

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Морской институт

РАСЧЕТ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания

для выполнения практической работы по дисциплине
«Общесудовые устройства и системы»
для студентов по направлениям
26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника
и системотехника объектов морской инфраструктуры»,
26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей,
судов и объектов океанотехники»
всех форм обучения

Севастополь
СевГУ
2016

УДК 629.5.048(076.5)
ББК 39.46я73

Р е ц е н з е н т:

В.С. Игнатович – кандидат технических наук, доцент

Составители: Т.Л. Чемакина, О.А. Иванова, И.Н. Морева

Расчет теплоснабжения: метод. указания для выполнения практической работы / Сост. Т.Л. Чемакина, О.А. Иванова, И.Н. Морева. – Севастополь: СевГУ, 2016. – 20 с.

Целью настоящих методических указаний является оказание методической помощи студентам при выполнении практических работ по дисциплине «Общесудовые устройства и системы».

УДК 629.5.048(076.5)
ББК 39.46я73

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры "Океанотехника и кораблестроения" (протокол № 2 от 5 февраля 2016 г.).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Цель работы	4
2. Назначение и общие требования к системам отопления	4
2.1. Назначение	4
2.2. Основные требования к системам отопления	5
3. Расчет потерь тепла и выбор отопительных приборов	5
3.1. Теоретический раздел	5
3.2. Порядок выполнения работы	6
3.3. Индивидуальные задания	7
3.4. Содержание отчета	7
3.5. Контрольные вопросы	7
Литература	8
Приложение А (обязательное)	9
Приложение Б (справочное)	13
Приложение В (справочное)	15
Приложение Г (справочное)	16
Приложение Д (справочное)	17
Приложение Е (обязательное)	19

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания могут быть использованы студентами дневной и заочной форм обучения в качестве руководства для выполнения практической работы по дисциплине «Общесудовые устройства и системы» по направлениям 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» и 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники».

В указаниях дана последовательность выполнения расчета потерь тепла и выбора отопительных приборов.

При выполнении практической работы решение должно сопровождаться краткими пояснениями.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить классификацию судовых систем отопления и основные требования, предъявляемые к ним.

2. Ознакомиться с методами расчета потерь тепла и выбора отопительных приборов, применяемых в судовых системах отопления.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ

2.1. Назначение

Системы отопления предназначены для подогрева в холодное время года воздуха в жилых, служебных и производственных помещениях, а также в грузовых отсеках и отделениях, где размещены обслуживаемые механизмы и оборудование. В качестве теплоносителя применяют водяной пар, горячую воду и подогретый воздух. В зависимости от рода теплоносителя различают паровые, водяные и воздушные системы отопления. Каждая из них имеет свои достоинства и недостатки, которые принимают во внимание при выборе вида отопления для данного судна. Применение пара, имеющего более высокую температуру по сравнению с подогретой водой, способствует некоторому снижению массы трубопровода системы отопления, но водяное отопление более удобно для регулирования температуры воздуха в помещениях. С точки зрения санитарно-гигиенических требований, предпочтение отдают воздушному отоплению, которое одновременно с подогревом воздуха обеспечивает вентилирование помещения. Худшим в этом отношении оказывается паровое отопление, так как оно вызывает чрезмерное подсушивание воздуха в помещении и появление неприятного запаха вследствие пригорания пыли на горячих трубах системы.

Исходя из общих сравнительных оценок системы отопления, наиболее целесообразно применять в жилых и служебных помещениях воздушное и

водяное отопление, а в грузовых отсеках, машинных и насосных отделениях, тамбурах, кладовых – паровое отопление.

2.2. Основные требования к системам отопления

2.2.1. Устойчивое поддержание заданной температуры в отапливаемых помещениях.

2.2.2. Исключение возникновения застойных горячих или холодных зон в отапливаемом помещении.

2.2.3. Удобство регулирования температуры воздуха в отапливаемом помещении и простота обслуживания системы отопления.

