Министерство морского флота

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-
КОНСТРУКТОРСКИЙ
ИНСТИТУТ МОРСКОГО ФЛОТА

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

РД 31.03.41-90

gost.e-ecolog.ru

Ленинград
1990

РАЗРАБОТАН	Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом морского флота
	Заместитель директора по научной работе д-р техн.наук С.Н.Дранишын
	Заведующий отделом стандартизации и управления качеством продукции А.П.Вольваченко
	Исполнители: канд.техн.наук В.Д.Филимонов (раздел I), канд.техн.наук Е.А.Калязин (руководитель разработки, раздел 2)
ПРИНЯТ К СВЕДЕНИЮ	Регистром СССР
УТВЕРЖДЕН	Главсудомехом Минморфлота СССР Начальник Н.Н.Зелькович

МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА СССР
(МИНМОРФЛОТ СССР)

Руководителям предприятий,
организаций и учреждений
Минморфлота (по списку)

103759, Москва, Рождественка, I/4

от 20.06.90 № ГСИ-21/972

О введении в действие
РД 31.03.41-90

Главсудомехом утвержден РД 31.03.41-90 "Технико-эксплуатационные требования по оптимальной комплектации электростанций морских транспортных судов" со сроком введения в действие 01.01.91.

Требования предназначены для использования научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями, группами наблюдения и пароходствами Минморфлота при разработке технико-экономических обоснований и технико-эксплуатационных требований к новым судам, рассмотрении проектных проработок, эскизных и технических проектов судов, выполненных Минсудпромом, проектных предложений, проектов и контрактной документации, выполненных зарубежными фирмами.

ПРЕДЛАГАЮ

1. С 01.01.91 руководителям предприятий, организаций и учреждений ввести в действие РД 31.03.41-90.

2. ЦНИИМФу, БМП до 01.12.90 издать РД 31.03.41-90 в необходимом количестве и разослать предприятиям, организациям и учреждениям.

3. С 01.01.91 считать утратившим силу РД 31.03.41-84 с извещением № 1 об изменении.

4. Контроль за исполнением настоящего директивного письма возложить на ЦНИИМФ.

Начальник Главсудомеха Н.Н.Зенькович

ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ

РД 31.03.41-90

Взамен РД 31.03.41-84

Письмом ГСМ-21/972 от 20.06.90 срок введения в действие установлен с 01.01.91

Настоящий руководящий документ устанавливает технико-эксплуатационные требования по оптимальной комплектации основных судовых электростанций (СЭС) морских транспортных судов.

Документ распространяется на СЭС судов с дизельными энергетическими установками (ЭУ).

Документ не ограничивает применение для расчета мощности и выбора комплектации СЭС других методов, рекомендованных ОСТ 5.6168-80. Судовые электроэнергетические системы. Методы расчета электрических нагрузок и определения состава генераторов электростанций.

Раздел I. РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

I.I. Общие положения

I.I.I. Метод расчета мощности СЭС судов с дизельными ЭУ, использованный в настоящем документе, основывается на статистическом анализе реальных нагрузок СЭС и основных потребителей электроэнергии на различных типах морских транспортных судов в нормальных эксплуатационных условиях.

Определение необходимости установки и расчет мощности аварийного источника электроэнергии (аварийной СЭС) для проектируемой серии судов в задачу настоящего документа не входит.

I.I.2. Основными расчетными режимами работы СЭС для судов любого типа с дизельной ЭУ считаются режимы хода и стоянки судна без грузовых операций судовыми средствами[I], достигающие

[I] В дальнейшем тексте – стоянка.

в сумме по продолжительности 90% времени эксплуатационного периода судов. Остальные расчетные режимы работы СЭС, связанные с другими режимами работы судна, в расчетном отношении являются производными от основных (режимы маневров, стоянки судна с грузовыми операциями судовыми средствами[1], готовности и др.).

Для всех типов судов принимается следующее обозначение расчетных режимов:

$\mathcal{Э}$ = I, 3, 5, 7 – соответственно режимы ходовой, стоянка, маневренный и стоянка с грузовыми операциями в умеренной зоне;

$\mathcal{Э}$ = 2, 4, 6, 8 – те же режимы в тропической зоне.

Для наливных, нефтенавалочных судов и газовозов рекомендуется вместо режимов 7, 8 ввести режимы 7, 9 (погрузка и выгрузка в умеренной зоне) и 8, I0 (погрузка и выгрузка в тропической зоне). При необходимости могут быть введены и другие режимы, например, готовности II (в умеренной зоне) и I2 (в тропической зоне), ледовые режимы в арктической зоне и др.

I.I.3. Минимальное значение суммарной номинальной мощности генераторных агрегатов (ГА) $(\sum P_{г\ ном})_{min}$, обеспечивающих режим $\mathcal{Э}$, определяются суммарной расчетной мощностью $P_{озс}$ $(\mathcal{Э})$ режима.

Мощность $P_{озс}(\mathcal{Э})$ состоит из максимальной интегральной мощности стандартных потребителей электроэнергии $P_{max}(\mathcal{Э})$ в соответствующем основном режиме и суммы добавочных мощностей $\sum \Delta P$:

$$P_{озс}(\mathcal{Э}) = P_{max}(\mathcal{Э}) + \sum \Delta P \ . \qquad (I)$$

I.I.4. Интегральная мощность стандартных потребителей основного режима – это мощность, формируемая потребителями, качественно одинаковыми для любого типа судна с дизельной ЭУ.[2] В число таких потребителей включаются:

механизмы, обслуживающие главную и вспомогательную энергетические установки (в том числе котельную);

воздушные компрессоры;

сепараторы топлива и масла, перекачивающие насосы;

---

[1] В дальнейшем тексте – стоянка с грузовыми операциями.

[2] В дальнейшем тексте – интегральная мощность.

испарительная установка;

вентиляция машинного отделения (только в ходовом режиме);

рулевые машины;

вентиляция жилых, служебных и грузовых помещений (кроме вентиляции помещений для перевозки транспортных средств с топливом в баках);

рефрижераторная установка провизионных камер;

электронагреватели и насосы мытьевой и питьевой воды;

балластные и пожарные насосы в режиме кратковременной работы;

осушительные насосы;

инсинератор, установки очистки льяльных сточных вод, фекальные насосы;

валоповоротные устройства и тельфер машинного отделения;

система катодной защиты;

швартовные лебедки в режиме автоматической работы;

механизмы люковых закрытий, грузовых аппарелей, платформ, лацпортов, трапповые и шлюпочные лебедки и другие вспомогательные грузоподъемные устройства в режиме кратковременной работы;

бытовое, хозяйственное и ремонтное оборудование, зарядные устройства;

освещение (кроме освещения грузовых помещений для перевозки транспортных средств с топливом в баках на ролкерах и судах многоцелевого назначения);

электронагревательные приборы для обогрева служебных помещений и неработающего оборудования;

средства радиосвязи и электронавигационные приборы;

электрические средства автоматизации.

I.I.5. К потребителям добавочной мощности ΔP относятся специфические потребители специализированных судов, потребители, работающие только в производных режимах (подруливающие устройства (ПУ), грузовые устройства и системы и др.), а также другие потребители с продолжительным режимом работы (системы летнего кондиционирования воздуха, вентиляции машинных отделений в режимах стоянки и др.), формирующие в рамках основных режимов соответствующие подрежимы. Перечень основных потребителей добавочной мощности в расчетных режимах работы СЭС указан в обязательном приложении I.

I.I.6. Эмпирические распределения интегральной мощности в основных режимах с достаточной для практических целей точностью могут быть описаны нормальным законом, что позволяет характеризовать конкретные распределения только величинами средней $\bar{P}$ и стандартного отклонения S.

Величина средней представляет собой наиболее вероятную интегральную мощность, на формирование которой решающее влияние оказывают потребители с продолжительным режимом работы.

Величина стандартного отклонения определяется главным образом потребителями с другими режимами работы (кроме продолжительного).

I.I.7. Максимальная интегральная мощность в основных режимах определяется в соответствии с выражением

$$P_{max}(I,3) = \bar{P}(I,3) + 3\,S(I,3) \quad . \qquad (2)$$

При этом вероятность появления уровня мощности, соответствующего P_{max}, составляет 0,003.

I.I.8. Расчет мощности P_{max} сводится к нахождению статистик $\bar{P}$ и S в зависимости от основных исходных данных судна, известных, как правило, уже на ранних стадиях проектирования. Расчетные зависимости статистик от основных данных судна получены в результате специальных экспериментальных исследований нагрузок СЭС и основных потребителей электроэнергии в нормальных эксплуатационных условиях, выполненных ЦНИИМФ на судах различных типов (справочное приложение 2).

I.2. Зависимости статистик распределения интегральной мощности в основных режимах от исходных данных судна

I.2.I. Основными исходными данными для нахождения статистик являются:

полное водоизмещение судна при осадке по летнюю грузовую марку D, тыс.т;

суммарная максимальная длительная мощность ГД N, МВт;

тип ГД по частоте вращения: малооборотные (МОД) или среднеоборотные (СОД) дизели;

тип МОД по конструкции (Бурмейстер и Вайн - БМЗ, МАН, Зульцер).

I.2.2. Средняя мощность в ходовом режиме $\bar{P}(I)$ для судов с МОД типа Бурмейстер и Вайн - БМЗ, МАН и судов с СОД

при $\mathcal{N} \leqslant 9$ мВт

$$\bar{P}(I) = 46\mathcal{N}, \quad \text{кВт}, \tag{3}$$

при $\mathcal{N} > 9$ мВт

$$\bar{P}(I) = 13\mathcal{N} + 330, \quad \text{кВт}, \tag{4}$$

для судов с МОД типа Зульцер

$$P(I) = 53\mathcal{N}^{0,8}, \quad \text{кВт}. \tag{5}$$

I.2.3. Стандартное отклонение мощности в ходовом режиме $S(I)$

при $D \leqslant 16$ тыс.т

$$S(I) = 1,7D, \quad \text{кВт}, \tag{6}$$

при $D > 16$ тыс.т

$$S(I) = 0,12D + 25, \quad \text{кВт}. \tag{7}$$

I.2.4. Средняя мощность в режиме стоянки $\bar{P}(3)$ при $D \leqslant 11$ тыс.т

$$\bar{P}(3) = 9D, \quad \text{кВт}, \tag{8}$$

при $D > 11$ тыс.т

$$\bar{P}(3) = 0,6D + 100, \quad \text{кВт}. \tag{9}$$

I.2.5. Стандартное отклонение мощности в режиме стоянки $S(3)$

$$S(3) = 4,2D^{0,5}, \quad \text{кВт}. \tag{10}$$

I.2.6. Значения $\bar{P}(I)$ и $\bar{P}(3)$, полученные по формулам (3)-(5) и (8)-(9), должны быть увеличены с учетом Норм искус-

ственного освещения на судах морского флота № 2506-81 в следующих размерах

для судов с $D \leq 5$ тыс.т - на 5 кВт;

$5 < D \leq 11$ тыс.т - на 10 кВт;

$11 < D \leq 40$ тыс.т - на 20 кВт;

$D > 40$ тыс.т - на 30 кВт.

I.3. Определение составляющих добавочной мощности

I.3.1. Потребители добавочной мощности, указанные в обязательном приложении I и обозначенные $\Delta P_{01} - \Delta P_{019}$, могут устанавливаться на судах различного типа, а обозначенные $\Delta P_{11} - \Delta P_{121}$ - только на судах определенного типа. Для упрощения расчетов величина добавочной мощности всех указанных потребителей принимается постоянной и равной

$$\Delta P = \Delta \bar{P} = \Delta P_{max} = Const. \qquad (11)$$

Для некоторых потребителей в связи с отсутствием достаточной статистической информации указывается максимальная мощность, потребляемая ими на судах-прототипах.

I.3.2. Добавочная мощность при эксплуатации судна в тропической зоне ΔP_{01} принимается одинаковой для всех расчетных режимов и определяется главным образом работой установок летнего кондиционирования воздуха жилых и служебных помещений, а также влиянием ряда других факторов (большим объемом включенной общесудовой вентиляции, более интенсивной работой рефрижераторной установки провизионных камер, бытовых систем и др.).

Мощность ΔP_{01} определяется в зависимости от водоизмещения судна по формуле

$$\Delta P_{01} = 18 D^{0,5}, \text{ кВт}. \qquad (12)$$

I.3.3. Вентиляция машинных отделений должна рассматриваться в расчетном отношении как потребитель добавочной мощности в режимах стоянок в связи с ее значительной установленной мощностью $P_{вент.мо}$, соизмеримой с интегральной нагрузкой

режимов, и нерегулярным характером использования.

Под машинными отделениями (в отличие от машинных помещений) понимаются только те судовые помещения, в которых установлены главные и вспомогательные двигатели. Суммарная номинальная мощность электроприводов (ЭП) вентиляторов $P_{вент.мо}$ определяется в зависимости от суммарной максимальной длительной мощности ГД по формуле

$$P_{вент.мо} = 25N^{0,6}, \text{ кВт.} \qquad (13)$$

Мощность, потребляемая ЭП вентиляторов машинных отделений, ΔP_{02}, определяется по формулам в режиме стоянки в умеренной и арктической зонах

$$\Delta P_{02} = 0,25\ P_{вент.мо}, \text{ кВт,} \qquad (14)$$

в режиме стоянки в тропической зоне

$$\Delta P'_{02} = 0,5\ P_{вент.мо}, \text{ кВт.} \qquad (15)$$

В ходовом режиме судна вентиляция машинных отделений, как правило, полностью включена и входит в интегральную мощность.

I.3.4. Номинальная мощность ЭП подруливающих устройств должна быть задана в исходных материалах (обоснованиях, требованиях, технических заданиях, проектных проработках и т.п.) с учетом типа судна и ожидаемых условий его эксплуатации. При отсутствии конкретных данных расчетная суммарная мощность приводов одного или нескольких ПУ, $P_{пу}$, определяется для различных типов судов по формулам
для наливных судов

$$P_{пу} = 43D^{0,7}, \text{ кВт,} \qquad (16)$$

для железнодорожных паромов

$$P_{пу} = 163D^{0,5}, \text{ кВт,} \qquad (17)$$

для остальных типов судов

$$P_{пу} = 40D^{0,9}, \text{ кВт.} \qquad (18)$$

Мощность, потребляемая ЭП ПУ, $\Delta P_{оз}$, определяется по формуле

$$\Delta P_{оз} = P_{пу\ ном},\ кВт, \qquad (19)$$

где $P_{пу\ ном}$ – номинальная мощность ЭП ПУ, выбранная из имеющегося ряда ПУ на основе расчета по формулам (16)-(18), а если ряд ПУ неизвестен – по данным судов-прототипов, приведенным в табл.1.

