные танки перед bunkеровкой через измерительные трубки в пропорции 1:6000...1:15000. В случаях несовместимости топлив дозировка должна быть 1:6000 для растворения и диспергирования образовавшихся шламов.
AMERGY 1000 (средство для улучшения сгорания)	– улучшает сгорание; – сокращает скопление нагара; – ограничивает образование сажи; – снижает задымленность; – снижает общий расход топлива.	Вводится непрерывно в топливную систему с помощью дозирующего насоса или через расходомер для равномерного распределения в объеме топлива. Норма дозировки – 1 литр на 1...8 тонн топлива в зависимости от конструкции двигателя, качества топлива и эксплуатационных норм.
FOT (средство для обработки жидкого топлива)	– стабилизирует и диспергирует существующие в топливных танках шламы; – сокращает расходы на очистку танков.	Вводится в любой топливный танк, в том числе в цистерны запаса перед bunkеровкой. Рекомендуемая доза 1 литр на 8 метрических тонн топлива.
AMERSTAT 25 (микробицидная обработка топлива)	– убивает бактерии в топливе и воде; – замедляет образование коррозии в системах дизельного топлива; – сводит к минимуму закупорку фильтров и форсунок.	Вводится через сливной дренажный клапан или в измерительную трубу перед заполнением танка основного запаса, либо постепенно вводится в топливо при заполнении танка. Первоначальная дозировка составляет 1:12500 (1 литр на 12,5 тонн топлива), обычная – 1:25000. По мере уничтожения микробов истощаются активные компоненты присадки, поэтому рекомендуется обрабатывать топливо с каждой заливкой и в процессе хранения через каждые полгода.

Продолжение таблицы И.2

Описание продукта	Характерные особенности	Указания по применению		
AMERGIZE (преобразователи отложений + средство для улучшения сгорания)	– снижает отложения ванадия, серы и натрия в камере сгорания и районах выхлопа (клапаны, турбонагнетатели); – снижает высоко- и низкотемпературную коррозию; – снижает расход топлива.	Вводится непрерывно с помощью дозирующего насоса в район топливной системы с низким давлением. Стандартная дозировка в пределах 1 литра на 1000...8000 литров топлива. Норма дозировки должна соответствовать самому высокому уровню загрязняющего вещества в топливе.		
		Загрязняющее вещество	Уровень загрязнения	Норма дозировки
		Ванадий, ppm	< 150	1:6000
			150...250	1:4000
			250...350	1:2000
			> 350	1:1000
		Натрий, ppm	< 15	1:8000
			15...30	1:6000
			> 30	1:4000
		Сера, %	< 1,5	1:8000
			1,5...2,5	1:4000
			2,5...3,5	1:2000
			> 3,5	1:1000
		Conradson Carbon, %	< 5	1:6000
			5...10	1:4000
			10...15	1:3000
			> 15	1:2000

Таблица И.3– Перекрестная таблица аналогов топливных присадок различных производителей

Unitor	Drew Marine	Nalfleet	Uniservice	Marichem	Eurochem
Dieselite Dual; Purpose Plus; Valvecare; Burnaid; Vansulite.	Amergize	Combustion Catalyst	Van as ol vent	F.O.T. C-100	Kem-DP-32-FOT
Burn aid	Amergy 1000		FOT Dual Purpose	F.O.T. 10	Kem-DP-FOT
Fuelcare; Gamabreak; Burnaid.	Amergy 222	Fuel Oil Dispersant; Fuel Stabiliser.	FOT; Bunkerclean FOT.	F.O.T.	Kem-FOT
Dual Purpose Plus; Dieselite; Burnaid.	Amergy 5000	Maxi-Mize Regular	FOT Catalyst		
Biocontrol Mar 71	Amerstat 25	Biobor	Bio Control FOT		
Soot Remover Liquid	Drewclean Est	Soot Remover	Economizer Treat Liquid	Soot Cleaner Liquid	Kern -Soot
	FOT		FOT	F.O.T.	Kem-FOT
Soot Remover	Lt-Soot Release	Soot Remover (Liquid)	Soot Sticks /Remover	Soot Cleaner (Powder)	Kern-Soot (Powder)
Soot Remover	Soot Release	Soot Remover (Liquid)	Soot Sticks/Remover	Soot Cleaner (Powder)	Kern-Soot (Powder)

ПРИЛОЖЕНИЕ К

(обязательное)

Удельная теплота сгорания

При производстве топлива не контролируется, но ее можно определить для характеристики эксплуатационных свойств топлива. Низшая и высшая удельная теплота сгорания измеряется в МДж/кг и для остаточных Q_H^r , Q_B^r и дистиллятных Q_H^d , Q_B^d топлив может быть рассчитана с точностью, приемлемой для потребителя, по следующим формулам [7]:

$$Q_H^r = (46,704 - 8,802 \cdot \rho_{15}^2 \cdot 10^{-6} + 3,167 \cdot \rho_{15} \cdot 10^{-3}) \times \\ \times [1 - 0,01 \cdot (w_w + w_a + w_s)] + 0,0942 \cdot w_s - 0,02449 \cdot w_w; \quad (K.1)$$

$$Q_B^r = (52,190 - 8,802 \cdot \rho_{15}^2 \cdot 10^{-6}) \cdot [1 - 0,01 \cdot (w_w + w_a + w_s)] + 0,0942 \cdot w_s;$$

$$Q_H^d = (46,423 - 8,792 \cdot \rho_{15}^2 \cdot 10^{-6} + 3,167 \cdot \rho_{15} \cdot 10^{-3}) \times \\ \times [1 - 0,01 \cdot (w_w + w_a + w_s)] + 0,0942 \cdot w_s - 0,02449 \cdot w_w;$$

$$Q_B^d = (51,916 - 8,792 \cdot \rho_{15}^2 \cdot 10^{-6}) \cdot [1 - 0,01 \cdot (w_w + w_a + w_s)] + 0,0942 \cdot w_s,$$

где ρ_{15} – плотность при 15 °С, кг/м³;

w_w – массовая доля воды, %;

w_a – массовая доля золы, %;

w_s – массовая доля серы, %.