2.2.4. Безопасность для людей непредвиденных протечек теплоносителя через соединения трубопроводов, а также предохранение людей от ожогов о горячие поверхности труб и приборов системы.

2.2.5. Минимальный шум в жилых помещениях от циркуляции теплоносителя в трубопроводах системы отопления.

3. РАСЧЕТ ПОТЕРЬ ТЕПЛА И ВЫБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

3.1. Теоретический раздел

3.1.1. Потери тепла через ограждения помещений (подволок, настил, переборки) Q , Вт, определяются как сумма теплотерь через отдельные элементы ограждения

$$Q = \sum K_i \times F_i \times (t_{ном} - t_{см}), \quad (1)$$

где K_i – коэффициент теплопередачи ограждения, зависящий от типа и толщины изоляции (ОСТ 5.3051-83), Вт/м² · °С; F_i – площадь ограждения, м²; $t_{ном}$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С (прил. А, табл. А2); $t_{см}$ – расчетная температура воздуха в смежном помещении или расчетная температура наружного воздуха, °С (прил. А, табл. А2).

3.1.2. Поверхность нагрева отопительных приборов $f_{П}$, м²:

$$f_{П} = \frac{Q}{K_n \times (t_m - t_{ном})}, \quad (2)$$

где Q – суммарная потеря тепла помещения, Вт; K_n – коэффициент теплопередачи отопительного прибора, Вт/м² · °С. Величина коэффициента теплопередачи выражается плотностью теплового потока на внешней поверхности стенки, отнесенного к разности температуры теплоносителя и воздуха, разделенных стенкой. Коэффициент теплопередачи отопительного прибора численно равен величине, обратной общему сопротивлению $R_{пр}$ тепловому потоку от теплоносителя

через стенку прибора в помещение (см. табл. Г2); t_m – температура теплоносителя, °С; $t_m = 70$ °С – для водяного отопления; $t_m = 95$ °С – для парового отопления; $t_{ном}$ – расчетная температура воздуха в помещении, °С (см. прил. А).

3.1.3. Коэффициент теплопередачи от воздуха помещений через изолируемое ограждение к наружному воздуху K , Вт/м² · °С:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_n}}, \quad (3)$$

где $\alpha_{вн}$ – коэффициент теплоотдачи от воздуха помещения к стенке ограждения, Вт/м² · °С; α_n – коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к наружному воздуху, Вт/м² · °С; $\delta_{из}$ – толщина изоляции, м; $\lambda_{из}$ – коэффициент теплопроводности изоляции ($\lambda_{из} = 0,034$ Вт/м² · °С – принят для материала изоляции Rockwool Marine Battss).

3.1.4. Необходимые данные по помещениям (наименование, размеры, расчетная температура воздуха и др.), а также данные по ограждениям каждого помещения (коэффициент теплопередачи с учетом теплоизоляции, температура воздуха), сведены в прил. А.

3.1.5. Для помещений с естественной вентиляцией и помещений с наружными дверями расчетом предусмотрено увеличение потерь тепла на 15 %.

3.1.6. В помещениях с воздушным отоплением суммарные потери тепла определяются как сумма потерь тепла с уходящим теплым воздухом и потерь тепла через ограждения помещения.

Потери тепла с уходящим теплым воздухом Q_v , кВт, определяем по формуле

$$Q_v = \frac{G_a \times \tilde{N} \times \rho \times (t_{i\hat{i}\hat{i}} - t_i)}{3,6}, \quad (4)$$

где $G_a = nV$ – расход воздуха, м³/ч; n – кратность обмена (см. табл. А3); V – объем помещения; $C = 1,005$ кДж/кг · °С – теплоемкость воздуха; $\rho = 1,2$ кг/м³ – плотность воздуха; $t_{ном}$ – температура воздуха в помещении, °С; t_n – температура наружного воздуха, °С (для зимнего периода $t_n = -20$ °С).