Таблица I

Основные типы морских транспортных судов, оборудованных ПУ

Название головного судна	Страна постройки	D, тыс.т	$P_{пу\ ном}$, кВт
I	2	3	4
	НАЛИВНЫЕ СУДА		
Олег Кошевой	СССР	7,5	135
Сергей Киров	Румыния	10,9	220
Иосип Броз Тито	Югославия	22,0	370
	АВТОМОБИЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПАРОМЫ		
Вохилайд	СССР	0,9	135
Техумарди	СССР	1,5	160
Советский Азербайджан	СССР	6,3	370
Советский Дагестан	Югославия	9,1	552
Герои Шипки	Югославия	23,1	736
Клайпеда	Германия	24,1	1472
	ОСТАЛЬНЫЕ ТИПЫ СУДОВ		
Хейнлайд	Германия	2,7	173
Георгий Агафонов	Австрия	3,5	132
Юрий Клементьев	Финляндия	4,0	110
Академик Туполев	Франция	8,6	370
Инженер Мачульский	Финляндия	10,2	370

Продолжение табл.I

I	2	3	4
Иван Скуридин	СССР	I0,6	370
Александр Фадеев	СССР	II,6	370
Стахановец Котов	Финляндия	I2,5	450
Академик Н.Вавилов	Дания	I3,7	600
Симон Боливар	Болгария	I4,5	370
Анатолий Железняков	Италия	I4,7	625
Борис Полевой	Финляндия	I4,9	590
Капитан Гаврилов	Германия	25,I	736
Астрахань	Германия	26,8	736
Скульптор Коненков	Польша	29,2	880
Капитан Смирнов	СССР	35,9	I000
Магнитогорск	Финляндия	37,5	II00

I.3.5. Мощность, потребляемую пассивной системой стабилизации судна на волнении, ΔP_{04}, допускается не учитывать, так как она не превышает нескольких кВт.

I.3.6. Мощность, потребляемая ЭП балластных насосов, ΔP_{05}, на всех типах судов, кроме наливных, нефтеналивных, газовозов и судов с грузовыми операциями, выполняемыми методом притопления, во всех расчетных режимах входит в интегральную мощность.

На наливных, нефтеналивных судах и газовозах балластные насосы в режиме стоянки с грузовыми операциями работают продолжительно и мощность, потребляемую ЭП насосов, рекомендуется принимать равной

$$\Delta P_{05} = P_{БН}, \qquad (20)$$

где $P_{БН}$ – суммарная номинальная мощность ЭП балластных насосов, определяемая по формуле

$$P_{БН} = 6I D^{0,4}, \text{ кВт}. \qquad (2I)$$

Если балластные насосы должны иметь турбоприводы, работа-

щие от вспомогательных котлов с повышенной по сравнению с обычными котлами производительностью, то суммарную номинальную мощность ЭП, обслуживающих такие котлы (без учета резервных), $P_{ПК}$, рекомендуется принимать равной

$$P_{ПК} = (0,1 - 0,15)\, P_{БН}, \text{ кВт.} \qquad (22)$$

Мощность, потребляемая ЭП, обслуживающими котлы, при коэффициенте загрузки $K_з = 0,8$ определяется по формуле

$$\Delta P_{05} = 0,8\, P_{ПК}, \text{ кВт.} \qquad (23)$$

I.3.7. Мощность, потребляемую ЭП якорных и швартовных устройств в режиме маневров, ΔP_{06} и ΔP_{07}, в расчетах допускается не учитывать, так как в соответствии с общепринятой практикой эксплуатации в этом режиме включенная мощность СЭС значительно превышает потребляемую за счет ввода в действие дополнительного ГА.

I.3.8. Средства электрообогрева жилых помещений работают при эксплуатации судна в умеренной и арктической зонах. Мощность, потребляемая средствами электрообогрева, ΔP_{08}, определяется по формуле

$$\Delta P_{08} = 0,5 \Delta P_{01}, \text{ кВт.} \qquad (24)$$

Средства электрообогрева служебных помещений и неработающего оборудования устанавливаются практически на всех типах судов, поэтому потребляемая ими мощность входит в интегральную мощность.

На судах, проектируемых для эксплуатации в арктической зоне, должна дополнительно учитываться мощность, потребляемая средствами электрообогрева палубных механизмов, $\Delta P'_{08}$, во всех расчетных режимах при нахождении судна в арктической зоне.

Величина $\Delta P'_{08}$ может определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов. Например, на судах типа "Норильск" (D = 30,8 тыс.т.) $\Delta P'_{08}$ составляет около 50 кВт (электрообогрев гидравлических приводов кранов, кормовой рампы, лацпортов, люковых закрытий).

I.3.9. Вспомогательные воздухонагнетатели, устанавливае-

мые для некоторых типов МОД и СОД, используются, как правило, при пусках ГД и их работе с нагрузкой, не превышающей 50% номинальной, т.е. в режиме маневров. Для некоторых типов ГД воздухонагнетатели должны работать также и в ходовом режиме (например, на судах типа "Норильск" с СОД типа Вяртсиля-Зульцер).

Мощность, потребляемую ЭП воздухонагнетателей, ΔP_{09}, рекомендуется принимать равной
для судов с МОД типа МАН

$$P_{09} = 5N, \text{ кВт}, \qquad (25)$$

для судов с МОД типа Бурмейстер и Вайн - БИВ и с МОД и СОД типа Зульцер

$$P_{09} = 4N, \text{ кВт}. \qquad (26)$$

I.3.I0. Работа дополнительного устройства при необходимости должна обеспечиваться за счет резерва включенной мощности СЭС или путем ввода в действие дополнительного ГА, поэтому потребляемую устройством мощность ΔP_{0I0} в расчетах допускается не учитывать.

I.3.II. Системы откренивания судна при грузовых операциях, устанавливаемые на судах для перевозки тяжеловесных грузов, лихтеровозах, ролкерах и железнодорожных паромах, работают с использованием энергии гидроаккумулятора (система отечественного производства), воздушного компрессора (система "Интеринг") или перекачивающего насоса. Подпитка гидроаккумулятора осуществляется насосами относительно небольшой мощности с кратковременным режимом работы, и мощность, потребляемую ЭП системы, ΔP_{0II}, в расчетах допускается не учитывать.

Мощность, потребляемая ЭП компрессора системы "Интеринг", составляет на судах с D = 8-I0 тыс.т. ΔP_{0II} = 30-40 кВт, на судах с D = 20-60 тыс.т. - около 50 кВт.

Мощность, потребляемая перекачивающим насосом, установленным, например, на ролкерах типа "Скульптор Коненков" (D = = 29,2 тыс.т.), составляет около 40 кВт.

I.3.I2. Электроприводы аппарельного устройства ролкеров, судов многоцелевого назначения и лихтеровозов работают кратковременно при наличии достаточного резерва включенной мощности

СЭС. В связи с этим мощность ΔP_{0I2} в расчетах допускается не учитывать.

I.3.I3. Суммарная мощность, потребляемая системами возбуждения главных синхронных генераторов с воздушным охлаждением и самовентиляцией и системами возбуждения и вентиляции гребных электродвигателей (ГЭД) постоянного или переменного тока с воздушным охлаждением на судах с гребной электрической установкой (ГЭУ), ΔP_{0I3}, определяется в зависимости от суммарной номинальной мощности ГЭД $\Sigma P_{ГЭД_{ном}}$, МВт, по формуле

$$\Delta P_{0I3} = 50 \, (\Sigma P_{ГЭД_{ном}})^{0,7}, \text{ кВт.} \qquad (27)$$

Если величина $\Sigma P_{ГЭД_{ном}}$ не задана, то она определяется по формуле

$$\Sigma P_{ГЭД_{ном}} = \mathcal{N} \cdot \eta_{ГЭУ_{ном}}, \text{ МВт,} \qquad (28)$$

где $\eta_{ГЭУ_{ном}}$ – ожидаемый номинальный к.п.д. ГЭУ, о.е.

I.3.I4. При использовании ВРШ мощность, потребляемая ЭП механизмов изменения шага ВРШ, ΔP_{0I5}, определяется по формуле

$$\Delta P_{0I5} = 8,5 \mathcal{N}^{0,4}, \text{ кВт.} \qquad (29)$$

На судах активного ледового плавания мощность, потребляемая ЭП механизма изменения шага специального ВРШ, может определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов. Например, на судах типа "Норильск" ($\mathcal{N}$ = I5,4 МВт) эта мощность составляет 56 кВт.

I.3.I5. Мощность, потребляемая ЭП насосов рабочего масла и охлаждающей забортной воды гидродинамических и жестких муфт на судах с гидропередачей, ΔP_{0I6}, может определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов. Например, на судах типа "Норильск" мощность ΔP_{0I6}, потребляемая насосами, обслуживающими гидродинамические муфты двух ГД ($\mathcal{N}$ = 2 х 7,7 МВт) в режимах хода и маневров в ледовых условиях, составляет около 70 кВт, а насосами, обслуживающими жесткие муфты в режимах хода и маневров на чистой воде, – около I0 кВт.

I.3.I6. Мощность, потребляемая навешенными на ГД насосами смазочного масла (при охлаждении поршней маслом), ΔP_{0I7}, охлаждающей забортной воды, ΔP_{0I8}, и охлаждающей пресной воды, ΔP_{0I9}, определяется по формулам

$$\Delta P_{0I7} = 6,3N, \quad \text{кВт}, \tag{30}$$

$$\Delta P_{0I8} = 4,6N, \quad \text{кВт}, \tag{3I}$$

$$\Delta P_{0I9} = 7,8N^{0,6}, \quad \text{кВт}. \tag{32}$$

Эти мощности учитываются в формуле (I) со знаком минус и только для ходового режима.

I.3.I7. Мощность, потребляемая электрическими приводами грузовых устройств (кранов и лебедок) в установившемся режиме грузовых операций на сухогрузных универсальных и рефрижераторных судах, лесовозах, судах многоцелевого назначения и других типах судов, ΔP_{II}, определяется по формулам

для судов с одним типом грузовых устройств

$$\Delta P_{II} = \left(0,53 + \frac{I,05}{n'}\right) 0,I5\, n' G'_{ном}\, V'_{ном}, \quad \text{кВт}, \tag{33}$$

для судов с двумя типами грузовых устройств

$$\Delta P_{II} = \left(0,53 + \frac{I,05}{n'+n''}\right)\left[0,I5\,(n' G'_{ном}\, V'_{ном} + n'' G'_{ном}\, V'_{ном})\right], \quad \text{кВт}, \tag{34}$$

где n', n'' – число грузовых устройств с различной грузоподъемностью, которые могут работать одновременно во время грузовых операций; $n'+n'' \geqslant 3$;

$G'_{ном}, G''_{ном}$ – номинальные грузоподъемности грузовых устройств, тс;

$V'_{ном}, V''_{ном}$ – номинальные скорости подъема полного груза, м/мин.

Если краны и лебедки могут работать при различных значениях $G_{ном}$ и соответствующих им значениях $V_{ном}$, расчетная величина ΔP_{II} должна соответствовать такому возможному соче-

танию значений $G_{ном}$ и $V_{ном}$, которое требует максимальной потребляемой мощности ЭП грузовых устройств.

Расчеты ΔP_{II} при использовании электрогидравлических приводов грузовых устройств выполняются аналогично, но полученные значения ΔP_{II} должны быть умножены на коэффициент $K_{эг} = 1,15$, учитывающий потери в гидропередаче.

I.3.18. Мощность, потребляемая ЭП системы охлаждения рефрижераторного трюма на сухогрузных универсальных судах, судах многоцелевого назначения и других типах судов, ΔP_{I2}, может определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов.

I.3.19. Мощность, потребляемая ЭП систем обеспечения грузовых операций на судах для перевозки тяжеловесных грузов, ΔP_{I3}, зависит от заданного способа выполнения грузовых операций.

Если выполнение грузовых операций предусмотрено судовым грузовым устройством, то мощность должна определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов.

Так, для судов типа "Стахановец Котов" (D = 12,5 тыс.т.), имеющих козловой кран с $G_{ном}$ = 350 т, $V_{ном}$ = 2 м/мин, мощность ΔP_{I3} составляет около 50 кВт.

Если, наряду с грузовым устройством, предусмотрено выполнение грузовых операций методом притопления, то мощность ΔP_{I3} определяется по формуле

$$\Delta P_{I3} = P_{БН}, \text{ кВт}, \qquad (35)$$

где $P_{БН}$ - определяется по (21).

I.3.20. Мощность, потребляемая ЭП грузовых устройств лихтеровозов, ΔP_{2I}, должна определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов.

Например, на судах типа "Алексей Косыгин" (D = 62 тыс.т.), имеющих козловой кран с $G_{ном}$ = 500 т, $V_{ном}$ = 6 м/мин, мощность ΔP_{2I} составляет около 500 кВт, а на судах типа "Юкио Фучик" (D = 60,3 тыс.т.) с синхролифтом ($G_{ном}$ = 2700 т, $V_{ном}$ = 0,72 м/мин) около 950 кВт.

Если предусмотрено выполнение грузовых операций методом притопления, мощность ΔP_{2I} определяется по формуле (21).

I.3.2I. Суммарная номинальная мощность вентиляторов грузовых помещений, предназначенных для перевозки транспортных средств с топливом в баках на ролкерах и судах многоцелевого назначения, $P_{вент\ гп}$, определяется в зависимости от объема указанных помещений $C_{ГП}$ (в тыс.м^3) по формуле

$$P_{вент.гп} = 3,6\ C_{гп}^{I,4},\ кВт. \qquad (36)$$

Мощность, потребляемая ЭП вентиляторов указанных помещений, ΔP_{4I}, в режимах хода, маневров и стоянки, в соответствии с опытом эксплуатации определяется, исходя из шестикратного обмена воздуха в час, по формуле

$$\Delta P_{4I} = 0,3\ P_{вент.гп},\ кВт. \qquad (37)$$

При заданном десятикратном обмене воздуха в час мощность определяется по формуле

$$\Delta P_{4I} = 0,5\ P_{вент.гп},\ кВт. \qquad (38)$$

В режиме стоянки с грузовыми операциями при заданном двадцатикратном обмене воздуха в час мощность рекомендуется принимать равной

$$\Delta P_{4I} = P_{вент.гп},\ кВт. \qquad (39)$$

I.3.22. Мощность, потребляемая средствами освещения грузовых помещений на ролкерах и накатных палуб на судах многоцелевого назначения, ΔP_{42}, определяется по формуле

$$\Delta P_{42} = 2,25\ C_{гп}^{0,8},\ кВт. \qquad (40)$$

I.3.23. Мощность, потребляемая ЭП грузовых лифтов на ролкерах, ΔP_{43}, может определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов. Так, на ролкерах типов "Инженер Бечапоренко" (D = 9,8 тыс.т.) и "Иван Скуридин" (D = I0,6 тыс.т.) мощность ΔP_{43} составляет I40–I60 кВт.