Для быстрой, но приближенной оценки низшей удельной теплоты сгорания остаточных топлив можно воспользоваться рисунком К.1, который построен на основании формулы (К.1).

Чтобы внести поправку на золу и воду, из низшей теплоты сгорания Q_H^r , полученной по графику на рисунке К.1, вычитают $0,01 \cdot (w_w + w_a) \cdot Q_H^r$.

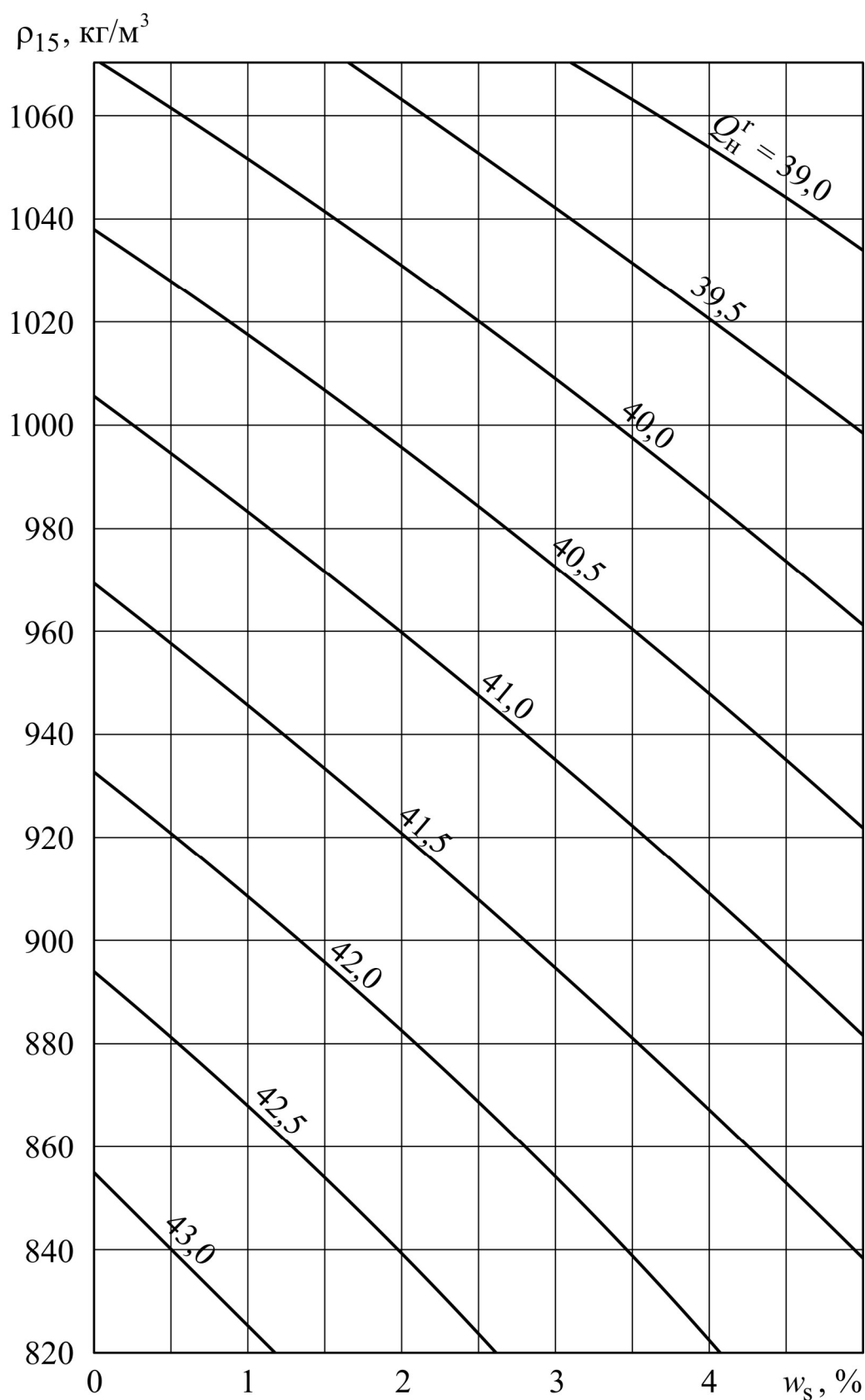


Рисунок К.1 – Низшая теплота сгорания остаточных топлив, МДж/кг

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

(обязательное)

Характеристика воспламеняемости остаточных судовых топлив

Расчетный индекс углеродной ароматизации (*ССАИ*) был разработан фирмой «Shell» для оценки воспламеняемости тяжелых остаточных топлив исходя из их плотности и вязкости. *ССАИ* позволяет классифицировать топлива по характеристикам воспламеняемости.

Качество воспламеняемости дистиллятных топлив может быть определено согласно нескольким показателям: дизельный индекс, цетановый индекс, цетановое число. Так, для двигателей В&W модельного ряда МС 50-98 оценку воспламеняемости дистиллятных топлив рекомендуется проводить с учетом цетанового числа [21]: для ВОД – не ниже 45; СОД – 40...45; МОД – не ниже 35.

Качество воспламеняемости остаточных топлив основано на получении расчетной оценки *ССАИ* с использованием уравнения [10]

$$ССАИ = \rho_{15} - 81 - 141 \cdot \lg[\lg(\nu + 0,85)] - 483 \cdot \lg \left[\frac{T + 273}{323} \right], \quad (Л.1)$$

где ρ_{15} – плотность при 15 °С, кг/м³;

ν – кинематическая вязкость, мм²/с;

T – температура, при которой определяется кинематическая вязкость, °С.