3.1.7. Количество подводимого тепла и электроэнергии подсчитано с учетом коэффициента загрузки потребителей, который принят на основании частичной загрузки отдельных потребителей (воздухонагреватели и др.), а также опыта эксплуатации системы теплоснабжения,

3.2. Порядок выполнения работы

3.2.1. Определить потери тепла через ограждения помещений (подволок, палуба, переборки) по формуле (1).

3.2.2. Определить поверхность нагрева отопительных приборов по формуле (2).

3.2.3. Определить коэффициент теплопередачи от воздуха помещений через изолируемое ограждение к наружному воздуху по формуле (3).

3.2.4 Определить суммарные потери тепла и подобрать отопительные приборы.

3.2.4. Расчетная часть сводиться в таблицу (см. прил. Е).

3.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – размеры и требуемая температура воздуха в помещении, для которого производятся расчеты, студент выбирает по табл. А1, А2 согласно варианта, тип и мощность отопительных приборов выбираются по справочной табл. В1, В2 и Г1.

3.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: характеристика и размеры помещения и требуемая температура в помещении.
2. Расчетную часть.
3. Библиографический список.

Отчет выполняется на листах формата А4 с соблюдением всех требований ГОСТ к оформлению текстовой документации. Расчетная часть сводится в табл. Е1 – Расчет теплопотерь и выбор отопительных приборов (см. прил. Е).

3.5. Контрольные вопросы

1. Перечислить виды систем отопления.
2. Какие теплоносители используются в судовых системах?
3. Охарактеризуйте физический смысл кратности обмена воздуха.
4. От чего зависят потери тепла в помещении?
5. Приведите формулу для определения теплопотерь.
6. Перечислите типы отопительных приборов, применяемым в судовых системах.
7. Что такое коэффициент теплопередачи отопительных приборов.
8. Перечислить основные требования, предъявляемые у системам отопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства. – СПб.: Транспорт, 2015. – 960 с.
2. Алмазов Г.К., Степанов В.В., Гуськов М.Г. Элементы общесудовых систем: справочник / Г.К. Алмазов, В.В. Степанов, М.Г. Гуськов. – Л.: Судостроение, 1982. – 328 с.
3. Епифанов Б.С. Судовые системы. – Л.: Судостроение, 1973.
4. Отопление и вентиляция: учебник для вузов: в 2 ч. / П.Н. Каменев, А.Н. Сканава, В.Н. Богословский и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975. – 483 с. – Ч. 1. Отопление.
5. www.zavod-ekvator.com.

Приложение А (обязательное)

Таблица А1 – Параметры отапливаемых помещений

Номер помещения	Наименование помещения	Размеры помещения, м		
		L	B	H
1	Насосное отделение	9	5	2
	1 ПАЛУБА (2000от ОП)			
2	Аккумуляторы аварийного ИБП	2	2.4	3
3	Аварийный ИБП	1.2	2.0	3
4	Щит приема электроэнергии	9.9	2.4	3
5	ФВУ	3	2.4	3
6	Помещение АДГ	8.4	7.4	3
7	Кондиционеры	7.3	6.1	3
8	Сушильная (35шп)	3	2.1	3
9	Сушильная (25шп)	3	1.8	3
10	Прачечная, гладильная	7.5	5.2	3
11	Спецодежда	6.5	8.9	3
12	Туалет ПрБ (25шп)	1.5	1.8	3
13	Душевая, раздевальная	15	2.0	3
	4 ПАЛУБА (11000 от ОП)			
14	Тамбур изолятора	2.5	1.8	3
15	Накопитель	5.4	6	3
16	Продовольственные холодильники	8,1	9,4	3
17	Кладовая суточного запаса	3,0	1,8	3
18	Камбуз	9,2	7,5	3