I.3.24. Мощность, потребляемая при перевозке рефрижераторных контейнеров, ΔP_{44}, определяется по формулам:

в умеренной зоне

$$\Delta P_{44} = \Delta P_{44}^{(I)} \cdot n_к \cdot K_0, \text{ кВт}, \qquad (41)$$

в тропической зоне

$$\Delta P_{44} = \Delta P_{44}^{(I)} \cdot n_к \cdot K_0', \text{ кВт}, \qquad (42)$$

где $\Delta P_{44}^{(I)}$ – максимальная мощность, потребляемая одним рефконтейнером;

$n_к$ – максимальное количество перевозимых рефконтейнеров (по спецификации);

K_0, K_0' – коэффициенты одновременности работы рефконтейнеров соответственно в умеренной зоне и в тропической зоне.

По данным экспериментальных исследований на судах, перевозящих рефконтейнеры, можно принимать $\Delta P_{44}^{(I)} = 6$ кВт; $K_0 = 0,5$; $K_0' = 0,6$.

I.3.25. Мощность, потребляемая ЭП главной холодильной установки на рефрижераторных судах, ΔP_{8I}, в режиме максимального использования установки, соответствующем первоначальному охлаждению груза бананов, и с учетом $K_з = 0,8$, определяется в зависимости от объема рефрижераторных трюмов $C_{рт}$ (в тыс.м^3), по формуле

$$\Delta P_{8I} = 3I\, C_{рт}^{I,7}, \text{ кВт}. \qquad (43)$$

Полученное значение ΔP_{8I} рекомендуется учитывать при расчетах следующим образом:

в режиме маневров – ΔP_{8I};

в режимах ходового и стоянки – $0,75 \cdot \Delta P_{8I}$;

в режиме стоянки с грузовыми операциями – $0,5 \cdot \Delta P_{8I}$.

I.3.26. Номинальная суммарная мощность приводов грузовых насосов наливных и нефтеналивных судов $P_{гн}$ должна быть задана в исходных материалах.

При отсутствии конкретных данных эта мощность определяется по формуле

$$P_{гн} = 46D^{0,9}, \quad кВт. \qquad (44)$$

Мощность, потребляемая приводами грузовых насосов, ΔP_{9I}, определяется по формулам:

в случае электропривода

$$\Delta P_{9I} = 0,8\ P_{гн}, \quad кВт, \qquad (45)$$

в случае турбопривода

$$\Delta P_{9I} = (0,8 \div 0,I2)\ P_{гн}, \ кВт. \qquad (46)$$

I.3.27. Мощность, потребляемая ЭП системы инертных газов в продолжительном режиме (выгрузка нефтепродуктов), ΔP_{92}, определяется по формуле

$$\Delta P_{92} = (\ 0,025 \div 0,040)\ P_{гн}, \ кВт. \qquad (47)$$

Эпизодическая работа системы в остальных режимах должна обеспечиваться за счет резерва включенной мощности СЭС, поэтому величина ΔP_{92} в расчетах мощности этих режимов не учитывается.

I.3.28. Работа потребителей, дополнительно используемых при мойке танков и в системе подогрева грузов на наливных и нефтеналивочных судах, должна обеспечиваться за счет резерва включенной мощности СЭС, поэтому соответствующие величины ΔP_{93} и ΔP_{94} в расчетах мощности указанных подрежимов допускается не учитывать.

I.3.29. Мощность, потребляемая ЭП, обслуживающими грузовую систему, ΔP_{I0I}, систему снижения газа, ΔP_{I02}, и систему инертных газов, ΔP_{I03}, на газовозах, зависит от объема грузовых трюмов $C_{гт}$ и может определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов.

Так, на газовозах типа "Ямала" (D = I5,4 тыс.т; $C_{гт}$ = I2 тыс.м^3) и типа "Моссовет" (D = 73,3 тыс.т, $C_{гт}$ = 75 тыс.м^3), мощности, потребляемые указанными системами, соответственно составляют: ΔP_{I0I} = 660 и I380 кВт; ΔP_{I02} = 400

1170 кВт, ΔP_{103} = 60 и 195 кВт.

I.3.30. Мощность, потребляемая ЭП грузовых устройств железнодорожных паромов (вагоноподъемников), ΔP_{121}, может определяться на основании опыта эксплуатации судов-прототипов. Например, на судах типа "Герой Шипки" (D = 23 тыс.т.), имеющих вагоноподъемник с $G_{ном}$ = 170 т, $V_{ном}$ = 5,1 м/мин, мощность ΔP_{121} составляет около 350 кВт.

I.3.31. При наличии специальных требований или обоснований в суммарной расчетной мощности всех или отдельных режимов могут быть учтены мощности дополнительных потребителей, не указанных в приложении I.

I.4. Определение суммарной расчетной мощности в основных режимах

I.4.1. Суммарная расчетная мощность в основных режимах для различных типов судов определяется по формулам:

I.4.1.1. Все типы судов, кроме судов многоцелевого назначения, ролкеров, контейнеровозов, рефрижераторных судов и газовозов

$$P_{сэо}^{(1)} = P_{max}^{(1)}, \qquad (48)$$

$$P_{сэо}^{(2)} = P_{max}^{(1)} + \Delta P_{01}, \qquad (49)$$

$$P_{сэо}^{(3)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{02}, \qquad (50)$$

$$P_{сэо}^{(4)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{01} + \Delta P'_{02}. \qquad (51)$$

I.4.1.2. Суда многоцелевого назначения и ролкеры

$$P_{сэо}^{(1)} = P_{max}^{(1)} + \Delta P_{41} + \Delta P_{42}, \qquad (52)$$

$$P_{сэо}^{(2)} = P_{max}^{(1)} + \Delta P_{01} + \Delta P_{41} + \Delta P_{42}, \qquad (53)$$

$$P_{сэо}^{(3)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{02} + \Delta P_{41} + \Delta P_{42}, \qquad (54)$$

$$P_{сэо}^{(4)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{01} + \Delta P'_{02} + \Delta P_{41} + \Delta P_{42}, \qquad (55)$$

где ΔP_{41} определяется по (37) или (38).

I.4.I.3. Контейнеровозы

$$P_{сэс}^{(I)} = P_{max}^{(I)} + \Delta P_{44}, \quad (56)$$

$$P_{сэс}^{(2)} = P_{max}^{(I)} + \Delta P_{0I} + \Delta P_{44}', \quad (57)$$

$$P_{сэс}^{(3)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{02} + \Delta P_{44}, \quad (58)$$

$$P_{сэс}^{(4)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{0I} + \Delta P_{02}' + \Delta P_{44}'. \quad (59)$$

I.4.I.4. Рефрижераторные суда

$$P_{сэс}^{(I)} = P_{max}^{(I)} + 0{,}75\,\Delta P_{8I}, \quad (60)$$

$$P_{сэс}^{(2)} = P_{max}^{(I)} + \Delta P_{0I} + 0{,}75\,\Delta P_{8I}, \quad (6I)$$

$$P_{сэс}^{(3)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{02} + 0{,}75\,\Delta P_{8I}, \quad (62)$$

$$P_{сэс}^{(4)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{0I} + \Delta P_{02}' + 0{,}75\,\Delta P_{8I}. \quad (63)$$

I.4.I.5. Газовозы

$$P_{сэс}^{(I)} = P_{max}^{(I)} + \Delta P_{I02}, \quad (64)$$

$$P_{сэс}^{(2)} = P_{max}^{(I)} + \Delta P_{0I} + \Delta P_{I02}, \quad (65)$$

$$P_{сэс}^{(3)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{02} + \Delta P_{I02}, \quad (66)$$

$$P_{сэс}^{(4)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{0I} + \Delta P_{02}' + \Delta P_{I02}. \quad (67)$$

I.4.2. Если на судне предполагается использование средств электрообогрева жилых помещений, то в расчетные формулы для основных и производных режимов в умеренной и арктической зонах должна входить добавочная мощность ΔP_{08}.

I.4.3. Если судно проектируется для эксплуатации в арктической зоне и предполагается использование средств электрообогрева палубных механизмов, то в расчетные формулы для основных и производных режимов в арктической зоне должна входить добавочная мощность $\Delta P_{08}'$.

I.4.4. Если на судне предполагается использование ГД, требующих продолжительной работы вспомогательных воздухонагнетателей в ходовом режиме, то добавочная мощность ΔP_{09} должна входить в расчетные формулы не только в режиме маневров, но и в ходовом режиме.

I.4.5. Если на судне предполагается использование ГЭУ, то в расчетные формулы для ходового режима и режима маневров должна входить добавочная мощность ΔP_{OI3}.

I.4.6. Если на судне предполагается использование ВРШ, то в расчетные формулы для ходового режима и режима маневров должна входить добавочная мощность ΔP_{OI5}.

I.4.7. Если на судне предполагается использование гидропередачи, то в расчетные формулы для ходового режима и режима маневров должна входить добавочная мощность ΔP_{OI6}.

I.4.8. Если на любом типе судна (кроме рефрижераторного) предусматривается специальный рефрижераторный трюм, то в расчетные формулы для основных и производных режимов должна входить добавочная мощность ΔP_{I2}.

I.4.9. Если на любом типе судна предусматриваются навешенные на ГД насосы смазочного масла, охлаждающей забортной и пресной воды, то во все расчетные формулы для ходового режима должны входить добавочные мощности ΔP_{OI7}, ΔP_{OI8}, ΔP_{OI9} со знаком минус.

I.5. Оценка суммарной расчетной мощности в производных режимах

I.5.I. Суммарная расчетная мощность в режиме маневров для всех типов судов, кроме рефрижераторных, определяется по формулам

$$P_{сэс}^{(5)} = P_{сэс}^{(I)} + \Delta P_{03} + \Delta P_{09}. \qquad (68)$$

$$P_{сэс}^{(6)} = P_{сэс}^{(2)} + \Delta P_{03} + \Delta P_{09}. \qquad (69)$$

Для рефрижераторных судов

$$P_{сэс}^{(5)} = P_{max}^{(I)} + \Delta P_{03} + \Delta P_{09} + \Delta P_{8I}, \qquad (70)$$

$$P_{сэс}^{(6)} = P_{max}^{(I)} + \Delta P_{0I} + \Delta P_{03} + \Delta P_{09} + \Delta P_{8I}. \qquad (7I)$$

I.5.2. Если на судне предполагается использование ГЭУ, ВРШ, гидропередачи, то значения $P_{сэс}(I)$ и $P_{сэс}^{(2)}$ в (68)-(7I) с учетом I.4.5, I.4.6 и I.4.7 должны включать в себя также

соответствующие добавочные мощности ΔP_{OI3}, ΔP_{OI5}, ΔP_{OI6}.

I.5.3. Суммарная мощность в режиме маневров для судов с ШУ является в большинстве случаев максимальной расчетной мощностью СЭС и должна использоваться для проверки достаточности суммарной номинальной мощности ГА при выборе вариантов комплектации СЭС.

I.5.4. Суммарная расчетная мощность в режиме стоянки с грузовыми операциями определяется по формулам

I.5.4.I. Сухогрузные универсальные суда и лесовозы

$$P_{сэс}^{(7)} = P_{сэс}^{(3)} + \Delta P_{II}, \qquad (72)$$

$$P_{сэс}^{(8)} = P_{сэс}^{(4)} + \Delta P_{II}. \qquad (73)$$

I.5.4.2. Суда для перевозки тяжеловесных грузов

$$P_{сэс}^{(7)} = P_{сэс}^{(3)} + \Delta P_{OII} + \Delta P_{I3}, \qquad (74)$$

$$P_{сэс}^{(8)} = P_{сэс}^{(4)} + \Delta P_{OII} + \Delta P_{I3}. \qquad (75)$$

I.5.4.3. Лихтеровозы

$$P_{сэс}^{(7)} = P_{сэс}^{(3)} + \Delta P_{OII} + \Delta P_{2I}, \qquad (76)$$

$$P_{сэс}^{(8)} = P_{сэс}^{(4)} + \Delta P_{OII} + \Delta P_{2I}. \qquad (77)$$

I.5.4.4. Суда многоцелевого назначения

$$P_{сэс}^{(7)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{02} + \Delta P_{II} + \Delta P_{4I} + \Delta P_{42}, \qquad (78)$$

$$P_{сэс}^{(8)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{0I} + \Delta P'_{02} + \Delta P_{II} + \Delta P_{4I} + \Delta P_{42}. \qquad (79)$$

В формулах (78) и (79) величина ΔP_{4I} определяется по (39) и учитывается только в случаях, когда на судне возможно совмещение работы грузовых средств и погрузки (выгрузки) колесной техники на накатных помещениях.

I.5.4.5. Р о л к а р ы

$$P_{сэс}^{(7)} = P_{max}^{(3)} + \Delta P_{02} + \Delta P_{OII} + \Delta P_{4I} + \Delta P_{42} + \Delta P_{43}, \qquad (80)$$

$$P_{\text{сэс}}(8) = P_{max}(3) + \Delta P_{0I} + \Delta P_{02} + \Delta P_{0II} + \Delta P_{4I} + \Delta P_{42} + \Delta P_{43}. \quad (8I)$$

В формулах (80) и (8I) величина ΔP_{4I} определяется по (39), а ΔP_{43} учитывается только в случаях, когда на судне устанавливаются грузовые лифты.

I.5.4.6. Контейнеровозы и навалочные суда

$$P_{\text{сэс}}(7) = P_{\text{сэс}}(3), \quad (82)$$

$$P_{\text{сэс}}(8) = P_{\text{сэс}}(4). \quad (83)$$

I.5.4.7. Рефрижераторные суда

$$P_{\text{сэс}}(7) = P_{max}(3) + \Delta P_{02} + \Delta P_{II} + 0{,}5\,\Delta P_{8I}, \quad (84)$$

$$P_{\text{сэс}}(8) = P_{max}(3) + \Delta P_{0I} + \Delta P'_{02} + \Delta P_{II} + 0{,}5\,\Delta P_{8I}. \quad (85)$$

I.5.4.8. Наливные и нефтенавалочные суда

$$P_{\text{сэс}}(7) = P_{\text{сэс}}(3) + \Delta P_{05}, \quad (86)$$

$$P_{\text{сэс}}(8) = P_{\text{сэс}}(4) + \Delta P_{05}, \quad (87)$$

$$P_{\text{сэс}}(9) = P_{\text{сэс}}(3) + \Delta P_{06} + \Delta P_{9I} + \Delta P_{92}, \quad (88)$$

$$P_{\text{сэс}}(I0) = P_{\text{сэс}}(4) + \Delta P_{05} + \Delta P_{9I} + \Delta P_{92}, \quad (89)$$

$$P_{\text{сэс}}(II) = 0{,}8\,P_{max}(I) + \Delta P_{05} + \Delta P_{92}, \quad (90)$$

$$P_{\text{сэс}}(I2) = 0{,}8\,P_{max}(I) + \Delta P_{0I} + \Delta P_{05} + \Delta P_{92}. \quad (9I)$$

Формулы (90) и (9I) учитывают режим готовности судна, в котором вводится в действие основная часть ЭП, обеспечивающих ходовой режим. Суммарная мощность в этом режиме может оказаться максимальной расчетной мощностью СЭС и должна использоваться для проверки достаточности суммарной номинальной мощности ГА при выборе вариантов комплектации СЭС.