Для быстрой оценки значения *ССАИ* остаточного топлива можно пользоваться рисунком Л.1, соединяя прямой линией оси вязкости и плотности с осью *ССАИ*. Хорошая воспламеняемость у ВОД обеспечивается при значении *ССАИ* < 840, для СОД – 850...870, МОД – 860...880. Эти рекомендации следует рассматривать в качестве ориентировочных, так как характеристика воспламеняемости остаточных топлив определяется не только типом двигателя, но и режимом эксплуатации. В неблагоприятных эксплуатационных условиях: при низкой температуре надувочного воздуха, при недостаточном прогреве двигателя, ухудшении состояния топливной аппаратуры, *ССАИ*, лежащие в пределах 850...870 вызывают проблемы, а при 900 могут привести к аварии.

Для двигателей Wärtsilä Vasa 32 & 32LN, Wärtsilä 20, Wärtsilä 46 значения *ССАИ* в диапазоне от 770 до 840 образуют зону устойчивой воспламеняемости, от 840 до 870 находится зона возможно неустойчивой (неопределенной) воспламеняемости и все значения выше 870 образуют зону неустойчивой воспламеняемости [15].

Двигатели фирмы Doosan L27/38 с частой вращения вала 750 об/мин рекомендуется эксплуатировать на топливе, у которого *ССАИ* находится в следующих пределах: 810...840 – устойчивая зона; 840...860 – неопределенная; выше 860 – неустойчивая. Двигатель Doosan L32/40 (750 об/мин) имеет устойчивую зону в диапазоне 810...860, а двигатель Doosan L48/60 (500 об/мин) до 870.

Номограмма для определения *ССАИ* с привязкой к двигателям фирм Caterpillar / МАК показана на рисунке Л.2.



Высокая плотность в сочетании с низкой вязкостью может служить указанием на плохое качество воспламеняемости. Следует избегать использования топлива с показателями воспламеняемости, выходящими за рекомендуемые пределы. В случае неизбежности использования такого топлива рекомендуется усилить контроль над температурой уходящих газов и во избежание перегрева двигателя, снизить его рабочую нагрузку.

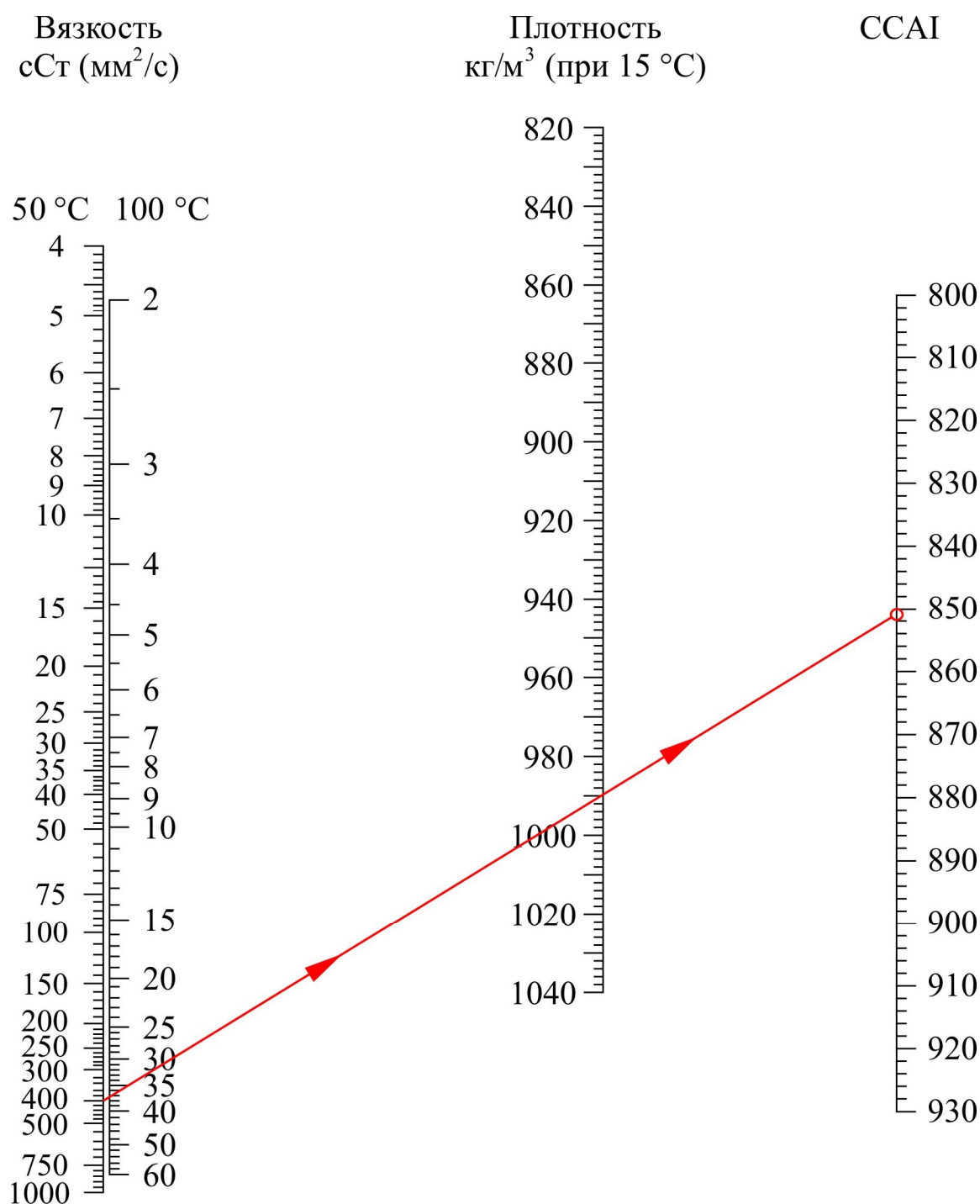
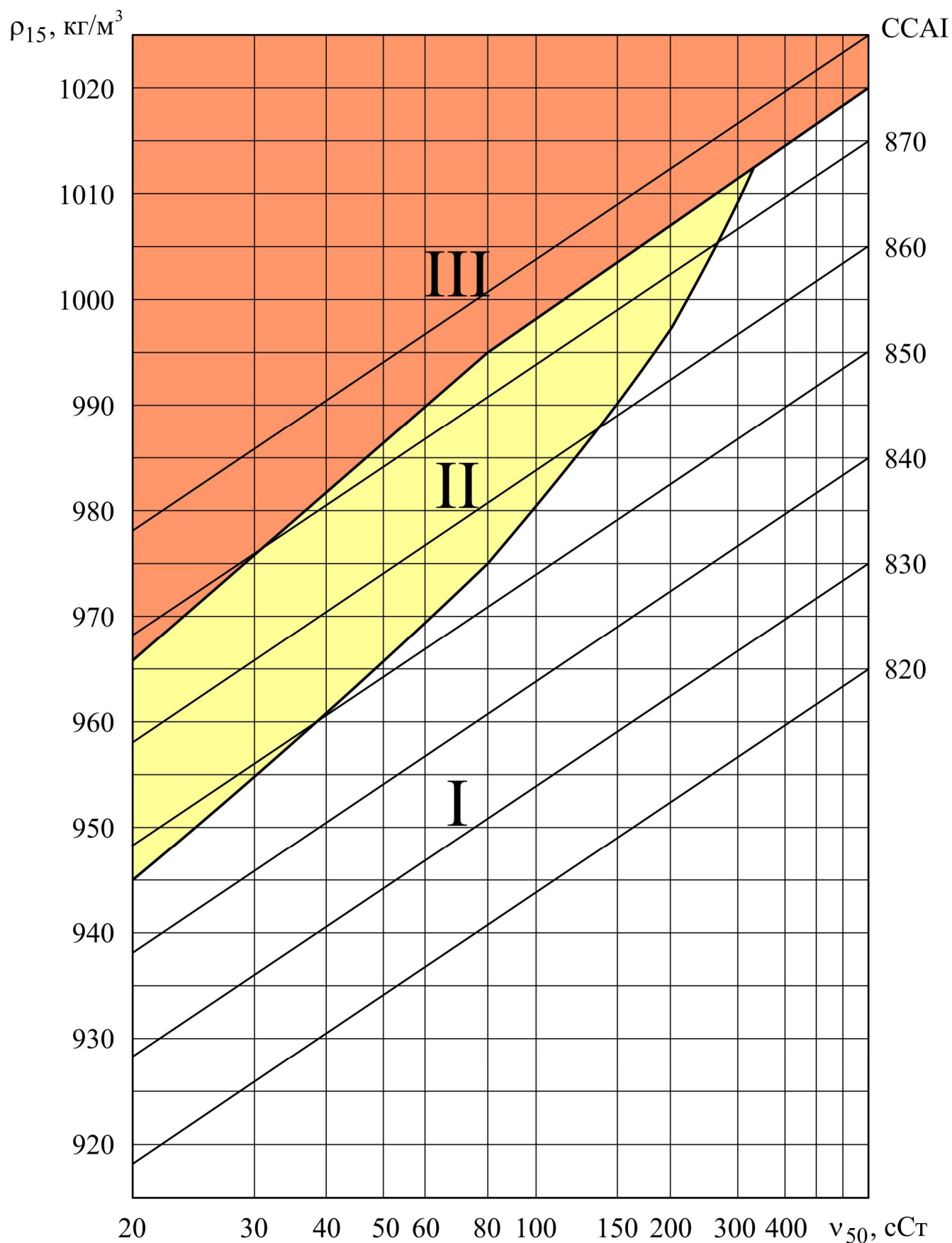