Таблица А2 – Характеристики помещения

Номер помещения	Наименование помещения	Тем- пера- тура по- меще- ния, °C	Подволоок		Палуба		Южная сторона	
			К ₁ , Вт/м ² °C	Т ₁ , °C	К ₂ , Вт/м ² °C	Т ₂ , °C	К ₃ , Вт/м ² °C	Т ₃ , °C
1	Насосное отделение	12	2,2	14	0,61	-20	0,62	1
	1 ПАЛУБА (2000от ОП)							
2	Аккумуляторные ИБП	5	0,7	20	0,8	1	4	16
3	Аварийный ИБП	16	0,7	20	0,8	1	0,25	16
4	Щит приема э/э	16	0,7	20	1,95	-12	4	8
5	ФВУ	12	0,7	20	0,61	-20	4	12
6	Помещение АДГ	16	0,7	20	3,1	-4	0,18	12
7	Кондиционеры	12	0,36	20	0,8	1	0,44	60
8	Сушильная (35шп)	50	0,31	20	0,31	1	0,31	12
9	Сушильная (25шп)	45	0,7	20	0,8	1	0,6	12
10	Прачечная	16	0,7	20	0,8	1	0,43	-20
11	Спецодежда	12	0,7	20	0,8	1	0,43	-20
12	Туалет рБ(25шп)	16	0,7	20	0,8	1	0,6	10
13	Душевая	25	0,7	20	0,8	1	0,6	25
	4 ПАЛУБА (11000 от ОП)							
14	Тамбур изолятора	18	0,7	-20	3	20	0,6	18
15	Накопитель	16	0,7	-20	3	20	0,31	16
16	Продовольственные холодильники	16		-20		-20		16
17	Кладовая суточного запаса	16		-20		-20		16
18	Камбуз	16		-20		-20		-20

Продолжение таблицы А2

Номер помещения	Наименование помещения	Температура помещения, °С	Северная сторона		Восточная сторона		Западная сторона	
			К ₄ Вт/м ² °С	Т ₄ °С	К ₅ Вт/м ² °С	Т ₅ °С	К ₆ Вт/м ² °С	Т ₈ °С
1	Насосное отделение	12	0,61	-20	0,62	1	0,62	1
1 ПАЛУБА (2000от ОП)								
2	Аккумуляторные ИБП	5	0,52	-20	0,5	5	0,52	-20
3	Аварийный ИБП	16	4	5	0,5	5	0,52	-20
4	Щит приема э/э	16	0,52	-20	3,4	12	3,4	5
5	ФВУ	12	0,61	-20	3,4	18	3,4	16
6	Помещение АДГ	16	0,25	8,2	0,25	8	0,52	-20
7	Кондиционеры	12	0,18	16	0,58	18	0,3	-20
8	Сушильная (35шп)	50	0,2	12	0,31	25	0,31	-20
9	Сушильная (25шп)	45	0,6	25	0,6	12	0,6	12
10	Прачечная	16	0,58	12	0,31	18	0,6	12
11	Спецодежда	12	0,43	60	0,6	12	0,43	-20
12	Туалет рБ(25шп)	16	0,6	12	0,6	16	0,6	12
13	Душевая	25	0,6	12	0,8	16	0,6	12
4 ПАЛУБА (11000 от ОП)								
14	Тамбур изолятора	18	0,52	-20	0,6	16	0,52	-20
15	Накопитель	16	0,42	-20	0,6	18	0,6	-20
16	Продовольственные холодильники	16	0,31	20	0,35	18	0,42	-20
17	Кладовая суточного запаса	16	0,6	16	0,6	16	0,42	-20
18	Камбуз	16	0,6	16	0,31	20	0,42	-20

Таблица А3 – Кратность обмена воздуха в помещении

№ варианта	Наименование помещения	Кратность обменов п, обм./ч
1	Насосное отделение	10
2	Аккумуляторные ИБП	15
3	Аварийный ИБП	12
4	Щит приема электроэнергии	20
5	ФВУ	10
6	Помещение АДГ	30
7	Кондиционеры	30
8	Сушильная (35шп)	12
9	Сушильная (25шп)	15
10	Прачечная	20
11	Спецодежда	15
12	Туалет рБ (25шп)	10
13	Душевая	20
14	Тамбур изолятора	12
15	Накопитель	15
16	Продовольственные холодильники	20
17	Кладовые суточного запаса	20
18	Камбуз	30