I.5.4.9. Газовозы

В режиме стоянки с грузовыми операциями ЭУ газовозов, как правило, непрерывно поддерживается в состоянии готовности, и суммарную расчетную мощность рекомендуется определять по формулам

$$P_{сэс}(7) = 0{,}8\,P_{max}(I) + \Delta P_{05} + \Delta P_{I02}, \quad (92)$$

$$P_{сэс}(8) = 0{,}8\,P_{max}(I) + \Delta P_{0I} + \Delta P_{05} + \Delta P_{I02}, \quad (93)$$

$$P_{сэс}(9) = 0{,}8\,P_{max}(I) + \Delta P_{05} + \Delta P_{I0I} + \Delta P_{I02} + \Delta P_{I03}, \quad (94)$$

$$P_{сэс}(I0) = 0{,}8\,P_{max}(I) + \Delta P_{0I} + \Delta P_{05} + \Delta P_{I0I} + \Delta P_{I02} + \Delta P_{I03}. \quad (95)$$

I.5.4.I0. Железнодорожные паромы

$$P_{сэс}(7) = P_{сэс}(3) + \Delta P_{0II} + \Delta P_{I2I}, \quad (96)$$

$$P_{сэс}(8) = P_{сэс}(4) + \Delta P_{0II} + \Delta P_{I2I}. \quad (97)$$

I.6. Определение средних нагрузок судовых электростанций и суммарной номинальной мощности генераторов

I.6.I. Расчетные средние нагрузки СЭС, $P_{ср}(J)$, используемые в разделе 2 для определения расхода топлива, находятся по формулам

$$P_{ср}(I) = P_{сэс}(I) - 3\,S(I), \quad (98)$$

$$P_{ср}(2) = P_{сэс}(2) - 3\,S(I), \quad (99)$$

$$P_{ср}(3) = P_{сэс}(3) - 3\,S(3), \quad (I00)$$

$$P_{ср}(4) = P_{сэс}(4) - 3\,S(3), \quad (I0I)$$

$$P_{ср}(5) = P_{сэс}(5) - 3\,S(I), \quad (I02)$$

$$P_{ор}\,(6) = P_{сэс}\,(6) - 3S\,(I), \qquad (I03)$$

$$P_{ср}\,(7) = P_{сэс}\,(7) - 3S\,(3), \qquad (I04)$$

$$P_{ор}\,(8) = P_{сэс}\,(8) - 3S\,(3), \qquad (I05)$$

$$P_{ор}\,(9) = P_{сэс}\,(9) - 3S\,(3), \qquad (I06)$$

$$P_{ор}\,(I0) = P_{сэс}\,(I0) - 3S\,(3), \qquad (I07)$$

$$P_{ор}\,(II) = P_{сэс}\,(II) - 3S\,(3), \qquad (I08)$$

$$P_{ор}\,(I2) = P_{сэс}\,(I2) - 3S\,(3). \qquad (I09)$$

I.6.2. Минимальные значения суммарной номинальной мощности ГА, $(\Sigma P_{г_{ном}})_{min}$, достаточные для обеспечения каждого расчетного режима работы СЭС в умеренной, арктической и тропической зонах, должны удовлетворять условию

$$(\Sigma P_{г_{ном}})_{min} \geqslant P_{сэс}. \qquad (II0)$$

Раздел 2. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА КОМПЛЕКТАЦИИ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

2.I. Общие положения

2.I.I. Определение возможных вариантов комплектации СЭС производится на основании результатов определения расчетной мощности СЭС во всех режимах и минимальных значений суммарной номинальной мощности ГА $(\Sigma P_{г_{ном}})_{min}$, обеспечивающих каждый режим и выбираемых с учетом имеющихся рядов ГА.

2.I.2. В состав СЭС могут входить следующие основные типы ГА:

2.I.2.I. дизель-генераторы (ДГ);

2.I.2.2. валогенераторы (ВГ) с системой привода ВГ от ГД и средствами стабилизации частоты тока или частоты вращения ВГ (ВГС).

2.I.3. На судах с ГЭУ может быть использована единая электроэнергетическая система (ЕЭЭС) с обеспечением потребителей электроэнергии от шин ГЭУ переменного или переменно-постоянного тока с управляемыми выпрямителями в главных цепях ГЭУ.

2.I.4. Число возможных вариантов комплектации СЭС ограничивается соображениями технической целесообразности каждого варианта, имеющимися типоразмерными рядами ГА и возможностью размещения ГА выбранного типа и мощности в машинном отделении судна, для чего должен быть принят во внимание опыт эксплуатации СЭС на аналогичных или близких по основным характеристикам судах-прототипах (справочное приложение 2).

2.I.5. Для каждой проектируемой серии судов должна быть рассмотрена возможность использования ВГ, а для судов с ГЭУ - возможность создания ВЭЭС. Эффективность применения ВГ или ВЭЭС должна быть подтверждена специальным технико-экономическим обоснованием; отказ от их применения также должен быть обоснован.

2.I.6. Каждый из сравниваемых вариантов комплектации СЭС должен удовлетворять указанным ниже обязательным требованиям.

2.2. Обязательные требования к вариантам комплектации

2.2.I. Все варианты комплектации СЭС должны удовлетворять требованиям к основным источникам электроэнергии на морских судах, указанным в Правилах классификации и постройки морских судов Регистра СССР, Конвенции по охране человеческой жизни на море I974 г. с Протоколом I978 г. и Поправками I98I г. и I983 г., Публикации № 92 Международной Электротехнической Комиссии (Электрические установки на судах).

2.2.2. При любом варианте комплектации СЭС основной источник электроэнергии должен состоять не менее чем из двух ГА.

Мощность этих ГА должна быть такой, чтобы при остановке одного из них она была достаточной для питания устройств и систем, необходимых для обеспечения нормальных эксплуатационных условий движения и безопасности судна и минимально необходимых условий обитаемости на нем.

Одним из двух ГА, входящих в состав основного источника электроэнергии, может быть ВГ, если он приводится в действие от ГД или гребного вала, работающего с постоянной частотой вращения при различных режимах работы судна.

2.2.3. Во всех вариантах комплектации СЭС должны обеспе-

чиваться необходимая эффективность электрической защиты генераторов, сетей и потребителей электроэнергии, качество электроэнергии и устойчивость ЭЭС в статических и переходных режимах в соответствии с требованиями Правил классификации и постройки морских судов Регистра СССР. С этой целью должны применяться современные технические средства с учетом опыта эксплуатации СЭС и наиболее крупных потребителей электроэнергии на аналогичных или близких по основным характеристикам судах-прототипах.

Если в режимах хода и маневров должны работать два и более ГА, то при выходе из строя одного из работающих ГА защита генераторов от перегрузки путем отключения части потребителей должна обеспечивать эффективную разгрузку оставшихся ГА так, чтобы во всех случаях обеспечивалась непрерывность электроснабжения, поддержание хода, управляемость и безопасность судна.

2.2.4. Сравниваемые варианты комплектации СЭС должны также в наибольшей степени удовлетворять комплексу эксплуатационных требований, выполнение которых обеспечивает наибольшую надежность и удобство эксплуатации СЭС и минимальную среднегодовую наработку ГА (подраздел 2.3). Для всех вариантов комплектации должны быть выполнены расчеты среднегодовой наработки ГА и затрат на производство электроэнергии (подразделы 2.4-2.5).

2.2.5. Окончательный выбор оптимального варианта комплектации СЭС должен выполняться на компромиссной основе с учетом как экономических показателей сравниваемых вариантов, так и степени их соответствия основным эксплуатационным требованиям. Если какой-либо вариант комплектации обеспечивает минимум ежегодных затрат, но в меньшей степени соответствует эксплуатационным требованиям, а второй вариант несущественно отличается в экономическом отношении, но более полно отвечает указанным требованиям, предпочтение может быть отдано второму варианту.

2.3. Эксплуатационные требования к генераторным агрегатам и их составу в основных вариантах комплектации

2.3.1. Наилучшая с точки зрения надежности работы комп-

лектация СЭС должна обеспечивать минимальную вероятность обесточивания ЭЭС вследствие выхода из строя или длительной перегрузки ГА. Минимально необходимый уровень надежности работы СЭС при любом варианте комплектации обеспечивается структурным резервированием ГА, входящих в состав основного источника электроэнергии, и соответствием их обязательным требованиям нормативных документов к числу, мощности и перегрузочной способности ГА.

2.3.2. Расчетная среднегодовая наработка ГА, особенно ДГ, обладающих наименьшим ресурсом, должна быть минимально возможной для уменьшения эксплуатационных издержек.

2.3.3. Для компенсации ограниченного ресурса и недостаточной надежности ДГ, продления фактического срока службы и создания необходимых условий для их технического обслуживания (ТО) в процессе эксплуатации входящие в состав основного источника электроэнергии ДГ рекомендуется резервировать дополнительным ("эксплуатационным") ГА. В качестве таких ГА могут быть использованы ДГ равной или меньшей по сравнению с основными ДГ мощности или ВГ.

2.3.4. Наиболее рационально при одновременном удовлетворении требований максимальной надежности и экономичности СЭС и минимальной среднегодовой наработки ГА обеспечение нагрузки в наиболее длительных и энергоемких режимах работы судна одним ГА при наличии резервных ГА равной мощности. Дробление мощности ГА (по условиям расчетной нагрузки, имеющегося ряда ГА и т.д.) и использование в наиболее длительных режимах работы нескольких ГА увеличивает среднегодовую наработку ГА и уменьшает экономичность работы СЭС.

2.3.5. Для обеспечения максимально возможной надежности работы СЭС рекомендуется использование автоматизированных ДГ с минимально возможным временем ввода в действие и номинальной частотой вращения $n_{ДГ_{ном}} = (12{,}5 - 16{,}7)\,с^{-1}$ (750–1000 об/мин). Применение ДГ с $n_{ДГ_{ном}} = 25\ с^{-1}$ (1500 об/мин) допускается в случаях, когда по условиям размещения ДГ в машинном отделении или по условиям заказа и строительства серии судов применение других ДГ невозможно.

2.3.6. Номинальная мощность дизелей в ДГ для судов неог-

раниченного района плавания должна обеспечиваться при атмосферном давлении 100 кПа (750 мм рт.ст.), температуре наружного воздуха 45°С, относительной влажности 60% и температуре забортной воды 32°С. Если намеченные для использования ДГ рассчитаны на пониженные по сравнению с указанными температуры воздуха и воды (27°С в соответствии с требованиями стандарта ИСО 3046/I), значение номинальной мощности ДГ для режимов работы СЭС в тропической зоне должно быть уменьшено в соответствии с коэффициентом эксплуатационной мощности дизеля $K_{эм}$, определяемым в соответствии с техническими условиями или информацией завода-изготовителя и равным

$$K_{эм} = 0,85 \div 0,90. \qquad (III)$$

С учетом допустимой неравномерности распределения нагрузки между параллельно работающими ГА в пределах ±10% длительная нагрузка ГА не должна превышать 90% номинальной мощности.

2.3.7. Дополнительный резерв суммарной мощности ГА сверх установленного в соответствии с пп.2.3.3 и 2.3.6 настоящего раздела предусматривается только по специальному требованию судовладельца или при наличии специального технико-экономического обоснования.

2.3.8. Применение ВГ рекомендуется при любой мощности ГД на судах, обладающих наибольшими коэффициентами ходового времени. Нормальная мощность ВГ должна выбираться исходя из условий обеспечения максимальной расчетной нагрузки СЭС в ходовом режиме в любой климатической зоне. Если на двухвинтовых судах предполагается установка двух ВГ одинаковой мощности, номинальную мощность каждого ВГ рекомендуется выбирать из тех же условий для их поочередного использования.

При выполнении технико-экономического обоснования применения на проектируемом судне ВГ энергетическую установку судна следует рассматривать как единый движительно-электроэнергетический комплекс.

Определение номинальной (спецификационной) и длительной эксплуатационной мощности ГД и проектной (контрактной) скорости хода судна должно выполняться с учетом максимальной расчетной мощности, отбираемой ВГ в ходовом режиме.

Должна быть рассмотрена возможность использования ВГ без

уменьшения эксплуатационной мощности ГД, передаваемой на гребные винты, а также необходимость изменения параметров (облегчения) гребных винтов для исключения перегрузки ГД при работе ВГ с максимальной расчетной мощностью и изменении условий эксплуатации ГД (увеличение сопротивления движению судна, уменьшение частоты вращения ГД и др.).

Определение допустимых пределов изменения мощности и частоты вращения ГД в условиях эксплуатации в зависимости от типа используемой ВГС должно выполняться в соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей ГД.

2.3.9. При выполнении технико-экономического обоснования и выбора конкретной ВГС необходимо учитывать:

2.3.9.1. принятые в зависимости от типа и назначения судна тип и число ГД и гребных винтов;

2.3.9.2. возможность использования современных ВГС на судах с ВФШ при экономических режимах хода со сниженной частотой вращения ГД до 70% заданного номинального значения, а также на судах с ВРШ при изменении частоты вращения ВРШ в режимах хода и маневров;

2.3.9.3. возможность уменьшения числа ДГ или уменьшения их номинальной мощности при соблюдении обязательных требований к основным источникам электроэнергии, указанным в настоящем разделе;

2.3.9.4. наличие ПУ и возможность использования ВГ для питания ПУ на судах с ВРШ; номинальная мощность ВГ в таких случаях должна быть достаточной для пуска и работы ПУ только от ВГ;

2.3.9.5. возможность применения валодизельгенераторов, приводимых в действие как от ГД, так и от вспомогательного дизеля, для обеспечения электроэнергией СЭС в режиме стоянки с грузовыми операциями судов с наиболее мощными потребителями электроэнергии, работающими в этом режиме (грузовые и балластные насосы на наливных судах и судах с выполнением грузовых операций методом притопления, главные холодильные установки на рефрижераторных судах и газовозах и пр.);

2.3.9.6. возможность применения валотурбогенераторов, приводимых в действие как от ГД, так и от утилизационной газовой турбины;

2.3.9.7. расчетные коэффициенты ходового времени и ожидаемого использования ВГ в различных режимах и климатических зонах работы судна;

2.3.9.8. результаты расчетов затрат на производство электроэнергии, уменьшения среднегодовой наработки ДГ и издержек на топливо, смазочное масло, ТО и ремонт ДГ для вариантов комплектации СЭС с ВГ, выполненных в соответствии с подразделами 2.4-2.5.