Рисунок Л.1 – Номограмма для нахождения CCAI



I – зона устойчивой воспламеняемости; II – зона неопределенной воспламеняемости; III – зона неустойчивой воспламеняемости

Рисунок Л.2 – Рекомендуемые зоны значений $CCAI$ топлив, используемых в двигателях Caterpillar / МАК [22]

ПРИЛОЖЕНИЕ М

(обязательное)

Температура перекачки и сжигания топлива

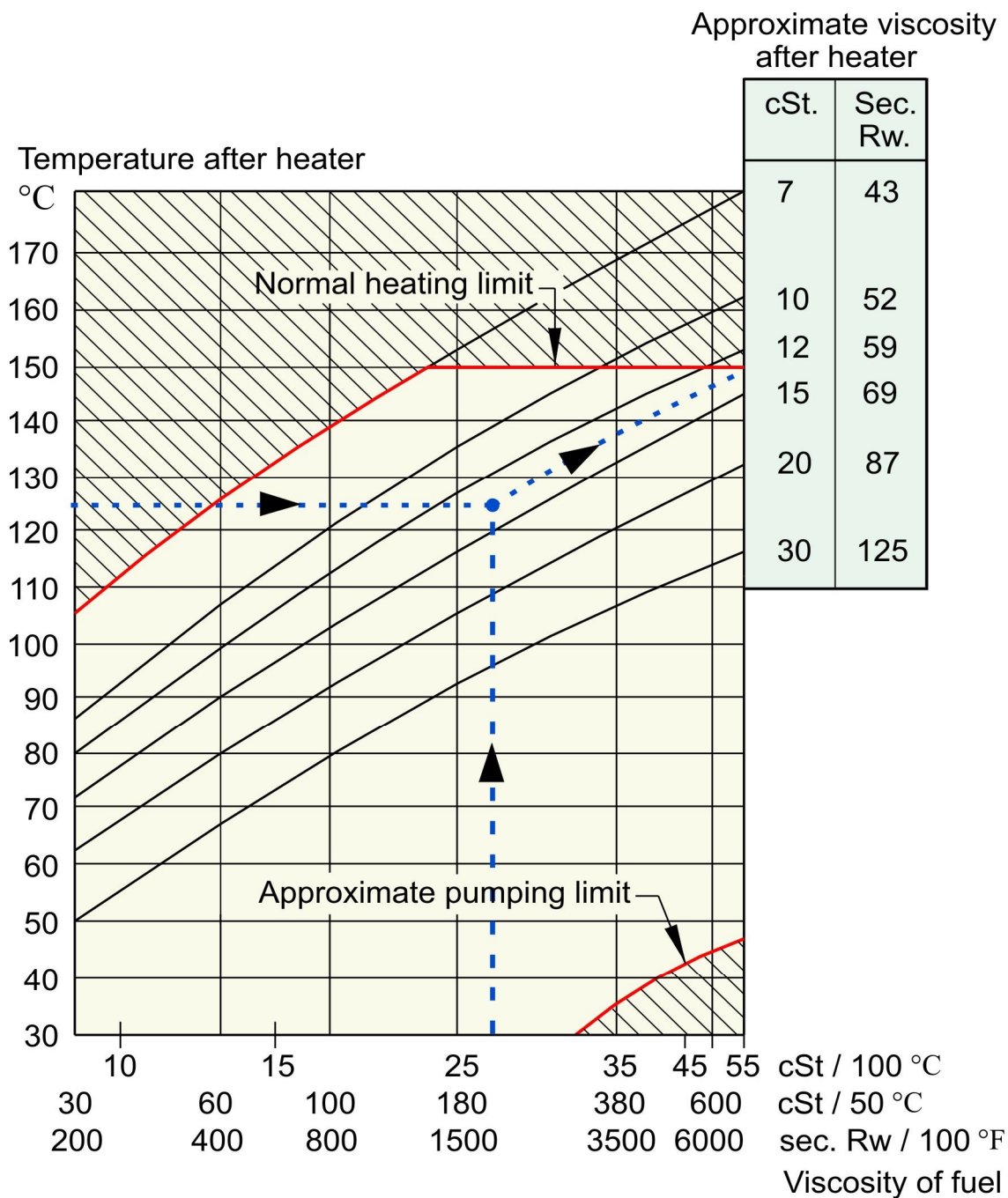


Рисунок М.1 – Номограмма подогрева топлива перед ТНВД [23]

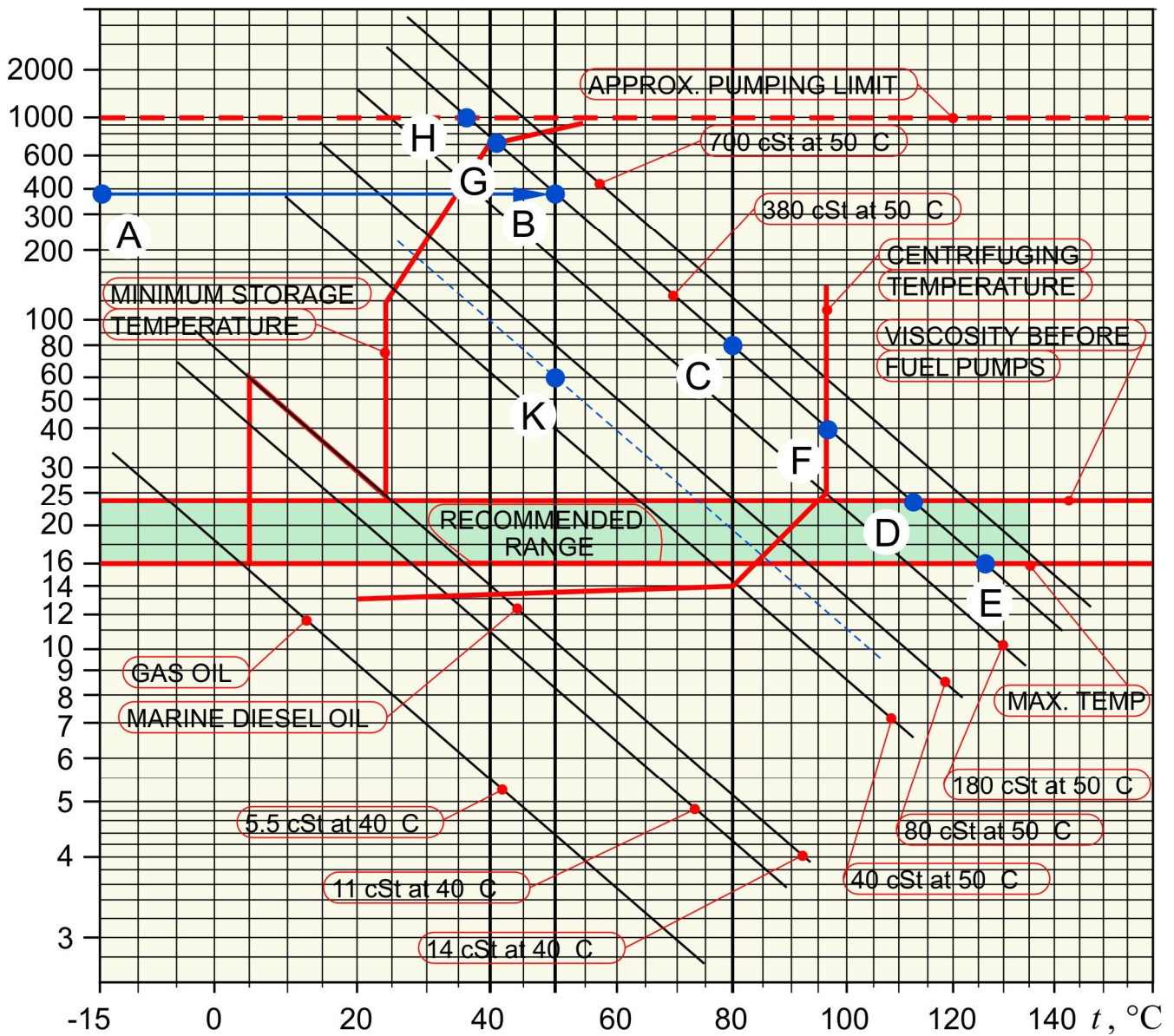
ν , cSt

Рисунок М.2 – Номограмма зависимости вязкости топлива от температуры для двигателей Wärtsilä [15]