Приложение Б (справочное)

Схемы расположения помещений

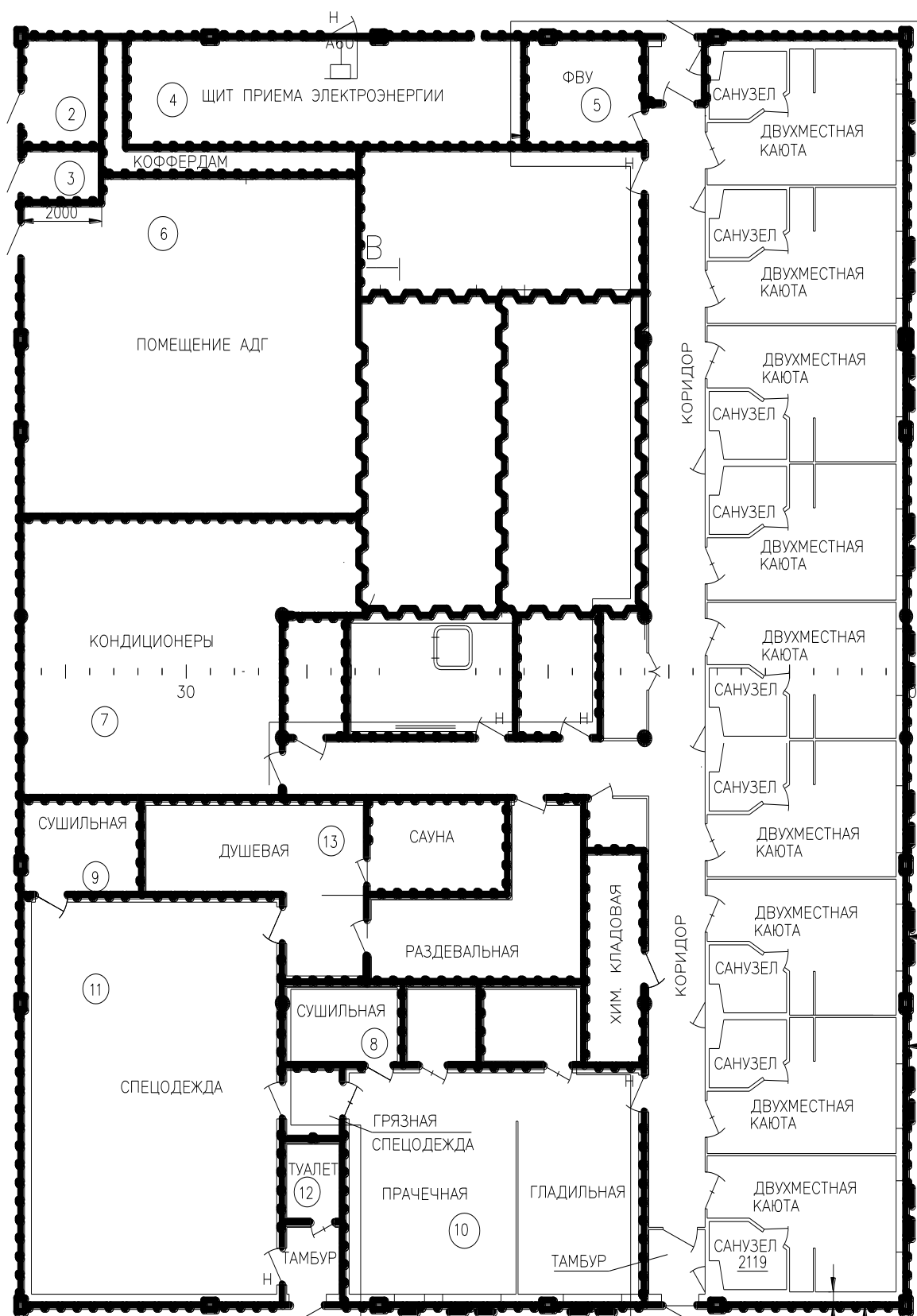