2.3.10. Выбор типа, числа и номинальной мощности ГА для пяти основных вариантов комплектации СЭС, наиболее часто используемых на морских транспортных судах, рекомендуется выполнять при соблюдении следующих условий, обеспечивающих максимальное удовлетворение эксплуатационных требований:

2.3.10.1. При комплектации СЭС тремя одинаковыми ДГ (вариант I) номинальную мощность каждого ДГ рекомендуется выбирать достаточной для полного обеспечения расчетной нагрузки ходового режима в любой климатической зоне. Если при этом расчетный коэффициент загрузки ДГ в режиме стоянки становится по условиям эксплуатации дизелей недопустимо малым, допускается выбирать номинальную мощность ДГ так, чтобы она была достаточной для обеспечения ходового режима только в умеренной зоне.

Комплектация СЭС тремя ДГ одинаковой мощности, требующая постоянную параллельную работу двух ДГ в ходовом режиме во всех климатических зонах, не допускается.

2.3.10.2. Комплектация СЭС двумя ДГ одинаковой мощности и одним "стояночным" ДГ (СДГ) меньшей мощности (вариант 2) может быть использована для судов, имеющих наибольшее время стоянки и недопустимо малый расчетный коэффициент загрузки основного ДГ в режиме стоянки, при условии, что ходовой режим и режим стоянки с грузовыми операциями во всех климатических зонах будет полностью обеспечиваться одним из двух основных ГД.

2.3.10.3. Комплектация СЭС четырьмя ДГ одинаковой мощности (вариант 3) рекомендуется:

при невозможности осуществления комплектации СЭС тремя одинаковыми ДГ в соответствии с п.3.10.1 и обеспечения достаточно высокого расчетного коэффициента загрузки ДГ в режиме стоянки;

при наличии особо мощных потребителей в ходовом режиме и

режиме стоянки с грузовыми операциями (на судах многоцелевого назначения, контейнеровозах, рефрижераторных и наливных судах, газовозах и др.), работа которых может быть обеспечена только при одновременной работе нескольких ДГ.

2.3.10.4. При комплектации СЭС двумя ДГ и ВГ (вариант 4) на судах с ВФШ номинальную мощность каждого ДГ и ВГ рекомендуется выбирать достаточной для полного обеспечения расчетной нагрузки ходового режима в любой климатической зоне. При комплектации СЭС двумя ДГ и ВГ на судах с ВРШ номинальную мощность ВГ рекомендуется выбирать достаточной для полного обеспечения расчетной нагрузки ходового режима в любой климатической зоне. Номинальную мощность ДГ допускается выбирать меньше номинальной мощности ВГ при необходимости обеспечения достаточно высокого коэффициента загрузки ДГ в режиме стоянки.

2.3.10.5. При комплектации СЭС тремя ДГ и ВГ (вариант 5) на судах с ВФШ или ВРШ номинальную мощность ВГ рекомендуется выбирать достаточной для полного обеспечения расчетной нагрузки ходового режима в любой климатической зоне. Номинальную мощность ДГ рекомендуется выбирать меньше номинальной мощности ВГ для обеспечения ходового режима одним или двумя ДГ в зависимости от климатической зоны и мощности включенных потребителей (рефконтейнеров и т.п.) и обеспечения достаточно высокого коэффициента загрузки ДГ в режиме стоянки.

2.3.10.6. Режим маневров должен обеспечиваться в основных вариантах комплектации СЭС следующим образом:

вариант 1 - не более чем двумя ДГ;

вариант 2 - не более чем двумя ДГ;

вариант 3 - не более чем тремя ДГ;

вариант 4 - ВГ и одним ДГ либо двумя ДГ;

вариант 5 - ВГ и одним ДГ либо двумя ДГ.

При наличии ПУ и других особо мощных потребителей (на рефрижераторных судах, газовозах и др.) допускается работа всех ГА.

2.3.10.7. Режим стоянки на всех типах судов и при любом варианте комплектации СЭС должен обеспечиваться одним ДГ или СДГ.

2.3.10.8. Режим стоянки с грузовыми операциями должен обеспечиваться в основных вариантах комплектации следующим образом:

вариант I - не более чем двумя ДГ;
вариант 2 - одним ДГ;
вариант 3 - не более чем тремя ДГ;
вариант 4 - не более чем одним ДГ;
вариант 5 - не более чем двумя ДГ.

При наличии особо мощных потребителей (на рефрижераторных и наливных судах, газовозах и др.) допускается работа всех ДГ.

2.4. Расчет среднегодовой наработки генераторных агрегатов

2.4.I. Среднегодовая продолжительность эксплуатационного периода проектируемой серии судов $t_э$ должна быть задана в исходных данных. Если величина $t_э$ не задана, расчетные значения $t_э$ рекомендуется принимать в пределах 330-340 сут (справочное приложение 3).

2.4.2. В зависимости от типа и водоизмещения судна определяются коэффициенты $K_{ход}$, $K_{ман}$, $K_{ст}$ и $K_{ст.г}$, характеризующие общую продолжительность основных режимов работы СЭС в течение эксплуатационного периода во всех климатических зонах и выраженные в относительных единицах по отношению к $t_э$.

Значения коэффициентов должны быть заданы в исходных данных в зависимости от ожидаемых режимов эксплуатации проектируемой серии судов.

Ориентировочные значения коэффициентов указаны в справочном приложении 3. Значение $K_{ман}$ для всех типов судов допускается принимать равным $K_{ман} \leqslant 0{,}03$, если в исходных данных не задано большее значение.

2.4.3. За умеренную расчетную зону принимается зона, соответствующая нахождению судна в условиях умеренного климата в весенний и осенне-зимний периоды с работой систем вентиляции и кондиционирования воздуха в режиме "зима" и работающими средствами электрообогрева жилых и служебных помещений. За тропическую расчетную зону принимается зона, соответствующая нахождению судна в условиях умеренного климата в летний период и в условиях тропического климата с работой систем вентиляции и кондиционирования воздуха в режиме "лето" и неработающими средствами электрообогрева жилых и служебных помещений. Ориен-

тировочные расчетные значения коэффициентов ожидаемой продолжительности пребывания судов всех типов в тропической зоне во время ходовых и стояночных режимов, выраженные в относительных единицах по отношению к коэффициентам общей продолжительности основных режимов работы СЭС, указаны в табл.2.

Таблица 2

Расчетные значения коэффициентов ожидаемой продолжительности пребывания судов в тропической зоне

Ожидаемые судовладельцы проектируемой серии судов (пароходства)	$K'_{ход}$ и $K'_{ман}$, о.е.	$K'_{ст}$ и $K'_{ст.г}$, о.е.
Северного бассейна	0,20	0,I5
Балтийского бассейна	0,35	0,38
Азово-Черноморского бассейна	0,48	0,35
Дальневосточного бассейна	0,22	0,23

За арктическую расчетную зону принимается зона, соответствующая нахождению судна в условиях арктического бассейна с работой систем вентиляции и кондиционирования воздуха в режиме "зима" и работающими средствами электрообогрева жилых и служебных помещений и палубных механизмов. Для судов, проектируемых для длительной эксплуатации в арктической зоне, расчетные значения аналогичных коэффициентов рекомендуется принимать равными $K''_{ход} = K''_{ман} = K''_{ст} = K''_{ст.г} = 0,7$.

2.4.4. Для всех выбранных для сравнения вариантов комплектации СЭС определяются:

ρ – число общих для всех вариантов расчетных режимов работы СЭС с учетом климатических зон, отличающихся уровнем расчетной нагрузки;

$m^{ГА}_{реж}(m^{ДГ}_{реж}, m^{ВГ}_{реж})$ – число ГА заданного типа и мощности, которые должны обеспечивать каждый расчетный режим работы СЭС;

$K_{реж}$ – коэффициенты относительной продолжительности каждого расчетного режима, о.е., исходя из условия

$$\sum_{i=1}^{i=p} K_{реж\,i} = I. \qquad (II2)$$

При назначении числа ГА, работающих в режиме маневров, следует дополнительно учитывать общепринятую практику эксплуатации, в соответствии с которой для повышения надежности электроснабжения в особо сложных условиях плавания вводится в действие дополнительный ДГ даже в том случае, если нагрузка СЭС по сравнению с ходовым режимом практически не увеличивается.

2.4.5. Среднегодовая наработка каждого из нескольких ДГ одинакового типа и мощности при любом варианте комплектации СЭС определяется по формуле

$$T_{ДГ} = \frac{24 t_э \sum_{i=1}^{i=p} K_{реж\,i} m^{ДГ}_{реж\,i}}{m_{ДГ}}, \text{ ч/год}, \qquad (II3)$$

где $m_{ДГ}$ – число ДГ одинакового типа и мощности в составе СЭС.

2.4.6. Среднегодовая наработка ВГ в ходовом режиме (при условии обеспечения ходового режима одним ВГ) определяется по формуле

$$T_{ВГ} = \frac{24 t_э K_{ход} K^{ВГ}_{ход}}{m_{ВГ}}, \text{ ч/год}, \qquad (II4)$$

где $m_{ВГ}$ – число ВГ одинакового типа и мощности в составе СЭС;

$K^{ВГ}_{ход}$ – коэффициент ожидаемого использования ВГ в ходовом режиме, о.е.

Значения $K^{ВГ}_{ход}$ на эксплуатируемых морских транспортных судах различного типа находятся в пределах 0,75÷0,95.

2.4.7. Среднегодовая наработка СДГ в режиме стоянки определяется по формуле

$$T_{СДГ} = 24\, t_э K_{от}\, K_{от}^{СДГ}, \quad ч/год, \qquad (II5)$$

где $K_{от}^{СДГ} \leq 0,9$ – коэффициент ожидаемого использования СДГ в режиме стоянки, о.е.

2.5. Расчет затрат на производство электроэнергии

2.5.I. Общие положения

2.5.I.I. Определение экономически оптимального варианта комплектации СЭС выполняется в соответствии с Методическими рекомендациями по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса, утвержденными постановлением Государственного комитета СССР по науке и технике и Президиума Академии Наук СССР № 60/52 от 3 марта I988 г.

В число рассматриваемых вариантов обязательно должны включаться наиболее прогрессивные, технико-экономические показатели которых превосходят или соответствуют лучшим мировым достижениям, не только освоенным в производстве, но – при наличии информации – и намеченным к выпуску в перспективе. При этом должны учитываться возможности закупки техники за рубежом, организации собственного производства на основе приобретения лицензий, организации совместного производства с зарубежными странами.

2.5.I.2. Поскольку среднегодовой объем производства электроэнергии для любого варианта комплектации СЭС практически одинаков, оптимальным считается вариант, обеспечивающий минимум среднегодовых затрат на производство электроэнергии.

Среднегодовые затраты определяются по формуле

$$З = И + (K_{Рен} + E_н) K, \quad руб/год, \qquad (II6)$$

где З – неизменные по годам расчетного периода затраты на производство электроэнергии, руб/год,

И – среднегодовые текущие издержки без учета амортизации на реновацию основных производственных фондов СЭС, руб/год;

$K_{Рен}$ - норма (коэффициент) реновации основных производственных фондов СЭС, определяемая с учетом фактора времени в зависимости от срока службы фондов;

$E_н$ - норматив приведения разновременных затрат, численно равный единому нормативу эффективности капитальных вложений ($E_н = 0,1$);

К - капитальные вложения в основные производственные фонды СЭС, руб.

Для упрощения расчетов и с учетом их сравнительного характера остаточная стоимость основных фондов (ликвидационное сальдо) в расчетах не учитывается.

2.5.I.3. Если на стадии проектирования судна известны прогнозные оценки изменения цен (основных производственных фондов, топлива и др.) и соответственно издержек и затрат по годам расчетного периода (срока службы судна), то расчет рекомендуется выполнять с использованием приведения разновременных затрат к единому для всех вариантов расчетному (первому) году путем умножения величины расчетных затрат за каждый год на коэффициент приведения к расчетному году

$$\alpha_t = (I + E_н)^{t_{расч} - t}, \text{ о.е.,} \qquad (II7)$$

где $t_{расч}$ - расчетный год;

t - год, затраты которого приводятся к расчетному году.

2.5.I.4. Среднегодовые текущие издержки определяются для каждого варианта комплектации СЭС по формуле

$$И = И^Т + И^М + И^{ТО} + И^Р, \text{ руб/год,} \qquad (II8)$$

где $И^Т$ - издержки на топливо, руб/год;

$И^М$ - издержки на смазочное масло, руб/год;

$И^{ТО}$ - издержки на ТО основных производственных фондов СЭС, руб/год;

$И^Р$ - издержки на капитальный ремонт основных производственных фондов СЭС, руб/год.

2.5.I.5. Основные производственные фонды СЭС состоят из ТА различного типа. Капитальные вложения в основные производ-

ственные фонды СЭС, состоящих из ДГ и ВГ, предоставляют собой сумму балансовых цен ГА, которые с учетом дополнительных расходов на транспортировку, хранение, монтаж, наладку и испытание ГА на судне принимаются в соответствии с Нормативами на постройку судов Минсудпрома (1988 г.) равными в среднем 120% оптовой цены ДГ и ВГ. Все цены и затраты определяются по действующим на момент проведения расчетов прейскурантам, тарифам и другим нормативам или данным заводов-изготовителей. Цены ДГ и ВГ зарубежного производства определяются по данным фирм-изготовителей с учетом действующих курсов валют и соответствующих валютных коэффициентов.

Капитальные вложения в основные производственные фонды СЭС, состоящих, например, из однотипных ДГ и ВГ, принимаются равными

$$K = 1{,}2(Ц_{ДГ_{опт}} \cdot m_{ДГ} + Ц_{ВГС_{опт}} \cdot m_{ВГ}), \text{ руб.}, \quad (119)$$

где $Ц_{ДГ_{опт}}$, $Ц_{ВГС_{опт}}$ – оптовые цены ДГ и ВГС, входящих в состав СЭС, руб.

Расчеты по (119) выполняются для всех типов ГА, а результаты суммируются.

Учитывая сравнительный характер расчетов, остальные составляющие капитальных вложений (ГРЩ, кабельные трассы, связывающие генераторы с ГРЩ и др.) и эксплуатационных издержек на СЭС (техническое использование и др.) не учитываются, так как имеют значительно меньший удельный вес в общей сумме капитальных вложений и издержек и несущественно отличаются для любого из сравниваемых вариантов комплектации СЭС.

2.5.2. Издержки на топливо и смазочное масло для дизель-генераторов

2.5.2.1. Расход топлива ДГ может быть определен с помощью имеющихся зависимостей часового расхода от нагрузки ДГ, отражающих реальные условия эксплуатации дизелей (температура среды, сорт топлива и др.). При отсутствии таких зависимостей и для упрощения расчетов, учитывая их сравнительный характер,

принимается, что характеристики часового расхода топлива при изменении нагрузки для всех типов ДГ отечественного и зарубежного производства, выраженные в относительных единицах, идентичны.