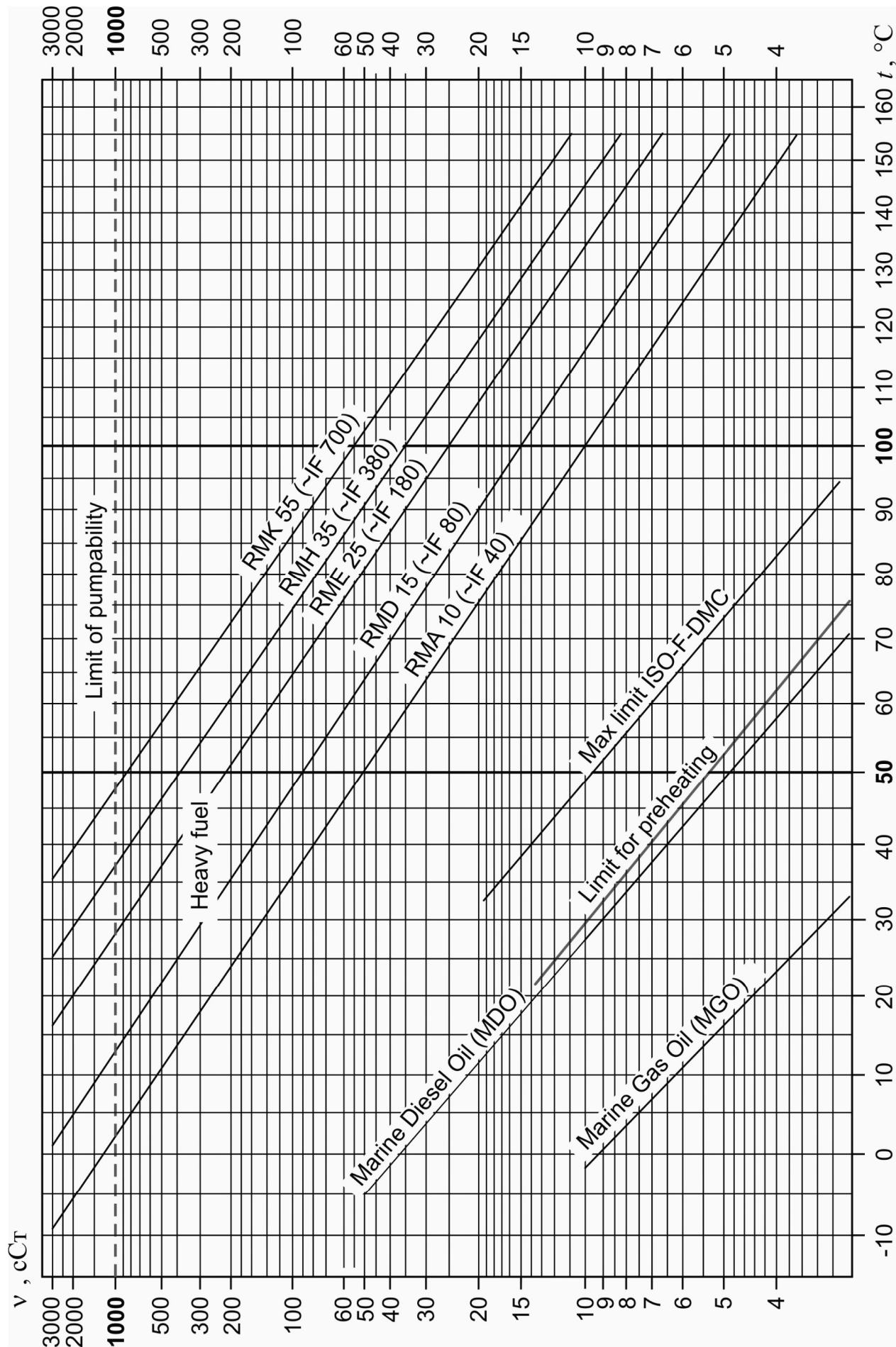
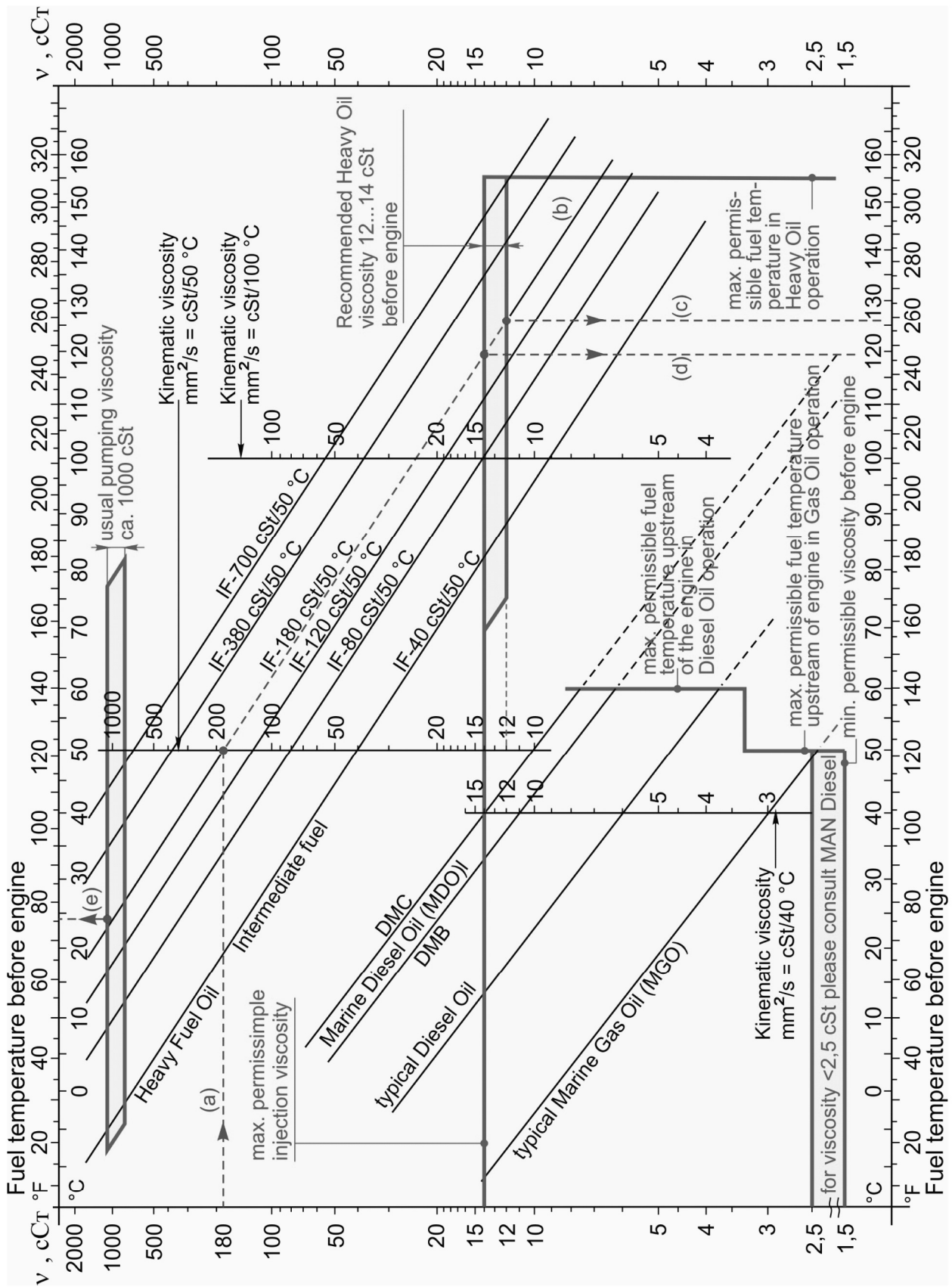