Схема Б1 – Первая палуба

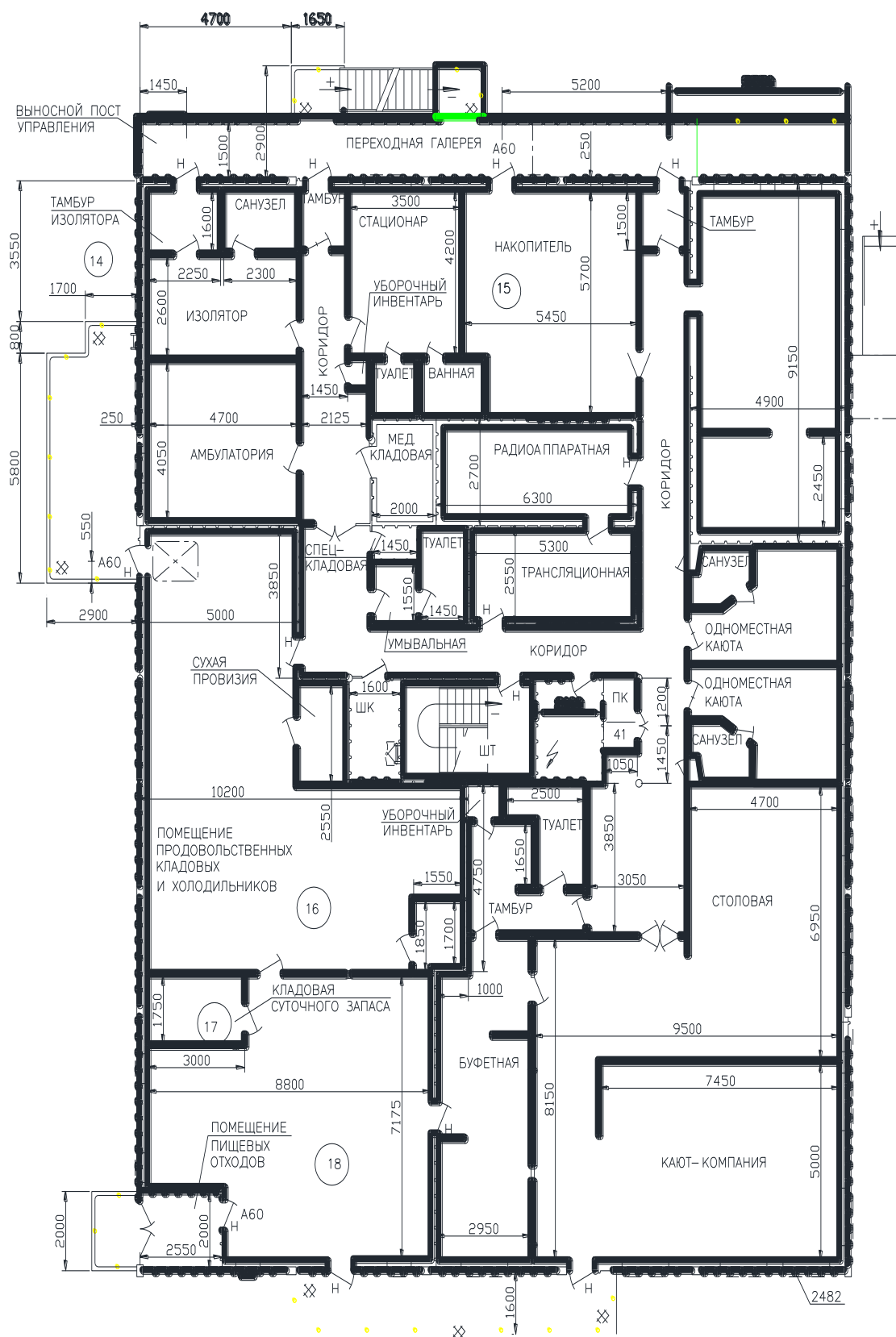


Схема Б2 – Четвертая палуба

Приложение В (справочное)