Относительный среднечасовой расход топлива ДГ равен

$$\frac{G^{T}_{ДГ}}{G^{T}_{ДГ_{ном}}} = f\left(\frac{P_{ДГ}}{P_{ДГ_{ном}}}\right) = f(K_{з_{ДГ}}),\ о.е., \qquad (120)$$

где $G^{T}_{ДГ}$ – среднечасовой расход топлива ДГ, соответствующий нагрузке ДГ $P_{ДГ}$, т/ч;

$G^{T}_{ДГ_{ном}} = B^{T}_{ДГ_{ном}} \cdot P_{ДГ_{ном}} \cdot 10^{6}$ – номинальный среднечасовой расход топлива ДГ, соответствующий номинальной нагрузке ДГ $P_{ДГ_{ном}}$, т/ч;

$P_{ДГ}$ – доля средней расчетной нагрузки в заданном режиме работы СЭС, приходящаяся на один ДГ, работающий в этом режиме, кВт;

$B^{T}_{ДГ_{ном}}$ – номинальный эффективный удельный расход топлива ДГ, отнесенный к номинальной мощности генератора, г/кВт·ч;

$K_{з_{ДГ}} = \frac{P_{ДГ}}{P_{ДГ_{ном}}}$ – коэффициент загрузки ДГ, о.е.

С учетом ГОСТ 10150-88, ГОСТ 22246-84, технических условий на ДГ отечественного производства и информации зарубежных дизелестроительных фирм общая зависимость (120) может быть выражена следующими данными:

$K_{з_{ДГ}}$, о.е.	0	0,25	0,50	0,75	1,0
$G^{T}_{ДГ}/G^{T}_{ДГ_{ном}}$, о.е.	0,20	0,35	0,56	0,78	1,0

2.5.2.2. Среднечасовой расход топлива одним ДГ определяется по формуле, полученной в результате аппроксимации указанной зависимости

$$G^{T}_{ДГ} = 0{,}2\,g^{T}_{ДГ_{ном}} P_{ДГ_{ном}} (1 + 3K_{з_{ДГ}} + K^{2}_{з_{ДГ}}) 10^{-6}, \text{ т/ч.} \quad (121)$$

Необходимые для расчетов значения номинальных удельных расходов топлива ДГ указываются, как правило, по отношению к номинальной мощности дизеля, для параметров окружающей среды и наибольшей теплотворной способности топлива 42700 $\frac{кДж}{кг}$ (10200 $\frac{ккал}{кг}$), соответствующих требованиям стандарта ИСО 3046/I, и без допуска на величину расхода.

Для современных ДГ с различной мощностью и частотой вращения значения расходов составляют (190÷220) г/кВт.ч. Учитывая сравнительный характер расчетов, предусматриваемый допуск +3%...+5% на величину номинального расхода, среднее значение к.п.д. судовых синхронных генераторов с номинальной мощностью (100-1000) кВт при $K_{з_{ДГ}} = 0{,}5 - 0{,}9$ $\eta_{г_{ср}} \approx 0{,}90$, повышение температуры и влажности окружающего воздуха в реальных эксплуатационных условиях по сравнению с расчетными значениями и постепенный износ дизеля, среднюю величину $g^{T}_{ДГ_{ном}}$ для всех типов ДГ рекомендуется принимать равной в зависимости от используемого топлива:

маловязкого с теплотворной способностью 42700 $\frac{кДж}{кг}$ (10200 $\frac{ккал}{кг}$) типа дизельного ДЛ $g^{T}_{ДГ_{ном}} = 230$ г/кВт·ч,

средневязкого с теплотворной способностью 42080 $\frac{кДж}{кг}$ (10050 $\frac{ккал}{кг}$) типа моторного ДТ $g^{T}_{ДГ_{ном}} = 235$ г/кВт·ч,

высоковязкого с теплотворной способностью 40600 $\frac{кДж}{кг}$ (9700 $\frac{ккал}{кг}$) типа топочного мазута М40 $g^{T}_{ДГ_{ном}} = 240$ $\frac{г}{кВт \cdot ч}$.

2.5.2.3. Расчеты $G^{T}_{ДГ}$ по (121) выполняются для каждого режима работы СЭС и каждого типа ДГ с учетом изменений коэффициентов загрузки ДГ в различных режимах и климатических зонах.

Среднегодовой расход топлива всеми ДГ определяется для каждого варианта комплектации СЭС по формуле

$$G^{T}_{ДГ\ год} = 24 t_{э} \sum_{i=1}^{i=p} G^{T}_{ДГ_i} K_{рек_i} m^{ДГ}_{рек.i} \cdot \frac{m}{год}. \quad (122)$$

2.5.2.4. Если ожидаемая продолжительность режима маневров для проектируемого судна не превышает $0{,}03 t_{э}$, для упрощения расчетов и с учетом их сравнительного характера допускается использовать в (122) вместо $K_{ход}$ и $K_{ман}$ общий коэффициент относительной продолжительности хода и маневров.

$$K_{хм} = K_{ход} + K_{ман}, \ о.е., \quad (123)$$

принимая режим маневров во всех отношениях идентичным ходовому режиму ($K_{з_{ДГ}}$, $m^{ДГ}$ и $G^{T}_{Дг}$).

2.5.2.5. Часовой расход смазочного масла ДГ не зависит от $K_{з_{ДГ}}$ и определяется по формуле

$$G^{M}_{ДГ} = в^{M}_{ДГ_{ном}} \cdot P_{ДГ_{ном}} \cdot 10^{-6}, \ \frac{т}{ч}, \quad (124)$$

где $в^{M}_{ДГ_{ном}}$ – номинальный удельный суммарный (на угар и на периодическую замену) расход циркуляционного смазочного масла, отнесенный к номинальной мощности генератора, г/кВт·ч.

Величина $в^{M}_{ДГ_{ном}}$ для современных ДГ с различной мощностью и частотой вращения с учетом среднего значения номинального к.п.д. судовых синхронных генераторов с номинальной мощностью (100–1000) кВт $\eta_{Г_{ном}} \approx 0{,}94$ составляет (2,0–2,6) г/кВт·ч. Учитывая сравнительный характер расчетов, величину удельного расхода масла допускается принимать для всех типов ДГ равной в среднем $в^{M}_{ДГ_{ном}} = 2{,}3$ г/кВт.ч.

2.5.2.6. Среднегодовой расход смазочного масла всеми ДГ определяется для каждого варианта комплектации СЭС как сумма среднегодовых расходов ДГ с различной номинальной мощностью и наработкой, входящих в состав СЭС. Среднегодовой расход масла ДГ одинакового типа и мощности равен

$$G^{M}_{ДГ_{год}} = G^{M}_{ДГ} \, T_{ДГ} m_{ДГ}, \ \frac{т}{год}. \qquad (125)$$

2.5.2.7. Среднегодовые издержки на топливо и смазочное масло для ДГ определяются по формуле

$$И^{ТМ}_{ДГ} = И^{Т}_{ДГ} + И^{М}_{ДГ} = G^{Т}_{ДГ_{год}} \cdot Ц_{Т_{ДГ}} +$$

$$+ G^{М}_{ДГ_{год}} \cdot Ц_{М_{ДГ}}, \ \frac{руб}{год}, \qquad (126)$$

где $Ц_{Т_{ДГ}}$ и $Ц_{М_{ДГ}}$ – цены топлив и смазочных масел для ДГ, определяемые в зависимости от их сорта по прейскуранту 04-02 с учетом ОСТ.8003-85 и затрат на бункеровку.

2.5.3. Издержки на топливо для валогенераторов

2.5.3.1. Среднегодовой расход топлива ГД для выработки электроэнергии с использованием ВГ, полностью или частично обеспечивающего расчетную нагрузку в ходовом режиме работы СЭС, определяется по формуле

$$G^{Т}_{ВГ_{ход}} = b^{Т}_{ГД} \frac{P_{ВГ}}{\eta_{ВГС}} 10^{-6}, \ \frac{т}{ч}. \qquad (127)$$

где $b^{Т}_{ГД}$ – эффективный удельный расход топлива ГД при работающем ВГ, г/кВт.ч;

$P_{ВГ}$ – доля средней расчетной нагрузки в ходовом режиме работы СЭС, приходящаяся на один ВГ, работающий в этом режиме, кВт;

$\eta_{ВГС}$ – общий средний к.п.д. ВГС, включая к.п.д. системы привода ВГ от ГД, средств стабилизации частоты тока или частоты вращения ВГ и синхронного ВГ, о.е.

2.5.3.2. Значения $b^{Т}_{ГД}$ принимаются по данным заводов-изготовителей конкретных типов ГД, намеченных для использования. При отсутствии таких данных и с учетом сравнительного характера расчетов, предусматриваемого допуска на величину расхода

топлива, повышения температуры и влажности окружающего воздуха в реальных эксплуатационных условиях по сравнению с расчетными значениями и постепенный износ дизеля, среднюю величину $g^{T}_{ГД}$ при нагрузке ГД, равной (80-85%) его максимальной длительной мощности, и при использовании высоковязких топлив допускается принимать в следующих пределах:

для МОД $g^{T}_{ГД}$ = 175-180 г/кВт.ч;

для СОД $g^{T}_{ГД}$ = 185-190 г/кВт.ч.

2.5.3.3. Величина $\eta_{ВГС}$ определяется в зависимости от типа ВГС по данным заводов-изготовителей конкретных типов ВГС, намеченных для использования. При отсутствии таких данных и с учетом сравнительного характера расчетов допускается использовать средние значения $\eta_{ВГС}$ основных типов ВГС, получивших наибольшее применение и перспективных для использования на морских транспортных судах с СОД и МОД (табл.3).

Таблица 3

Основные типы валогенераторных систем

Тип ВГС	Система привода валогенератора	Средства стабилизации частоты вращения (тока) валогенератора	Основной тип ГД	Основной тип винтов	Средний к.п.д. ВГС, о.е.
I	2	3	4	5	6
I	Повышающая ступень общего редуктора ГД	Регуляторы частоты вращения ГД и шага винта	СОД	ВРШ	0,92
2	Отдельный мультипликатор, встроенный в ГД или гребной вал	То же	МОД	ВРШ	0,91
3	Непосредственный привод от коленчатого вала ГД	Полупроводниковый преобразователь частоты тока с источником реактивной мощности	МОД	ВФШ	0,87
4	Отдельный мультипликатор, встроен-	То же	МОД	ВФШ	0,88

Продолжение табл.3

I	2	3	4	5	6
	ный в ГД или гребной вал				
5	То же	Дополнительная планетарная передача с передаточным отношением, регулируемым гидро- или электроприводом	МОД	ВОШ	0,90

2.5.3.4. Среднегодовой расход топлива всеми ВГ в ходовом режиме определяется для каждого варианта комплектации СЭС с учетом возможного изменения нагрузки ВГ в ходовом режиме в различных климатических зонах. Например, для ходового режима в умеренной и тропической зонах

$$G^{T}_{ВГ_{год}} = 24\, t_{э} K_{ход} m^{ВГ}_{год} \left[G^{T}_{ВГ_{ход}} (1 - K'_{ход}) + (G^{T}_{ВГ_{ход}})' K'_{ход} \right], \ \frac{т}{год}. \qquad (128)$$

2.5.3.5. Среднегодовые издержки на топливо для ВГ определяются по формуле

$$И^{T}_{ВГ} = G^{T}_{ВГ_{год}} \cdot Ц_{Т_{ГД}}, \ руб/год, \qquad (129)$$

где $Ц_{Т_{ГД}}$ – цена топлива для ГД, руб/т, определяемая в зависимости от его сорта по прейскуранту 04-02 с учетом ОСТ.8003-85 и затрат на бункеровку.

2.5.3.6. Расход смазочного масла ГД при работе с ВРШ любого типа практически не изменяется, поэтому издержки на смазочное масло при использовании ВГ допускается не учитывать.

Среднегодовые издержки на топливо и смазочное масло для СЭС, состоящих из ДГ и ВГ, определяются как сумма

$$И^{ТМ} = И^{Т} + И^{М} = И^{ТМ}_{ДГ} + И^{Т}_{ВГ}, \ руб/год. \qquad (130)$$

2.5.4. Издержки на техническое обслуживание

2.5.4.I. Среднегодовые издержки на ТО ГА, включая работы, относящиеся к категории текущего ремонта, выполняемые по планово-предупредительной системе ТО и ремонта судовых технических средств, для одного ГА определяются по формуле

$$И_{ГА}^{ТО} = \Delta И_{ГА}^{ТО} K_{озч} Ц_{ч} P_{Г_{ном}} T_{ГА}, \text{ руб/год}, \qquad (I3I)$$

где $И_{ГА}^{ТО}$ - удельная трудоемкость ТО и текущего ремонта, отнесенная к I ч среднегодовой наработки и номинальной мощности ГА (ДГ или ВГ), чел.ч/I ч· I кВт;

$K_{озч}$ - коэффициент, учитывающий затраты на сменно-запасные части (СЗЧ) и материалы, расходуемые при выполнении ТО и текущего ремонта ГА, о.е.;

$Ц_{ч}$ - средняя стоимость I рабочего часа лиц, выполняющих ТО и текущий ремонт ГА, руб/чел.ч.

2.5.4.2. С учетом действующих технических условий на дизели и синхронные генераторы отечественного производства и план-графиков ТО судовых ГА для четырехлетнего эксплуатационно-ремонтного цикла, средняя величина $\Delta И_{ГА}^{ТО}$ составляет

для ДГ с синхронными генераторами

$$\Delta И_{ДГ}^{ТО} = \frac{50 \cdot I0^{-3}}{P_{ДГ_{ном}}^{0,75}}, \frac{\text{чел.ч}}{\text{I ч·I кВт}}; \qquad (I32)$$

для синхронных генераторов с бесщеточной системой возбуждения

$$\Delta И_{Г}^{ТО} = \frac{8 \cdot I0^{-3}}{P_{Г_{ном}}^{0,83}}, \frac{\text{чел.ч}}{\text{I ч} \cdot \text{I кВт}}. \qquad (I33)$$

2.5.4.3. Величина коэффициента, учитывающего цену СЗЧ, расходуемых при выполнении ТО и текущего ремонта ДГ (кольца, форсунки, клапаны, вкладыши подшипников, фильтры, щетки и др.), принимается равной $K_{озч} = I,5$.

2.5.4.4. Средняя стоимость I рабочего часа лиц, выполняю-

ших ТО и текущий ремонт судовых энергетических установок, принимается равной $Ц_ч$ = 2,60 руб/ч.