Рисунок М.3 – Номограмма зависимости вязкости топлива от температуры для двигателей МАК [22]





сунук М.4 – Номограмма зависимости вязкости топлива от температуры для двигателей MAN [23]

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

(обязательное)

Температура подогрева перед сепаратором и производительность сепаратора

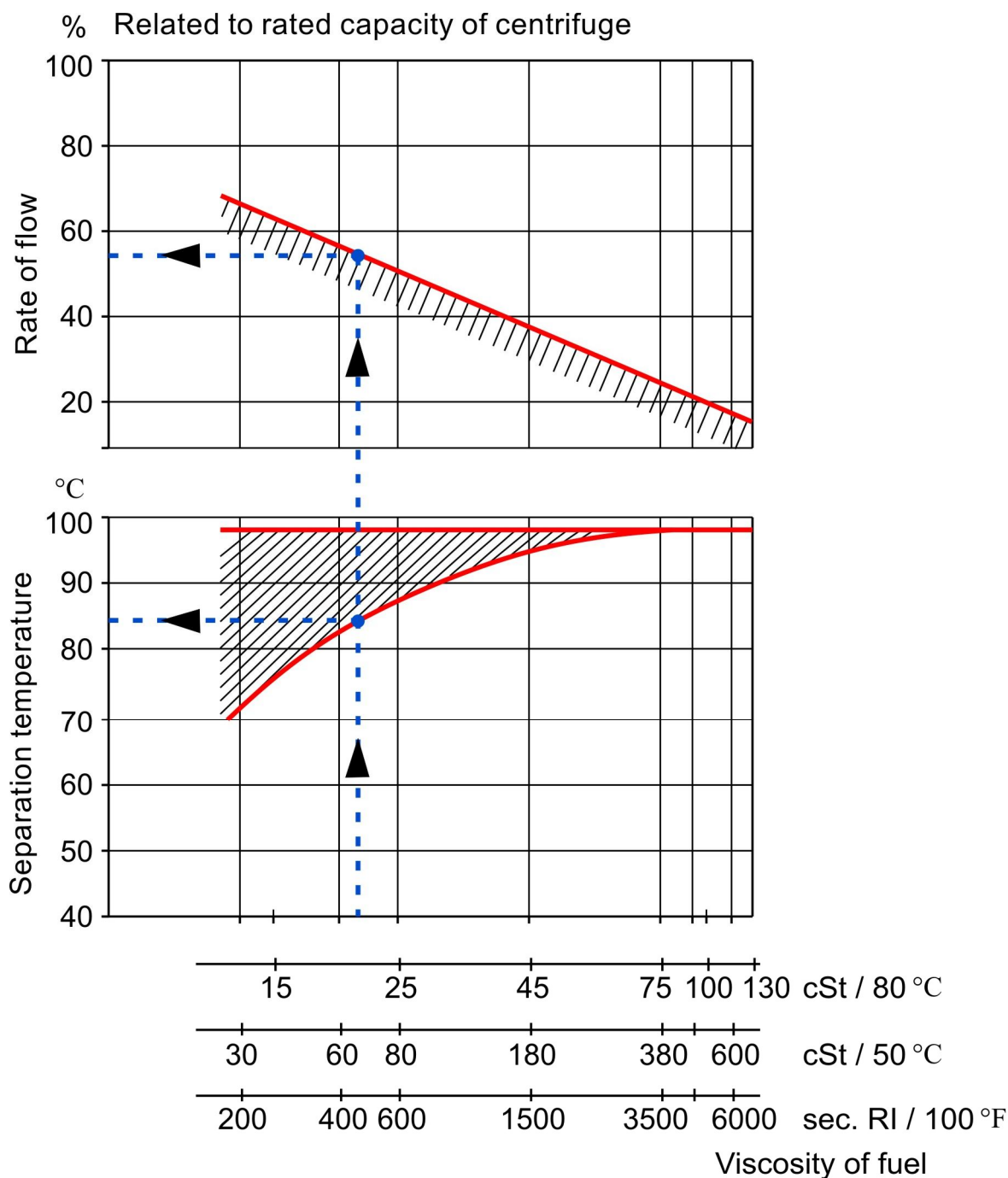


Рисунок Н.1 – Номограмма определения температуры подогрева топлива перед сепарацией и производительности сепаратора [23]

ПРИЛОЖЕНИЕ П

(обязательное)

Структура отчета (формы таблиц)

Таблица П.1а – Основные марки топлив, назначенных для ГД

Наименование и тип установки	Марка топлива			
	Стандарт Украины	Стандарт России	Стандарты международные	
	(Марка дистиллятного топлива)	(Марка остаточного топлива)	(Марка дистиллятного топлива)	(Марка остаточного топлива)
ГД (<i>min</i>)				