Таблица В1 – Воздухонагреватели электрические

Условное обозначение	Объемный расход воздуха	Аэродинамическое сопротивление	Мощность
ВНЭ2-0,4/40	400	200	6,0
ВНЭ2-0,63/40	630	250	9,0
ВНЭ2-1,0/40	1000	600	12,0
ВНЭ1-1,6/20	1600	200	24,0
ВНЭ1-1,6/40		400	
ВНЭ1-2,5/20	2500	200	18,0
ВНЭ1-2,5/40		400	36,0
ВНЭ1-4,0/20	4000	300	28,0
ВНЭ1-4,0/40		500	57,0
ВНЭ1-6,3/20	6300	200	48,0
ВНЭ1-6,3/40		400	96,0

Таблица В2 – Воздухонагреватели электрические

Условное обозначение	Производительность по воздуху, м ³ /с (м ³ /ч)	Производительность по теплу, кВт	Максимальная потребляемая мощность из сети, кВт	Полное избыточное давление
АНВ-10	0,28 (1000)	10	0,9	10
АНВ-25	0,70 (2500)	25	2,68	
АНВ-40	1,11 (4000)	36	7,10	
АНВ-250	8,3 (30000)	170	13,70	

Приложение Г (справочное)

Таблица Г1 – Основные характеристики радиаторов парового отопления по ГОСТ 2920-91

Тип радиаторов	Поверхность нагрева, м ²	Габарит, мм	Масса радиатора в сборе с кожухом, кг	
			стального	из цветных металлов
Горизонтальные однорядные	0,3	410x110x125	4,5	4,0
	0,5	565x110x125	6,2	5,3
двухрядные	0,5	365x195x125	6,6	5,8
	0,8	485x195x125	9,0	7,6
	1,2	635x195x125	12,3	10,0
	1,5	755x195x125	14,3	11,9
четырёхрядные	0,8	330x360x125	11,4	8,3
	1,2	410x360x125	13,8	11,4
шестирядные	1,5	365x530x125	18,4	14,5
	0,5	565x110x125	6,2	5,3
	0,8	795x110x125	8,5	7,4
	1,0	950x110x125	10,3	8,8
двухрядные	0,8	365x195x125	8,0	6,8
	1,2	485x195x125	11,0	9,5
	1,5	635x195x125	14,0	12,6

Таблица Г2 – Коэффициенты теплопередачи отопительных приборов

№ п/п	Материал отопительного прибора	Коэффициенты теплопередачи K_p	Процент изменения коэффициента теплопередачи в зависимости от окраски			
			Цинковые белила	Алюминиевая краска, растворенная в нитролаке	Террако-товая краска, растворенная в бензине	Террако-товая краска, растворенная на натуральной олифе
1	Радиаторы чугунные	7,8 – 8,1	+ 2,2 %	-8,5 %		
2	Панели стальные	10,5 – 1,5			+0,9 %	-1,7 %
3	Конвекторы	4,0 – 5,5	-	-	-	-
4	Ребристые трубы из серого чугуна	4,7 – 5,8	+ 2,2 %	-8,5 %		
5	Гладкие стальные трубы	9,0 – 12,0			+0,9 %	-1,7 %
6	Калориферы	8,0 – 30,0	-	-	-	-

Приложение Д (справочное)