2.5.4.5. Среднегодовые издержки на ТО однотипных ДГ определяются для каждого варианта комплектации СЭС с учетом изложенного в пп.2.5.4.I-2.5.4.4 по формуле

$$И^{ТО}_{ДГ} = 0,2\ P^{0,25}_{ДГ_{ном}} \cdot Т_{ДГ} \cdot m_{ДГ},\ \frac{руб}{год}. \qquad (I34)$$

Расчеты по (I34) выполняются для всех типов ДГ, а результаты суммируются.

2.5.4.6. Среднегодовые издержки на ТО ВГС определяются для каждого варианта комплектации СЭС с учетом изложенного в пп.2.5.4.I-2.5.4.4 и экспертной оценки трудоемкости ТО различных типов ВГС по формулам

для ВГС типа I или 2

$$И^{ТО}_{ВГ} = 0,055\ P^{0,I7}_{ВГ_{ном}} \cdot Т_{ВГ} \cdot m_{ВГ},\ \frac{руб}{год}; \qquad (I35)$$

для ВГС типа 3, 4 или 5

$$И^{ТО}_{ВГ} = 0,I\ P^{0,I7}_{ВГ_{ном}} \cdot Т_{ВГ} \cdot m_{ВГ},\ \frac{руб}{год}. \qquad (I36)$$

2.5.4.7. Среднегодовые издержки на ТО для СЭС, состоящих из ДГ и ВГ, определяются как сумма

$$И^{ТО} = И^{ТО}_{ДГ} + И^{ТО}_{ВГ},\ \frac{руб}{год}. \qquad (I37)$$

2.5.5. Издержки на капитальный ремонт

2.5.5.I. Издержки (амортизационные отчисления) на капитальный ремонт ГА, связанный с восстановлением их работоспособности, включая замену базовых узлов и деталей ГА, определяются в соответствии с нормами амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР и Положением о порядке планирования, начисления и использования амортизационных начислений в народном хозяйстве Госплана СССР (1974 г.).

Среднегодовые издержки принимаются пропорциональными сум-

ме накапливаемых в течение срока службы ГА амортизационных отчислений, определяемых в процентах от балансовой цены ГА в соответствии с указанными нормами, и интенсивности использования (наработке) ГА и обратно пропорциональными нормативным срокам службы ГА до списания.

Назначенные ресурсы до списания для дизелей и синхронных генераторов в соответствии с техническими условиями принимаются равными

для дизелей с $n_{ДГ_{ном}} \leqslant 12{,}5\ с^{-1}$ (750 об/мин) 80000 ч;

для дизелей с $n_{ДГ_{ном}} = 16{,}7\ с^{-1}$ (1000 об/мин) 50000 ч;

для дизелей с $n_{ДГ_{ном}} = 25\ с^{-1}$ (1500 об/мин) 40000 ч;

для синхронных генераторов 100 000 ч.

2.5.5.2. Издержки на капитальный ремонт ДГ определяются отдельно для дизеля и генератора, а затем суммируются. Для расчета издержек балансовые цены дизелей и генераторов принимаются равными в среднем

$$Ц_{ДВС_{бал}} = 0{,}8\ Ц_{ДГ_{бал}},\ руб; \qquad (138)$$

$$Ц_{Г_{бал}} = 0{,}2\ Ц_{ДГ_{бал}},\ руб. \qquad (139)$$

2.5.5.3. Среднегодовые издержки на капитальный ремонт однотипных ДГ определяются для каждого варианта комплектации СЭС с учетом изложенного в пп.2.5.5.1–2.5.5.2 по формулам

для ДГ с $n_{ДГ_{ном}} \leqslant 8{,}33\ с^{-1}$ (500 об/мин)

$$И^{Р}_{ДГ} = 7{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot Ц_{ДГ_{опт}} \cdot T_{ДГ} \cdot m_{ДГ},\ \frac{руб}{год}; \qquad (140)$$

для ДГ с $n_{ДГ_{ном}} = 12{,}5\ с^{-1}$ (750 об/мин)

$$И^{Р}_{ДГ} = 7{,}9 \cdot 10^{-6} \cdot Ц_{ДГ_{опт}} \cdot T_{ДГ} \cdot m_{ДГ},\ \frac{руб}{год}; \qquad (141)$$

для ДГ с $n_{ДГ_{ном}}$ = 16,7 $с^{-1}$ (1000 об/мин)

$$И^{Р}_{ДГ} = 12 \cdot 10^{-6} \cdot Ц_{ДГ_{опт}} \cdot Т_{ДГ} \cdot m_{ДГ}, \ \frac{руб}{год}; \qquad (142)$$

для ДГ с $n_{ДГ_{ном}}$ = 25 $с^{-1}$ (1500 об/мин)

$$И^{Р}_{ДГ} = 14,5 \cdot 10^{-6} \cdot Ц_{ДГ_{опт}} \cdot Т_{ДГ} \cdot m_{ДГ}, \ \frac{руб}{год}. \qquad (143)$$

Расчеты по (140)-(143) выполняются для всех типов ДГ, а результаты суммируются.

2.5.5.4. Среднегодовые издержки на капитальный ремонт ВГС любого типа определяются для каждого варианта комплектации СЭС с учетом изложенного в пп.2.5.5.1-2.5.5.2 по формуле

$$И^{Р}_{ВГ} = 1,25 \cdot 10^{-6} \cdot Ц_{ВГС_{опт}} \cdot Т_{ВГ} \cdot m_{ВГ}, \ \frac{руб}{год}. \qquad (144)$$

2.5.5.5. Среднегодовые издержки на капитальный ремонт для СЭС, состоящих из ДГ и ВГ, определяются как сумма

$$И^{Р} = И^{Р}_{ДГ} + И^{Р}_{ВГ}, \ \frac{руб}{год} \cdot \qquad (145)$$

2.5.6. Затраты на производство электроэнергии

2.5.6.1. Коэффициент реновации $к_{Рен}$ ГА, входящих в состав СЭС, зависит от срока службы ГА. При среднегодовой наработке ГА $Т_{ГА}$ = (3000-4000) ч/год обеспечиваются сроки их службы, равные нормативным срокам службы основных типов морских транспортных судов без замены ГА (при необходимости с одним капитальным ремонтом).

Расчетные значения $к_{Рен}$ рекомендуется определять в зависимости от нормативного срока службы проектируемого судна по формуле

$$к_{Рен} = \frac{E_{н}}{(1 + E_{н})^{t_{сл}} - 1}, \ о.е., \qquad (146)$$

где $t_{сл}$ - заданный нормативный срок службы судна, лет.

2.5.6.2. Среднегодовые затраты на производство электроэнергии при неизменных по годам расчетного периода издержках определяются для каждого варианта комплектации СЭС с учетом (II6), (II8), (II9), (I30), (I37), (I45) и (I46) как сумма

$$З = И^{Т}_{ДГ} + И^{М}_{ДГ} + И^{Т}_{ВГ} + И^{ТО}_{ДГ} + И^{ТО}_{ВГ} + И^{Р}_{ДГ} +$$

$$+ И^{Р}_{ВГ} + (к_{рен} + 0,I)\ К, \ \frac{руб}{год}\ , \qquad (I47)$$

и сравниваются между собой.

Вариант комплектации, обеспечивающий $З = З_{min}$, является экономически оптимальным.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(обязательное)

Перечень

основных потребителей добавочной мощности на различных типах судов и наличие потребителей добавочной мощности в расчетных режимах работы судовой электростанции

I. Наименования и обозначения основных потребителей добавочной мощности

Различные типы судов	
Добавочная мощность при эксплуатации судна в тропической зоне	ΔP_{01}
Вентиляция машинных отделений в режиме стоянки в умеренной и арктической зонах	ΔP_{02}
То же, в тропической зоне	$\Delta P'_{02}$
Подруливающие устройства	ΔP_{03}
Пассивная система стабилизации судна на волнении	ΔP_{04}
Балластная система	ΔP_{05}
Якорное устройство	ΔP_{06}
Швартовное устройство	ΔP_{07}
Средства электрообогрева жилых помещений	ΔP_{08}
Средства электрообогрева палубных механизмов в арктической зоне	$\Delta P'_{08}$
Вспомогательные воздухонагнетатели главных двигателей	ΔP_{09}
Дополнительное устройство	ΔP_{010}
Система откренивания судна при грузовых операциях	ΔP_{011}
Аппарельное устройство	ΔP_{012}

Различные типы судов	
Системы возбуждения и вентиляции главных электрических машин судов с ГЭУ	ΔP_{0I3}
Резерв	ΔP_{0I4}
Механизмы изменения шага ВРШ	ΔP_{0I5}
Системы обслуживания гидродинамических и жестких муфт судов с гидропередачей	ΔP_{0I6}
Навешенные на главные двигатели насосы	ΔP_{0I7}, ΔP_{0I8}, ΔP_{0I9}
Сухогрузные универсальные суда, суда многоцелевого назначения, лесовозы, контейнеровозы, навалочные и рефрижераторные суда	
Грузовое устройство	ΔP_{II}
Все типы судов, кроме рефрижераторных	
Система охлаждения рефрижераторного трюма	ΔP_{I2}
Суда для перевозки тяжеловесных грузов	
Грузовое устройство	ΔP_{I3}
Лихтеровозы	
Грузовое устройство	ΔP_{2I}
Ролкеры и суда многоцелевого назначения	
Вентиляция грузовых помещений	ΔP_{4I}
Средства освещения грузовых помещений	ΔP_{42}
Грузовые лифты	ΔP_{43}

Различные типы судов	
Ролкеры, контейнеровозы, суда многоцелевого назначения и железнодорожные паромы	
Рефрижераторные контейнеры, трейлеры и вагонные секции	ΔP_{44}
Рефрижераторные суда	
Главная холодильная установка	ΔP_{3I}
Наливные и нефтеналивочные суда	
Грузовая система	ΔP_{9I}
Система инертных газов	ΔP_{92}
Система мойки танков	ΔP_{93}
Система подогрева груза	ΔP_{94}
Газовозы	
Грузовая система	ΔP_{I0I}
Система сжижения газа	ΔP_{I02}
Система инертных газов	ΔP_{I03}
Железнодорожные паромы	
Грузовое устройство (вагонолифт)	ΔP_{I2I}

2. Типы судов и наличие потребителей добавочной мощности в расчетных режимах

Типы судов	Ходовой режим	Режим стоянки	Режим маневров	Режим стоянки с грузовыми операциями
Все типы судов при эксплуатации в тропической зоне	ΔP_{01}	ΔP_{01}	ΔP_{01}	ΔP_{01}
Все типы судов при эксплуатации в умеренной и арктической зонах	-	ΔP_{02}	-	ΔP_{02}
Все типы судов при эксплуатации в тропической зоне	-	$\Delta P'_{02}$	-	$\Delta P'_{02}$
Суда с ПУ	-	-	ΔP_{03}	-
Суда с пассивной системой стабилизации судна на волнении	ΔP_{04}	-	-	-
Суда с интенсивной работой балластных насосов при грузовых операциях	-	-	-	ΔP_{05}
Все типы судов в режиме маневров	-	-	(ΔP_{06}, ΔP_{07})	-
Суда с электрообогревом жилых помещений при эксплуатации в умеренной и арктической зонах	ΔP_{08}	ΔP_{08}	ΔP_{08}	ΔP_{08}
Суда с электрообогревом палубных механизмов при эксплуатации в арктической зоне	$\Delta P'_{08}$	$\Delta P'_{08}$	$\Delta P'_{08}$	$\Delta P'_{08}$
Суда со вспомогательными воздухонагнетателями главных двигателей	ΔP_{09}	-	ΔP_{09}	-

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(продолжение)

Типы судов	Ходовой режим	Режим стоянки	Режим маневров	Режим стоянки с грузовыми операциями
Суда с дополнительным устройством	(ΔP_{OIO})	(ΔP_{OIO})	(ΔP_{OIO})	(ΔP_{OIO})
Суда с системой откренивания судна при грузовых операциях	-	-	-	ΔP_{OII}
Суда с аппарельным устройством	.	-	(ΔP_{OI2})	(ΔP_{OI2})
Суда с ГЭУ	ΔP_{OI3}	-	ΔP_{OI3}	-
Суда с ВРШ	ΔP_{OI5}	-	ΔP_{OI5}	-
Суда с гидропередачей	ΔP_{OI6}	-	ΔP_{OI6}	-
Все типы судов с навешенными на ГД насосами	ΔP_{OI7}	-	-	-
	ΔP_{OI8}	-	-	-
	ΔP_{OI9}	-	-	-
Сухогрузные универсальные суда	-	-	-	ΔP_{II}
Все типы судов, кроме рефрижераторных	ΔP_{I2}	ΔP_{I2}	ΔP_{I2}	ΔP_{I2}
Суда для перевозки тяжеловесных грузов	-	-	-	ΔP_{OII}
	-	-	-	ΔP_{I3}
Лихтеровозы	-	-	-	ΔP_{OII}
	-	-	-	ΔP_{2I}
Суда многоцелевого назначения	-	-	-	ΔP_{II}
	ΔP_{4I}	ΔP_{4I}	ΔP_{4I}	ΔP_{4I}

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(продолжение)

Типы судов	Ходовой режим	Режим стоянки	Режим маневров	Режим стоянки с грузовыми операциями
	ΔP_{42}	ΔP_{42}	ΔP_{42}	ΔP_{42}
	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})
Ролкеры	-	-	-	ΔP_{0II}
	ΔP_{4I}	ΔP_{4I}	ΔP_{4I}	ΔP_{4I}
	ΔP_{42}	ΔP_{42}	ΔP_{42}	ΔP_{42}
	-	-	-	ΔP_{43}
	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})
Лесовозы	-	-	-	ΔP_{II}
Контейнеровозы	-	-	-	ΔP_{II}
	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})
Навалочные суда	-	-	-	ΔP_{II}
Рефрижераторные суда	-	-	-	ΔP_{II}
	ΔP_{8I}	ΔP_{8I}	ΔP_{8I}	ΔP_{8I}
Наливные и нефтенавалочные суда	-	-	-	ΔP_{9I}
	(ΔP_{92})	(ΔP_{92})	(ΔP_{92})	ΔP_{92}
	(ΔP_{93})	(ΔP_{93})	-	-
	(ΔP_{94})	(ΔP_{94})	(ΔP_{94})	(ΔP_{94})
Газовозы	-	-	-	ΔP_{I0I}

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(продолжение)

Типы судов	Ходовой режим	Режим стоянки	Режим маневров	Режим стоянки с грузовыми операциями
	ΔP_{I02}	ΔP_{I02}	ΔP_{I02}	ΔP_{I02}
	(ΔP_{I03})	(ΔP_{I03})	(ΔP_{I03})	(ΔP_{I03})
				ΔP_{0II}
Железнодорожные паромы	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})	(ΔP_{44})
	-	-	-	ΔP_{I2I}

Примечания: I. Первая цифра "0" в обозначениях основных потребителей добавочной мощности (0I-0I9) означает, что потребитель может быть установлен на судах различного типа.