Таблица П.1б – Основные марки топлив, назначенных для ВДГ

Наименование и тип установки	Марка топлива			
	Стандарт России	Стандарт Украины	Стандарты международные	
	(Марка дистиллятного топлива)	(Марка остаточного топлива)	(Марка дистиллятного топлива)	(Марка остаточного топлива)
ВДГ (<i>min</i>)				

Таблица П.1в – Основные марки топлив, назначенных для ВПК

Наименование и тип установки	Марка топлива			
	Стандарт России	Стандарт Украины	Стандарты международные	
	(Марка дистиллятного топлива)	(Марка остаточного топлива)	(Марка дистиллятного топлива)	(Марка остаточного топлива)
ВПК (<i>min</i>)				

Таблица П.2 – Различные единицы вязкости топлива, назначенного
для ГД, ВДГ, ВПК

Наименование и тип установки	Марка топлива	Вязкость при равной температуре (приложение Е)			
		Вязкость ки- нематическая, ν , сСт	Градусы $^{\circ}\text{ВУ}$ ($^{\circ}\text{Е}$)	Редвуда №1, R.I. , с	Сейболта Универсал, SUS , с
ГД (<i>min</i>)	(дистилл.)				
	(остат.)				
ВДГ (<i>min</i>)	(дистилл.)				
	(остат.)				
ВПК (<i>min</i>)	(дистилл.)				
	(остат.)				

Таблица П.3 – Определение объема бункеровки топлива для ГД, ВДГ, ВПК (согласно приложению Ж)

Марка топлива	Плотность по паспорту, ρ , кг/м ³		Температура принятого при бункеровке топлива, t , °C	Объем принятого при температуре топлива, V_t , м ³	Поправочный коэффициент, k_v	Объем топлива при 15 °C, V_{15} , м ³	Разница в объемах, $\Delta V = V_t - V_{15}$, м ³	Разница по массе, $\Delta V \cdot \rho_{15}$, кг
	при 15 °C	при 20 °C						
(дистилл.)			(t перекачки)					
(остат.)			(t перекачки)					

Таблица П.4 – Выбор присадок к топливу для ГД, ВДГ, ВПК

Наименование и тип установки	Марка топлива	Значение параметров топлива на которые ориентируются при выборе присадки			Присадка (см. приложение И)		
		(Параметр 1)	(Параметр 2)	(Параметр 3)	Назначение	Наименование (фирма)	Способ введения
ГД (тип)	(дистилл.)						
	(остат.)						
ВДГ (тип)	(дистилл.)						
	(остат.)						
ВПК (тип)	(дистилл.)						
	(остат.)						

Таблица П.5 – Определение теплоты сгорания топлива для ГД, ВДГ, ВПК (согласно приложению К)

Наименование и тип установки	Марка топлива	Плотность при 15 °C, кг/м ³	Массовая доля воды, %	Массовая доля золы, %	Массовая доля серы, %	Теплота сгорания, Q_H , МДж/кг
ГД (тип)	(дистилл.)					
	(остат.)					
ВДГ (тип)	(дистилл.)					
	(остат.)					
ВПК (тип)	(дистилл.)					
	(остат.)					



Таблица П.6 – Расчетный индекс углеродной ароматизации (*CCAI*)

Наименование и тип установки	Марка топлива	Плотность при 15 °С, ρ_{15} , кг/м ³	Вязкость кинема- тическая, ν , сСт	Температура при которой опреде- ляется ν , T , °С	<i>CCAI</i> (по фор- муле Л.1)
ГД (<i>тип</i>)	(<i>остат.</i>)				
ВДГ (<i>тип</i>)	(<i>остат.</i>)				
ВПК (<i>тип</i>)	(<i>остат.</i>)				

Таблица П.7 – Температура, обеспечивающая нормальную перекачку
и сжигание в цилиндрах ГД, ВДГ и топке ВПК

Марка топлива	Вязкость, ν , сСт при: 40 °С (дистилл.); 50 °С (остат.).	Температура, обеспечивающая нормальные:	
		перекачку, °С (приложение М)	сжигание, °С (приложение М)
(дистилл.)			
(остат.)			
(дистилл.)			
(остат.)			
(дистилл.)			
(остат.)			

Таблица П.8 – Температура подогрева топлива перед сепарацией
и производительность сепаратора

Марка топлива	Вязкость, ν , сСт при: 40 °С (дистилл.); 50 °С (остат.).	Температура подогрева перед сепаратором, °С (приложение Н)	Производительность сепаратора, % (приложение Н)
(дистилл.)			
(остат.)			
(дистилл.)			
(остат.)			
(дистилл.)			
(остат.)			

Таблица П.9 – Исходные данные для выполнения РГЗ (например, №080521)

ЭУ	№	Diesel Engine (Boiler)	Marine Diesel Oil	Heavy Fuel Oil
ГД	3	Daihatsu 8DK-28	ISO 8217:1996- DMA(Gas Oil)	ISO 8217: 1996-RMA10; RME25; RMG35; RMH55. CIMAC:1990-A10; E25; G35; H55. Kinematic viscosity: - before engine 14±1 cSt.
Выбранная вязкость кинематическая:			3 cSt при 40 °C	380 cSt при 50 °C
ВДГ	2	YANMAR 8N21AL	MDO Kinematic viscosity: - before engine 3...8 cSt.	Kinematic viscosity: - up to 380 cSt at 50 °C; - before engine 11...14 cSt.
Выбранная вязкость кинематическая:			8 cSt при 40 °C	380 cSt при 50 °C
ВПК	1	AALBORG Boiler type: AQ-10/16 Burner type: KB 150W	Kinematic viscosity: - for ignition burner 1,3...12 cSt.	Kinematic viscosity: - max. 700 cSt at 50 °C; - max. at burner inlet 45 cSt.
Выбранная вязкость кинематическая:			10 cSt при 40 °C	500 cSt при 50 °C

Заказ № _____ от « _____ » _____ 20 ____ . Тираж _____ экз.

Изд-во СевНТУ