Таблица Д1 – Сводная таблица потребителей

Наименование устанавливаемых потребителей	Место расположения	Количество подводимого тепла, (э/энергии) к потребителю, кВт		Количество, шт.	Коэффициент одновременности работы	Нагрузка на теплообменник, (э/станцию), кВт
		Потеря тепла с уходящим воздухом	Потеря тепла через ограждения			
1. Нагреватель воздуха судовой электрический НВЭ1-0,4/40	Помещение АДГ	(6,0)		1	0,7	(4,6)
2. Э/вентилятор РСС6,3/6,3-1.1.4		(0,4)		1		
3. Нагреватель воздуха судовой электрический НВЭ1-1,6/40-380-50-3ф	Станция пенотушения	(24)		1	0,85	(20,7)
4. Нагреватель воздуха судовой электрический НВЭ1-1,6/40-380-50-3ф	ФВУ	(24)		1	0,1	(2,4)
5. Грелка судовая электрическая ГСЭР-600	Аварийный ИБП	(0,6)		1	0,6	(0,4)
6. Грелка судовая электрическая ГСЭР-600	Щит приема эл. энергии	(0,6)		3	1,0	(1,8)
7. Радиатор отопительный площадью нагрева 1,92 м ²	Вентиляторная (5 Палуба)		0,8	2	1,0	1,6
8. Грелка судовая электрическая ГСЭР-600	Кладовая верт. имущества	(0,6)		1	0,4	(0,2)
9. Воздухонагреватель производительностью 6000 м ³ /ч (-20...+12 °С)	Насосное отделение	56,8	1,4	1	1,0	58,2
10. Воздухонагреватель производительностью 6000 м ³ /ч (-20...+16 °С)	Помещение кондиционеров для прачечного блока	70,8	0,4	1	1,0	71,2
11. Воздухонагреватель производительностью 8000 м ³ /ч (-20...+16 °С)	Вентиляторная (5 Палуба) для камбузного блока	94,1	1,8	1	1,0	95,9
12. Воздухонагреватель производительностью 16000 м ³ /ч (-20...+18 °С) Т	5 Палуба Подогрев воздуха по балансу	203,7		1	1,0	203,7

Продолжение таблицы Д1

Наименование устанавливаемых потребителей	Место расположения	Количество подводимого тепла, (э/энергии) к потребителю, кВт		Количество, шт.	Коэффициент одновременности работы	Нагрузка на теплогенератор, (э/станцию), кВт
		Потеря тепла сходящим воздухом	Потеря тепла через ограждения			
13. Нагреватель воздуха электрический производительностью 6300 м³/ч (-20...+80 °С	Вентиляторная (5 палуба) Обогрев вертолета	211,1		1	1,0	(211,1)
14. Радиатор отопительный площадью нагрева 1,1 м²	Сушильная (35шт)		0,5	1	1,0	0,5
15. Радиатор отопительный площадью нагрева 1,43 м²	Сушильная (25шт)		0,71	1	1,0	0,74
16. Радиатор отопительный площадью нагрева 0,62 м²	Спецодежда		0,5	1	1,0	0,5
17. Радиатор отопительный площадью нагрева 0,09 м²	Туалет Юг (25шт) 1 Палуба		0,1	1	1,0	0,1
18. Радиатор отопительный площадью нагрева 1,62 м²	Раздевальная, душевая		0,55	2	1,0	1,1
19. Кондиционер	Помещение кондиционеров	90		2	1,0	180
20. Грелка судовая электрическая ГСЭР-600	Накопитель	(0,6)		1	1,0	(0,6)
21. Грелка судовая электрическая ГСЭР-600	Радиоаппаратная	(0,6)		1	0,1	(0,1)

Приложение Е (обязательное)

Таблица Е1 – Расчет теплототер и выбор отопительных приборов

[illegible]

РАСЧЕТ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Методические указания
для выполнения практической работы*

Редактор – О.В. Дмитриева

Составители: **Чемакина** Тамара Львовна,
Иванова Ольга Александровна, **Морева** Ирина Николаевна

Подписано в печать 21.12.16 г. Изд. № 110/16. Зак. 214/16. Тираж 50 экз.
Объем 1,25 п.л. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,23.
Формат бумаги 60 x 84 1/16

РИИЦМ ФГАОУ ВО
«Севастопольский государственный университет»