2. Первые цифры (I...I2) в обозначениях основных потребителей добавочной мощности (II...I2I) соответствуют последовательности перечисления различных типов судов, принятой в классификаторе морских транспортных судов Главного вычислительного центра Минморфлота. Вторые цифры означают порядковый номер потребителя добавочной мощности для данного типа судов.

3. Скобки при обозначениях потребителей добавочной мощности означают, что они должны учитываться в режиме только при наличии специальных требований или обоснований в соответствии с указаниями раздела I.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(справочное)

Основные характеристики морских транспортных судов постройки 1980-89 гг. и нагрузки судовых электростанций

Наименование головного судна	Страна и год постройки	Полное водоизмещение, т	Тип главной энергетической установки	Количество и максимальная длительная мощность главных двигателей, кВт / л.с., количество и тип винтов	Количество, тип и номинальная мощность основных генераторных агрегатов, кВт	Фактическая нагрузка электростанции в основных режимах, кВт: в умеренной зоне — ходовой режим: минимальная / максимальная	ходовой режим: средняя	стоянка без грузовых операций: минимальная / максимальная	стоянка без грузовых операций: средняя	дополнительная нагрузка в тропической зоне	Количество и типы генераторных агрегатов, работающих в умеренной зоне: ходовой режим	стоянка без грузовых операций	Примечание
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Группа I. Сухогрузные суда													
Универсальные для генеральных грузов													
Юрий Клементьев	Финляндия I98I	4033	СОД	I x 1850/2500 ВРШ	2ДГ x I28 IВГ x I28	59 93	70	I8 44	30		IВГ или IДГ	IДГ	ПУ с ВИП II0 кВт (гидропривод от ГД)
Лихтеровозы													
Анатолий Железняков	Италия I984	I47I5	СОД	2 x 824/II20 2 x I235/I680 2 ВРШ	2ВДГ x 680[1] IДГ x 380	I20 I80	I45	II0 I50	I29	40[2]	IВДГ или IДГ	IДГ	ПУ с ВРШ 625 кВт 1) Валодизельгенераторы с приводом от ГД меньшей мощности 2) С работой одного компрессора СКВ
Борис Полевой	Финляндия I984	I48[illegible]5	СОД	2 x 2780/3780 2 ВРШ	2ВГ x 840 2ДГ x 400	185 360	234	I60 220	I83	30	IВГ	IДГ	ПУ с ВРШ 590 кВт

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Севморпуть	СССР 1988	61200	АЗУ о ПТУ	29420 / 40000, 1 ВРШ	3ТГ х 1700, 2ДГ х 600	1750 / 2300	2000	1500 / 1800	1600	300	2ТГ	2ТГ	
Алексей Ксенгин	СССР 1983	62038	МОД	2 х 13600 / 18500, 2 ВФШ	4ДГ х 500, 1УГ х 800	680 / 1310	900	400 / 650	450	200	1УГ+ +1ДГ	2ДГ	Фактическая мощность УГ 900 кВт
Универсальные многоцелевого назначения													
Витус Беринг	СССР 1987	20350	СОД о ГЭУ	2 х 5730 / 7800, ВФШ	3ДГ х 600 или 3ДГ х 880	830 / 1060	913	210 / 440	286	70	2ДГ	1ДГ	
Астрахань	Германия 1983	26770	МОД	1 х 7600 / 10330, ВФШ	4ДГ х 600[1]	410 / 560	486	215 / 295	260	40	2ДГ	1ДГ	ПУ с ВРШ 736 кВт 1) Мощность генераторов ограничена по дизелю до 90% номинальной. Нагрузки – при неработающей вентиляции грузовых помещений
Норильск	Финляндия	30760	СОД	2 х 7720 / 10500, ВРШ	4ДГ х 800	720 / 965 610 / 913	857[1] 732[2]	250 / 442 181 / 331	332[3] 244[4]		2ДГ	1ДГ	1) С гидропередачей 2) с прямой передачей 3) в арктической зоне 4) в умеренной зоне
Ролкеры													
Композитор Кара-Караев	Германия 1984	8955	СОД	2 х 2650 / 3600, 2 ВРШ	2ВГ х 640, 2ДГ х 400	320 / 460	375	140 / 180	160	50	1-2 ВГ	1ДГ	ПУ с ВРШ 370 кВт
Анатолий Васильев	Финляндия 1981	37447	СОД	2 х 9925 / 13500, ВРШ	3ДГ х 1000, 1ВГ х 1760	595 / 698 958 / 1080	627 1027[1]	335 / 435	364[1]		ВГ или 1-2 ДГ	1ДГ	ПУ с ВРШ 1100 кВт 1) С вентиляцией грузовых помещений

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Лесовозы												
Павлин Виноградов	Польша 1987	11249	МОД	1 x 4690/6370 ВФШ	3ДГ x 400	200/340	266	95/340	146		1ДГ	1ДГ	
	Контейнеровозы												
Симон Боливар	Болгария 1982	14470	МОД	1 x 8240/11200 ВФШ	3ДГ x 504	220/350	300	120/320	200	70	1ДГ	1ДГ	ПУ с ВРШ 370 кВт
Капитан Гаврилов	Германия 1982	25050	МОД	1 x 17500/23800 ВРШ	4ДГ x 640	620/740	677	560/600	580	85	2ДГ	2ДГ	ПУ с ВРШ 736 кВт Нагрузки на стоянке - в режиме готовности
	Навалочники												
Художник Иоср	Болгария 1984	31860	МОД	1 x 8240/11200 ВФШ	3ДГ x 504	250/400	315	120/270	186	60	1ДГ	1ДГ	
Харитон Греку	СССР 1982	66000	МОД	1 x 11035/15000 ВФШ	3ДГ x 400 ГУТ x 500	413/555	477	154/421	257[1]		УГ+1ДГ или 2Д	1ДГ	1) Стоянка с балластировкой
	Рефрижераторные суда												
Георгий Агафонов	Австрия 1987	3452	СОД	2 x 975/1225 2 ВФШ	2ДГ x 248 2ВГ x 248 СДГ x 50	80/125	101	53/118	79		2ВГ или 1ДГ	1ДГ	ПУ с ВРШ 132 кВт Нагрузки - при неработающей холодильной установке
Академик Н.Вавилов	Дания 1985	13669	МОД	1 x 9600/13100	4ДГ x 720	480/730 850/990	565[1] 872[2]	200/330	247[3]		2ДГ	1ДГ	ПУ с ВРШ 600 кВт 1) Режим охлаждения с работой одной холодильной установки 2) Режим в тропической зоне с замо-

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
													раживанием груза и работой двух холод. установок 3) При неработающих холод.установках
Курок	Польша I983	I3990	МОД	I x I2360/I6800 ВФШ	4ДГ x 760	450/600 I480/I920	50I[I] I738[2]	230/250	240[3]	I20	I+3 ДГ	ЦДГ	I) Без работы рефкомпрессоров; с вентиляцией трюмов и СКВ в режиме "зима" 2) С работой рефкомпрессоров в режиме охлаждения груза и СКВ в режиме "вентиляция" 3) С работой СКВ в режиме "зима"
Группа II. Наливные и нефтенавалочные суда													
Наливные суда													
Партизанок	Финляндия I987	3I00	СОД	I x 2673/3500 ВРШ	2ДГ x 252 2ДГ x 300 ВГ400	I40/248	I74	48/I58	77		ВГ	ЦДГ	
Мирзо Турсун-заде	Болгария I984	7490	СОД	2 x II00/I500 2ВФШ	4ДГ x I60[I]	60/I35	86	55/I00	68		ЦДГ	ЦДГ	ПУ с ВРШ I35 кВт I) Мощность генераторов ограничена по дизелю до I35 кВт
Олег Кошевой	СССР I980	7505	СОД	2 x II00/I500 2ВФШ	4ДГ x I60[I]	48/I68	97	45/I00	60	35	2ДГ	ЦДГ	I) Мощность генераторов ограничена по дизелю до I35 кВт ПУ с ВРШ I35 кВт
Вентспилс	Финляндия I983	9400	МОД	I x 4350/59I0 ВФШ	4ДГ x 200	I40/262	I85	II2/I94	I42	55	2ДГ	ЦДГ	
Сергей Киров	Румыния I983	I0940	СОД	2 x I530/2080 2ВФШ	3ДГ x 320	I20/200	I53	70/I50	96	40	ЦДГ	ЦДГ	ПУ с ВФШ 220 кВт Нагрузки на стоянке - в режиме готовности

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4
Морис Бишоп	Югославия I984	2I950	СОД	2 x 2870/3900 2ВРШ	2ВГ x I360 2ДГ x 5I2	3I2 562	370	I62 3I0	222	70	IВГ	IДГ	ПУ с ВРШ 370 кВт
Иосип Броз Тито	Югославия I984	220I5	МОД	I x 53I0/7200 ВРШ	IВГ x 720 2ДГ x 560	206 4I6	300	90 I73	I20	I20	IВГ	IВГ	ПУ с ВРШ 370 кВт
Дмитрий Медведев	СССР I983	38290	МОД	I x 8535/II600 ВФШ	3ДГ x 500 IУГ x 500	490 6I0	535	320 380	350	85	УГ и IДГ	IДГ	Нагрузки на стоянке - в тропической зоне
Победа	СССР I98I	84500	МОД	I x I3600/I8500 ВФШ	3ДГ x 500 IУГ x 800	390 560 435 750	450[I] 550[2]	260 4I6	330	I00	УГ или УГ+IДГ	IДГ	I) С грузом 2) С балластировкой
Группа III. Паромы													
Железнодорожные паромы													
Советский Дагестан	Югославия I984	9029	МОД	2 x 4785/6500 2ВРШ	3ДГ x 604[I]	340 440	384	200 270	230		IДГ	IДГ	ПУ с ВРШ 552 кВт I) Мощность генераторов ограничена по дизелю до 90% номинальной Нагрузки при неработающей вентиляции трюмов и СКВ

ПРИМЕЧАНИЯ. I. Группы и типы судов указаны в соответствии с классификатором ГВЦ Минморфлота и перечислены в порядке возрастания водоизмещения.

2. Значения фактических нагрузок СЭС указаны в соответствии с результатами статистической обработки экспериментальных данных, полученных ЦНИИМФ во время специальных исследований СЭС в нормальных эксплуатационных условиях.

3. Значения дополнительной нагрузки СЭС в тропической зоне указаны для всех типов судов в соответствии с фактической степенью использования систем вентиляции и кондиционирования воздуха во время исследований СЭС.

4. Во время исследований СЭС рефрижераторные контейнеры на судах отсутствовали.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(справочное)

Расчетные значения среднегодовой продолжительности эксплуатационного периода и коэффициентов, характеризующих продолжительность основных режимов работы электростанций, для судов различного типа и водоизмещения

Типы судов	Полное водоизмещение, т	$t_э$, сут.	$K_{хм} = K_{ход} + K_{ман}$, о.е.	$K_{ст.}$, о.е.	$K_{ст.г.}$, о.е.
Сухогрузные универсальные суда	$\leqslant$ 7500		0,35	0,55	0,10
	$\leqslant$ 19000		0,45	0,45	0,10
	$>$ 19000		0,50	0,45	0,05
Суда для перевозки тяжеловесных грузов	12500	340	0,65	0,30	0,05
Лихтеровозы	60000		0,70	0,15	0,15
Универсальные суда многопелевого назначения	18000		0,70	0,20	0,10
Универсальные суда многопелевого назначения для эксплуатации в Арктике	30000	330	0,45	0,40	0,15
Ролкеры	$\leqslant$ 12000	340	0,65	0,20	0,15
	$>$ 12000		0,70	0,10	0,20
Лесовозы и щеповозы	$<$ 20000		0,40	0,5	0,10
	$\geqslant$ 20000		0,45	0,5	0,05

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(продолжение)

Типы судов	Полное водоизмещение, т	$t_э$, сут.	$K_{хи} = K_{ход} + K_{ман}$, о.е.	$K_{ст.}$, о.е.	$K_{ст.г.}$, о.е.
Контейнеровозы	⩽ 1500	335	0,50	0,50	
	< 20000		0,60	0,40	
	⩾ 20000		0,65	0,35	
Навалочные суда	< 20000		0,40	0,60	
	⩽ 35000		0,50	0,50	
	> 35000		0,60	0,40	
Навалочные суда для эксплуатации в Арктике	28000	330	0,45	0,40	0,15
Рефрижераторные	< 10500	335	0,50	0,40	0,10
	⩾ 10500		0,55	0,35	0,10
Наливные суда	< 5000	330	0,45	0,40	0,15
	< 35000		0,60	0,30	0,10
	⩽ 45000		0,65	0,25	0,10
	> 45000		0,70	0,20	0,10
Наливные суда для эксплуатации в Арктике	25000		0,55	0,30	0,15
Нефтенавалочные суда	⩽ 140000		0,60	0,35	0,05
Газовозы	⩽ 75000		0,65	0,25	0,10
Паромы железнодорожные		340	0,75	0,25	

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Раздел I. РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ . . .	I
I.I. Общие положения	I
I.2. Зависимости статистик распределения интегральной мощности в основных режимах от исходных данных судна	4
I.3. Определение составляющих добавочной мощности	6
I.4. Определение суммарной расчетной мощности в основных режимах	I8
I.5. Оценка суммарной расчетной мощности в производных режимах	20
I,6. Определение средних нагрузок судовых электростанций и суммарной номинальной мощности генераторов	23
Раздел 2. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА КОМПЛЕКТАЦИИ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	24
2.I. Общие положения	24
2.2. Обязательные требования к вариантам комплектации	25
2.3. Эксплуатационные требования к генераторным агрегатам и их составу в основных вариантах комплектации	26
2.4. Расчет среднегодовой наработки генераторных агрегатов	32
2.5. Расчет затрат на производство электроэнергии	35
2.5.I. Общие положения	35
2.5.2. Издержки на топливо и смазочное масло для дизель-генераторов	37
2.5.3. Издержки на топливо для валогенераторов	4I
2.5.4. Издержки на техническое обслуживание . .	44
2.5.5. Издержки на капитальный ремонт	45
2.5.6. Затраты на производство электроэнергии .	47
ПРИЛОЖЕНИЕ I (обязательное). Перечень основных потребителей добавочной мощности на различных ти-	

Стр.

пах судов и наличие потребителей добавочной мощности в расчетных режимах работы судовой электростанции 49

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (справочное). Основные характеристики морских транспортных судов постройки 1980--89 гг. и нагрузки судовых электростанций 57

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (справочное). Расчетные значения среднегодовой продолжительности эксплуатационного периода и коэффициентов, характеризующих продолжительность основных режимов работы электростанций для судов различного типа и водоизмещения 63

gost.e-ecolog.ru